ศึกษาและออกแบบการชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกันโดยการใช้บีลอาคารสำหรับอาคารหอพัก

STUDY AND DESIGN OF INDUCING SINGLESIDE VENTILATION USING WINGWALLS IN A DORMITORY

พูนเพิ่ม วัฒนวงษ์คีรี
POONPERM WATTANAWONGKIRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมแบบร่วม
บัณฑิตวิทยาลัย
ศิลปากรมหาวิทยาลัยเครือข่ายคุณภาพการศึกษาภาคพื้นอาเซียน
พ.ศ. 2559

ศึกษาและออกแบบการชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกันโดยการใช้ปีกอาคารสำหรับอาคารหอพัก

STUDY AND DESIGN OF INDUCING SINGLESIDE VENTILATION USING WINGWALLS IN A DORMITORY

พูนเพิ่ม วัฒนวงษ์คีรี

POONPERM WATTANAWONGKIRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

STUDY AND DESIGN OF INDUCING SINGLESIDE VENTILATION USING WINGWALLS IN A DORMITORY

POONPERM WATTANAWONGKIRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

CORYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาและออกแบบการชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกัน โดยการใช้ปีกอาคารสำหรับอาคารหอพัก
ชื่อนักศึกษา	นายพูนเพิ่ม วัฒนวงษ์คีรี
เลขประจำตัว	45062107
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ

บทคัดย่อ

พื้นที่ของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนของโลก (Tropical Zone) มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (The Hot Humid Type) ซึ่งมีปัญหาหลักๆ เกี่ยวกับอาคาร คือ อาคารต้องหลีกเลี่ยงป้องกันรังสีร้อนแรงของดวงอาทิตย์และการทำให้ความชื้นระเหยไปโดยกระแสลม กระแสลมที่ผ่านเข้ามาในอาคารมีผลทำให้ร่างกายของมนุษย์เย็นลง โดยข้อเท็จจริงแล้ว เมื่อห้องภายในอาคารมีช่องเปิดทั้งด้านต้นลมและใต้ลม สามารถก่อให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก (Cross Ventilation) ได้ดี แต่บางกรณีอาคารบางประเภท เช่น อาคารหอพักอาจต้องออกแบบให้ห้องพักมีผนังภายนอกด้านเดียวที่มีช่องเปิด ผนังด้านในอาจจำเป็นต้องปิดทึบด้วยเหตุผลความต้องการเป็นส่วนตัว (Privacy) ในกรณีเช่นนี้ แม้ขนาดหน้าต่างที่ผนังภายนอกจะมีขนาดใหญ่ก็ไม่สามารถก่อให้เกิดการระบายอากาศภายในที่ดีได้

การออกแบบเพื่อประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการชักนำการระบายอากาศภายในห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียวและมีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียว โดยไม่ใช้เครื่องมือกลเข้ามาช่วย มีหลายวิธี เช่น ออกแบบให้ช่องเปิดแยกจากกันแทนที่จะเป็นช่องเปิดเดียวขนาดใหญ่ ก็จะสามารถก่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้นและเมื่อมีการใช้ส่วนยื่นต่างๆ ของผนัง เช่น ลักษณะปีกอาคาร (Wing Walls) เพิ่มความสามารถในการระบายอากาศภายในห้องได้ดียิ่งขึ้น การศึกษาวิจัยจะให้ความสำคัญมากที่สุดเกี่ยวกับการใช้ปีกอาคารเพราะจากการศึกษาการทดลองของผู้เชี่ยวชาญต่างๆ เห็นได้ว่าการใช้ปีกอาคารช่วยให้เกิดการระบายอากาศภายในห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียว ได้ดีกว่าวิธีอื่น

อาคารตัวอย่างเพื่อการศึกษาออกแบบได้เลือกห้องพักอาคารหอพักอาจารย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เนื่องจากเหมาะสมกับเงื่อนไขของการวิจัย คือเป็นห้องพักที่มีผนังภายนอกด้านเดียวมีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียว เมื่อศึกษาและออกแบบแล้วก็ได้ทดสอบโดยใช้หุ่นจำลองมาตราส่วน 1:10 ทดสอบในอุโมงค์ลม

ผลการศึกษา ออกแบบ และทดสอบพบว่าห้องพักที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ที่กลางผนังช่องเดียวให้ผลการระบายอากาศที่ต่ำมาก แต่เมื่อเปลี่ยนช่องเปิดเป็น 2 ช่อง ชิดริมผนังแต่ละด้าน กลางผนังเปลี่ยนเป็นช่องปิด ได้ผลการระบายอากาศที่ดีขึ้นมากถึงประมาณ 4 เท่าตัว และเมื่อติดปีกอาคาร พบว่าการติดปีกอาคารลักษณะตั้งฉากกับผนังขนาดเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง จะให้ผลดีที่สุดในด้านการระบายอากาศ โดยไม่เกิดผลเสียต่อรูปแบบทางสถาปัตยกรรม

Thesis Title	Study and Design of Inducing Singleside Ventilation Using Wingwalls in a Dormitory
Student	Mr.Poonperm Wattanawongkiri
Student ID	45062107
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2007
Thesis Advisor	Associate Professor Teeramon Wairochanakich

ABSTRACT

The Kingdom of Thailand is a country in South East Asia,known as a tropical and high humidity Type zone. The main problem for building in this zone is heat from the sun and evaporation by wind flows. The wind that flows through a building can cool down the human body temperature. In fact , wind does not reduce the temperature, but creates just the cool feeling by drying up the humidity on the human body.

When the room in the building has open space on both the windward and leeward sides, it will allow for good cross ventilation. However, some types of buildings, for example a dormitory which has restrictions since it is designed basically for residential privacy with the opening on a single-outside-wall and a solid inner wall, allow for poor ventilation.

This research attempted to identify the proper solutions and techniques to improve ventilation for the rooms which have an opening on a single-outside-wall without using any mechanical supports. By designing to spilt the open spaces instead of having a single large open space, and extension walls as wing walls are used, the capacities of room ventilation can be increased. This research mostly concentrated on this particular wing wall improving cross ventilation in rooms which have an only opening on the outside wall. After the study and design were completed, they were tested using a model(scale 1 : 10) in a wind tunnel. The faculty dormitory of Naresuan university is selected as a case study.

The study, design and testing result proved that a room which has only a single opening on the wall provides poor ventilation. But when the single opening is separated into two openings, ventilation is improved 4 times? And when rectangular wing walls are fixed at the inner edges of both opening the best cross ventilation occurs without damaging the architectunal form of the building.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้นจากแรงบันดาลใจในการอาศัยอยู่ในหอพักมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ห้องพักมีผนังภายนอกด้านเดียวมีช่องเปิดกลางห้องช่องเดียว ซึ่งทำให้การระบายอากาศไม่ดี การได้ศึกษาเกี่ยวกับการระบายอากาศจากท่านอาจารย์หลายท่าน คือ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ, ผศ.ชัยยุทธ ศรีเผด็จ และ ผศ.ชนินทร์ ทิพโยภาส ทำให้ทราบแนวทางวิธีการพัฒนาการระบายอากาศภายในห้องได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การที่ผู้วิจัยมีโอกาสนำเสนอผลงานอย่างไม่เป็นทางการต่อท่านคณาจารย์ก็ได้รับคำแนะนำที่มีประโยชน์อย่างยิ่งเพิ่มเติมจากท่านคณาจารย์ คือ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ, รศ.สมชาย ศรีสมพงษ์ และ รศ.กุสุมา ธรรมธำรง ทำให้ได้นำมาใช้ปรับปรุงวิทยานิพนธ์ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

พูนเพิ่ม วัฒนวงษ์คีรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....IV

สารบัญ.....V

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 ความสำคัญของปัญหา.....5

1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....10

1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....10

1.5 สมมุติฐานของการศึกษา.....11

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....12

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....13

1.8 ระยะเวลาและแผนการดำเนินงานวิจัย.....14

บทที่ 2 ทฤษฎี วรรณกรรมและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....15

2.1 สภาวะน่าสบาย (COMFORT ZONE).....15

2.2 การเกิดกระแสลมและการเคลื่อนไหวของอากาศ.....20

2.3 ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่กระทำต่ออาคาร.....24

2.4 การระบายอากาศภายในอาคารและความสำคัญของการระบายอากาศ.....27

2.5 ปัญหาของการระบายอากาศเนื่องจากมีช่องหน้าต่างด้านผนังรับลมเพียงด้านเดียว....30

2.6 การใช้ปีกอาคาร(Wing Walls) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศ.....31

บทที่ 3 สภาพภูมิอากาศของอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก.....38

3.1 ภูมิอากาศจังหวัดพิษณุโลก.....38

3.2 ข้อมูลด้านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.....43

3.3 ทิศทางและความเร็วลมจังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ.1981 – 2000).....48

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การออกแบบลักษณะช่องเปิดและปีกอาคารของห้องที่มีผนังภายนอก
ด้านเดียวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการระบายอากาศ.....51
4.1 อาคารตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพปีกอาคารและช่องเปิด.....51
4.2 วิธีการคำนวณหาความเร็วลมในแต่ละชั้นความสูงและที่ระดับทดสอบ.....57
4.3 เครื่องมือในการทำวิจัย..... 59
4.4 การออกแบบการชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกันและ
ผลการทดสอบ..... .63

บทที่ 5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....101

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....119

บรรณานุกรม..... 121

ภาคผนวก.....123
ภาคผนวก ก Phychromatic Chart หา MAX WBT,MIN WBT..... 124
ภาคผนวก ข Corrected Effective Temperature.....137
ภาคผนวก ค Bioclimatic Chart.....149
ภาคผนวก ง ทิศทางและความเร็วลม ผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ.1980 – 2000).....157

ประวัติผู้เขียน.....177

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 Metabolic levels of various activities..... 6

1.2 Metabolic levels of various activities (อีกตาราง).....7

2.1 สรุปข้อมูลรวมสภาพภูมิอากาศ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ค.ศ.1994 – 2003 (หา COMFORT-ZONE).....18

2.2 แสดง COMFORT ZONE ตลอดปี เปรียบเทียบกับค่า Max ET, Min ET.....20

2.3 ค่าความสูง Gradient Height และค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิว.....23

3.1 CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1971 – 2000 PHITSANULK.....41

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือนของปี 2003 กับอุณหภูมิเฉลี่ย 10 ปี (1994 – 2003).....44

3.3 ความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนเฉลี่ย 10 ปี (1994 – 2003) เปรียบเทียบรายปี 2003 เดือนมีนาคม – กันยายน.....45

3.4 Monthly Temperature: PHITSANULOK.....46

3.5 Monthly Relative Humidity: PHITSANULOK.....47

3.6 Monthly mean wind speed 1981 – 2000: PHITSANULOK.....49

3.7 Extreme Maximum wind 1981 – 2000: PHITSANULOK.....50

5.1 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.1 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....103

5.2 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.1 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร..... 103

5.3 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.2 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร..... 104

5.4 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.2 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....104

5.5 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.3 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....105

5.6 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.3 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร..... 105

5.7 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.4 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....105

5.8 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.4 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร..... 106

5.9 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.4 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....106

5.10 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.4 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....106

5.11 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.5 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร..... 107

5.12 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.5 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....107

5.13 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.5 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....108

5.14 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.5 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร..... .108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.15 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.6 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....109
5.16 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.6 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....109
5.17 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.6 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร..... 110
5.18 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.6 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร..... 110
5.19 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.6 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....111
5.20 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.7 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร..... ...111
5.21 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.8 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....112
5.22 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.9 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....112
5.23 ผลทดลองกรณีตามข้อ4.4.2.9 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....112
5.24 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.10 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....113
5.25 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.11 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร..... 113
5.26 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.12 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....114
5.27 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.12 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....114
5.28 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.13 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....115
5.29 ผลทดลองกรณีตามข้อ 4.4.2.13 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....115
5.30 ผลการทดลองตามระบุกลุ่มที่ 1 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....116
5.31 ผลการทดลองตามระบุกลุ่มที่ 1 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....116
5.32 ผลการทดลองตามระบุกลุ่มที่ 2 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....117
5.33 ผลการทดลองตามระบุกลุ่มที่ 2 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....117
5.34 ผลการทดลองตามระบุกลุ่มที่ 13 ใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร.....118
5.35 ผลการทดลองตามระบุกลุ่มที่ 13 ใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร.....118

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 สภาพภูมิอากาศกับ COMFORT ZONE ของ OLGAY 22 มิถุนายน 2544.....3

1.2 สภาพภูมิอากาศกับ COMFORT ZONE ของ OLGAY 22 มิถุนายน 2544.....4

1.3 ช่องเปิดเดี่ยวที่ผนังภายนอกด้านเดียว.....8

1.4 ช่องเปิดเดี่ยว ช่องเปิดคู่ และปีกอาคารที่มีผลต่อกระแสลมภายในห้อง.....9

2.1 Schematic Bioclimatic Index.....16

2.2 Bioclimatic Chart for Latitude 13° N or S.....17

2.3 ภาพแสดงการเปลี่ยนอัตราแรงลมที่ความสูงระดับต่างๆ.....24

2.4 ภาพการกระจายของความกดอากาศและดูดอากาศรอบอาคารไม่มีช่องเปิด.....25

2.5 Distribution of pressures and suctions around Tall Building.....25

2.6 ภาพลมผ่านช่องเปิดตรงกันของผนัง 2 ด้าน.....26

2.7 การระบายอากาศแบบข้ามฟาก.....29

2.8 กระแสลมพัดผ่านอาคารมีช่องเปิดที่ผนังด้านรับลมด้านเดียว.....30

2.9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้ปีกอาคาร โดย B.Givoni.....32

2.10 The operation of the wind wing walls (การทดลองของ PJ Jones).....34

2.11 ลักษณะการใช้โครงสร้างอาคารมาทำหน้าที่คล้าย Wing Wall โดย S.Chandra.....35

2.12 แปลนของอาคารทดสอบ (FSEC Passive Cooling Laboratory).....36

2.13 ภาพถ่ายอาคารทดสอบ FSEC.....36

2.14 ภาพผลการทดสอบความเร็วลมภายในกรณีใช้ปีกอาคารและไม่ใช้ปีกอาคาร.....37

3.1 สถิติภูมิอากาศ อ.เมือง จ.พิษณุโลก พ.ศ. 2514 – 2543.....42

4.1ภาพอาคารตัวอย่างเพื่อทำการวิจัย (อาคารหอพักอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร).....51

4.2 แผนผังมหาวิทยาลัยนเรศวรส่วนสนามบิน.....52

4.3 ภาพ PLAN ห้องพักของหอพักที่ทำการวิจัย.....53

4.4 รูปตัดแสดงลักษณะเดิมของอาคารตัวอย่าง.....55

4.5 รูปตัดแสดงการติดปีกอาคาร.....56

4.6 CURVE เปอร์เซ็นต์ความเร็วลมภายในห้องที่ลดลงเมื่อความเร็วลมภายนอกลดลง.....59

4.7 อุโมงค์ลมของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.....60

4.8 ภาพถ่ายอุโมงค์ลม.....60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.9 ภาพถ่ายรวงผึ้ง แผงควบคุมความเร็วของอุโมงค์ลม....61
4.10 เครื่องวัดความเร็วลม (Hot – Wire Anemo Meter)....61
4.11 หุ่นจำลองของอาคารตัวอย่างก่อนการปรับปรุงช่องเปิดและปีกอาคาร....62
4.12 หุ่นจำลองของอาคารตัวอย่างหลังการปรับปรุงช่องเปิดและปีกอาคาร....62
4.13 ช่องเปิดเดิมของอาคารตัวอย่าง.... 63
4.14 การปรับปรุงช่องเปิดจากช่องเดี่ยวเป็นช่องเปิด 2 ช่อง....64
4.15 ช่องเปิดเดิมและผลการทดสอบ....65
4.16 การปรับช่องเปิดเป็น 2 ช่องและผลการทดสอบ.... 65
4.17 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมในของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....67
4.18 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมในของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....67
4.19 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมในของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....68
4.20 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ที่ริมในของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....68
4.21 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ที่ริมในของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....69
4.22 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ที่ริมในของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....69
4.23 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....70
4.24 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....70
4.25 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....71
4.26 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....71
4.27 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.... 72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.28 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 72
4.29 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ตั้งฉากที่ริมนอกของช่อง แสดงทิศทางลมเปิดด้านชิดผนังที่ริมในด้าน ใกล้ห้องน้ำและผลการทดสอบ..... 73
4.30 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ ด้านริมในของช่องเปิดด้านชิดผนังแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... .73
4.31 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดผนัง ที่ริมในด้านใกล้ห้องน้ำแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 74
4.32 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำที่ริมในด้านชิดผนังแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....74
4.33 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....75
4.34 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....75
4.35 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการ ทดสอบ.....76
4.36 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....76
4.37 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....77
4.38 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....77
4.39 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 78
4.40 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการ ทดสอบ.....78
4.41 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.42 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... ..79
4.43 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 80
4.44 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 80
4.45 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 81
4.46 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....81
4.47 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....82
4.48 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....82
4.49 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....83
4.50 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....83
4.51 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 84
4.52 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 84
4.53 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....85
4.54 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.55 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....86
4.56 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....86
4.57 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 87
4.58 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 87
4.59 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....88
4.60 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... ..88
4.61 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดริมห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....89
4.62 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดริมห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....89
4.63 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดริมห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....90
4.64 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ช่องเปิดด้านชิดผนังติดที่ริมนอกช่องเปิดที่ชิดห้องน้ำติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....90

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.65 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ด้านชิดผนังติดที่ริมนอกด้านชิดห้องน้ำติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....91

4.66 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.เอียง 45 ° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ด้านชิดผนังติดที่ริมนอกด้านชิดห้องน้ำติดที่ริมในแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....91

4.67 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียง 45° แยกออกจากกันแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....92

4.68 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียง 45° กับผนังอาคารเอียงเข้าหากันแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....92

4.69 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียงไปทางเดียวกัน คือเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....93

4.70 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียงไปทางเดียวกัน คือเอียง 45° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....93

4.71 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ช่องเปิดด้านชิดผนังติดริมนอกตั้งฉากกับอาคารที่ช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำติดริมในเอียง 45 ° กับผนัง ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....94

4.72 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ช่องเปิดด้านชิดผนังติดริมในเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ช่องเปิดชิดห้องน้ำติดริมนอกตั้งฉากกับผนังอาคารแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ.....94

4.73 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ช่องเปิดด้านชิดผนังติดริมในเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ช่องเปิดชิดห้องน้ำติดริมนอกตั้งฉากกับผนังอาคารแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 95

4.74 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมในช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยชิดผนังตั้งฉากกับผนังส่วนช่องเปิดชิดห้องน้ำติดเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ..... 95

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.75 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมในช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยช่องชิดผนังติดเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ส่วนช่องเปิดชิดห้องน้ำติดตั้งฉากกับผนังอาคารแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....96

4.76 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ที่ริมในช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยช่องชิดผนังติดเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ส่วนช่องเปิดชิดห้องน้ำติดตั้งฉากกับผนังอาคารแสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....96

4.77 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....98

4.78 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....98

4.79 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 1 ม.ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....99

4.80 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....99

4.81 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....100

4.82 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาด 0.60 ม.ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง แสดงทิศทางลมและผลการทดสอบ....100

5.1 เปรียบเทียบช่องเปิดเดิมและการปรับปรุงช่องเปิดแยกจากกันเป็น 2 ช่องและผลการทดสอบ....102

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

อาคารเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความสบายให้แก่มนุษย์ ในแง่การออกแบบอาคารขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างที่สำคัญคือ การออกแบบอาคารควรให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งสภาพแวดล้อมหลักๆ ที่มีผลต่อความสบายของมนุษย์ประกอบด้วยอุณหภูมิของอากาศ, การแผ่รังสี, การเคลื่อนไหวของอากาศภายในอาคาร และความชื้น ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและเปลี่ยนแปลงตามสภาพพื้นที่และปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ แนวทางการออกแบบซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย การออกแบบอาคารสมัยดั้งเดิม (Traditional Architecture) สำหรับอาคารในเขตร้อนชื้นให้ความสำคัญกับการระบายอากาศ และการป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ แต่อาคารสมัยใหม่ (Modern Architecture) มักละเลยรูปแบบดั้งเดิมโดยใช้รูปแบบสากลที่พึ่งพาเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการปรับสภาพแวดล้อมภายในให้เกิดความสบายซึ่งต้องสิ้นเปลืองพลังงานเป็นอย่างมาก

สภาวะน่าสบายของมนุษย์โดยเฉพาะทางด้านสภาพจิตใจเป็นการยากที่จะบ่งบอกออกมาได้ชัดเจนเพราะขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันและความเคยชินแต่ก็มีความพยายามกำหนดสภาวะน่าสบายจากอุณหภูมิของอากาศ ความชื้นในอากาศเป็นหลัก จาก "BIOCLIMATIC CHART"[1] ที่กำหนดขอบเขตของสภาวะน่าสบายอยู่ระหว่าง 72-85 องศาฟาเรนไฮท์(22-29 องศาเซลเซียส) โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20-70% ซึ่งถ้าสภาวะภายในอาคารไม่อยู่ในสภาวะน่าสบายก็สามารถใช้การระบายอากาศด้วยกระแสลม การลดความชื้น การเพิ่มความชื้นในอากาศ การแผ่รังสีความร้อนมาก่อให้เกิดสภาวะน่าสบายขึ้นได้

พื้นที่ของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนของโลก (Tropical Zone) มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (The Hot Humid Type) ซึ่งมีปัญหาหลักๆ เกี่ยวกับอาคาร คือ อาคารต้องหลีกเลี่ยงป้องกันรังสีร้อนแรงของดวงอาทิตย์และการทำให้ความชื้นระเหยไปโดยกระแสลม กระแสลมที่ผ่านเข้ามาในอาคารมีผลทำให้ร่างกายของมนุษย์เย็นลง โดยข้อเท็จจริงแล้ว กระแสลมไม่ได้ทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลงแต่ก่อให้เกิดความรู้สึกเย็นสบายโดยกระแสลมพาความชื้นระเหยออกจากร่างกาย

จากข้อมูลด้านสภาพอากาศของจังหวัดพิษณุโลก (หน้า 53) ในฤดูหนาว กล่าวได้ว่าตลอดเวลาอยู่ในสภาวะน่าสบาย แต่ในฤดูฝน

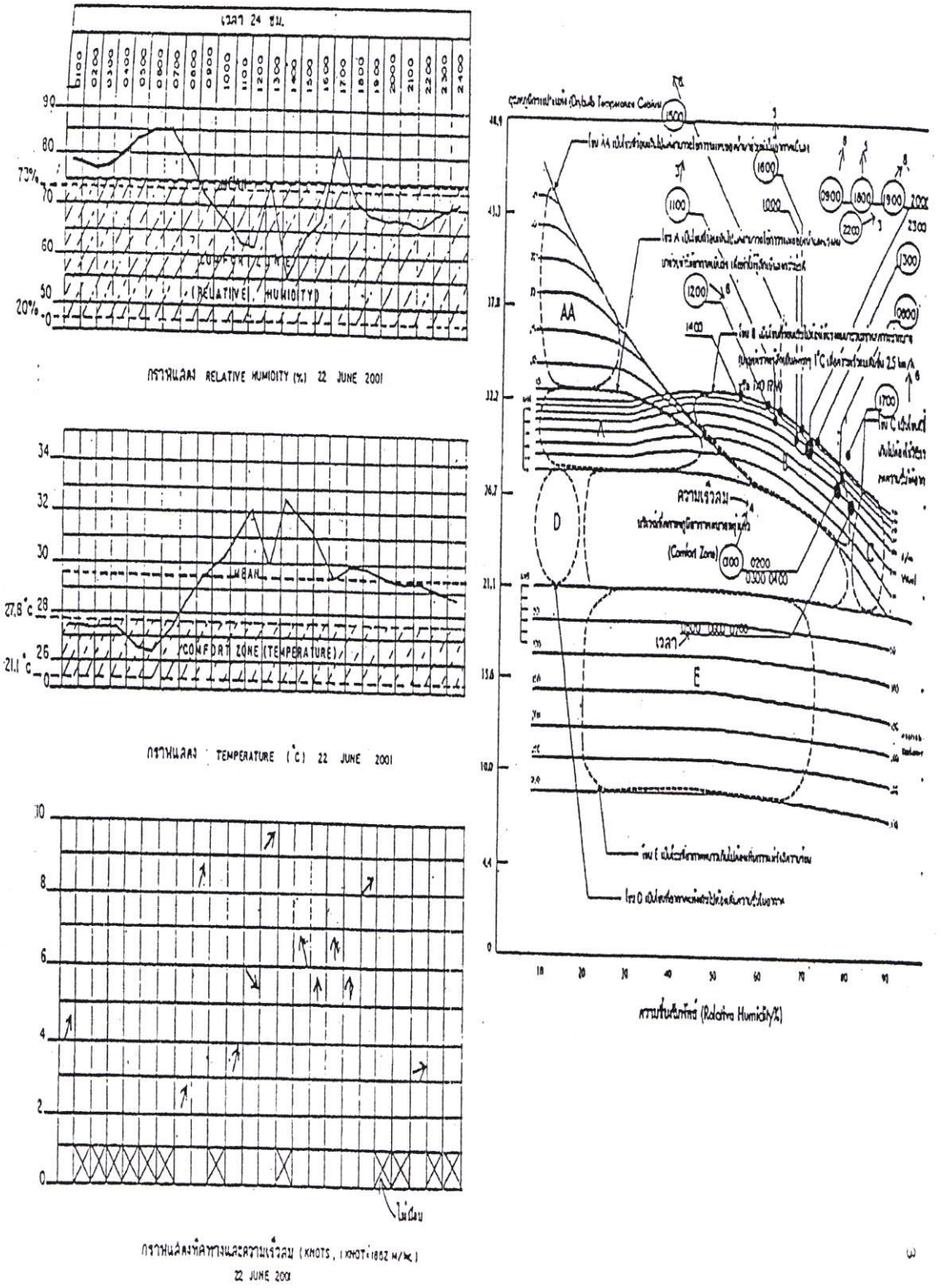
---

[1] BIOCLIMATIC CHART โดยวิธี Victor Olgyay' System จากหนังสือการออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น โดย รศ.สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541

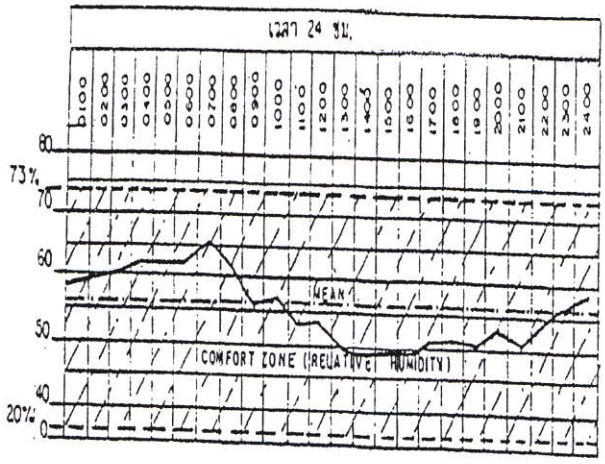
ไม่มีเวลาใดที่สภาพภูมิอากาศอยู่ในสภาวะน่าสบายอยู่ในโซนที่ค่อนข้างร้อนแต่สามารถใช้แรงลมช่วยสร้างสภาวะน่าสบายได้ (มนุษย์จะรู้สึกเย็นลงทุก 1 องศาเซลเซียส เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น 2.5 Km/h หรือ 0.70 m/sec) สำหรับในฤดูร้อนก็ไม่มีช่วงเวลาใดที่สภาพอากาศอยู่ในสภาวะน่าสบายเลยแต่สามารถใช้การระเหยของน้ำและแรงลมช่วยสร้างสภาวะน่าสบายได้(ดูหน้า 169-175) การสามารถชักนำการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติมาใช้จะช่วยลดการระบายอากาศภายในอาคารที่ต้องอาศัยเครื่องจักรกลเข้ามาช่วยทำให้ประหยัดพลังงานได้

รูปแบบของการไหลของอากาศภายในอาคาร เมื่อหน้าต่างอยู่ในทิศทางลมเข้า ความกดดันภายในจะสูงขึ้นจนเท่าความกดอากาศสูงที่ผนัง ถ้าหน้าต่างอยู่ที่ผนังด้านใต้ ลมความกดดันภายในจะต่ำลงมาที่ระดับเท่าความกดต่ำของภายนอก เมื่อเปิดหน้าต่างทั้งด้านต้นลมและด้านใต้ลม การไหลของอากาศถูกชักนำผ่านอาคารจากบริเวณความกดดันสูงสู่บริเวณความกดดันต่ำ มวลของอากาศก็เช่นเดียวกับมวลของสารอื่นๆ ที่เคลื่อนที่จะมีความเฉื่อย การไหลของลมในตอนแรกก็จะไหลตามทิศทางเริ่มต้นจนกระทั่งแรงเคลื่อนที่สูญเสียไปจากการเสียดทานกับอากาศภายในห้องและกระแสลมจะมีทิศทางไหลไปสู่ช่องเปิดที่มีความกดดันต่ำกว่า ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการระบายอากาศแบบข้ามฟาก(Cross Ventilation)การระบายอากาศแบบนี้คือสภาพที่ได้กำหนดพื้นที่ที่เชื่อมต่อช่องเปิดหรือหน้าต่างทั้งทางด้านที่มีความกดดัน (Positive Pressure) และทางด้านที่มีแรงดูด (Negative Pressure) จากภายนอกอาคาร

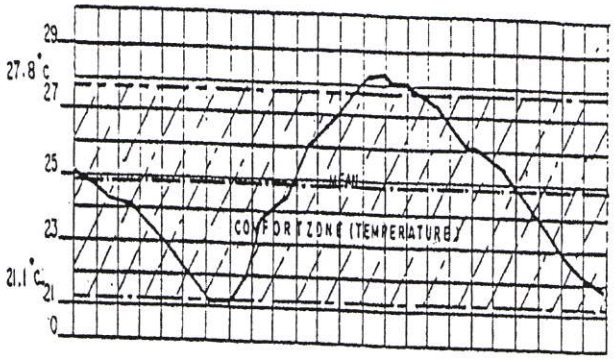
ในกรณีที่ไม่สามารถจัดให้มีช่องหน้าต่างที่ผนัง 2 ด้านเพื่อให้มีการระบายอากาศแบบข้ามฟากได้ มีผนังอาคารภายนอกด้านเดียว มีช่องหน้าต่างด้านผนังรับลมเพียงด้านเดียว กรณีนี้แม้ขนาดหน้าต่างซึ่งมีช่องเดียวจะมีขนาดใหญ่ก็ไม่ก่อให้เกิดการระบายอากาศภายในที่ดี ความเร็วลมภายในห้องต่ำมาก ไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดความรู้สึกสบายต่อผู้อยู่อาศัยภายในห้อง



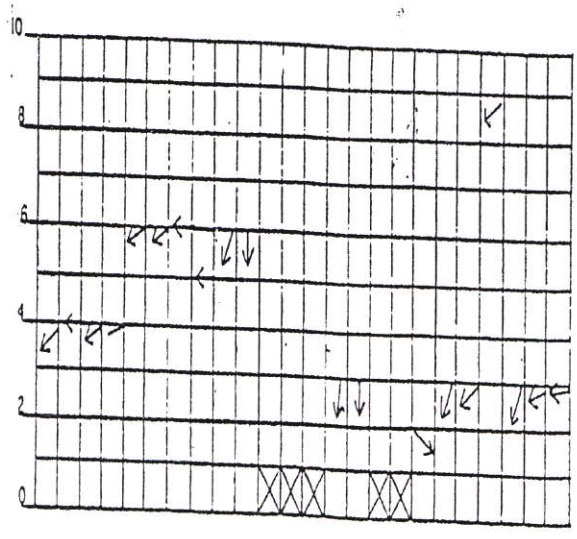
ภาพที่ 1.1 สภาพภูมิอากาศ COMFORT ZONE (ของ OLGAY) วันที่ 22 มิถุนายน 2544



กราฟแสดง RELATIVE HUMIDITY (%) 22 DEC. 2001

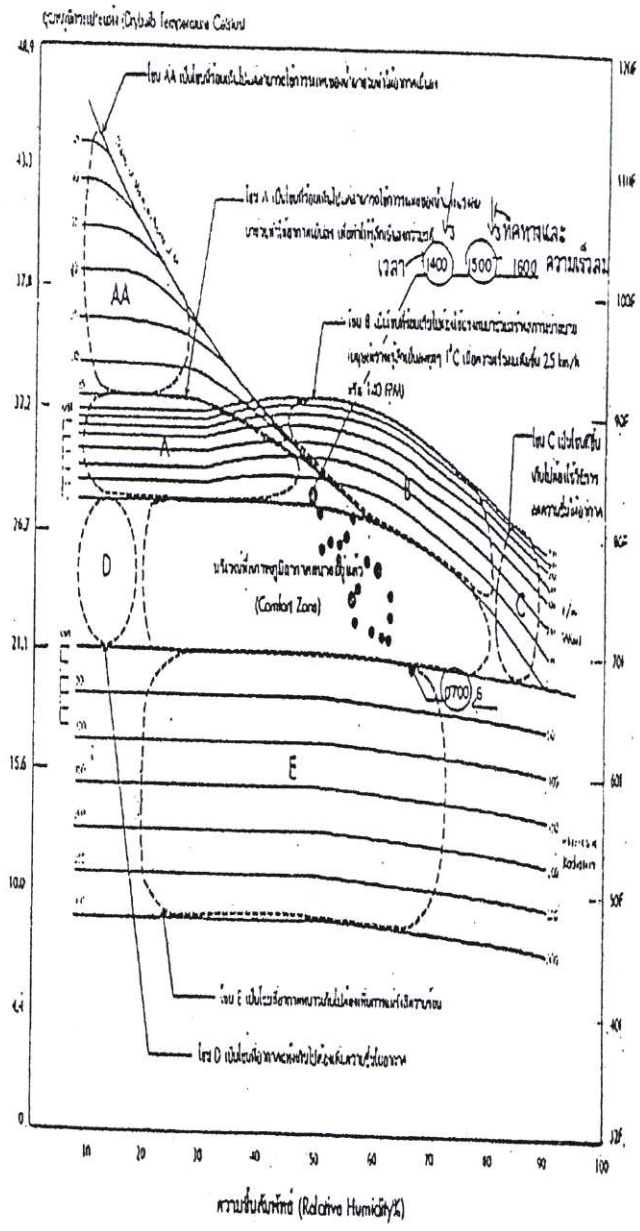


กราฟแสดง TEMPERATURE (°C) 22 DEC. 2001



กราฟแสดงทิศทางและความเร็วลม (KNOTS, 1 KNOT = 1852 M/HR)

22 DEC. 2001



ภาพที่ 1.2 สภาพภูมิอากาศ COMFORT ZONE (ของ OLGAY) วันที่ 22 มิถุนายน 2544

1.2 ความสำคัญของปัญหา

การระบายอากาศภายในอาคารเป็นองค์ประกอบหลักๆ เบื้องต้นที่มีผลต่อสุขภาพอนามัย ความสบายกาย และความรู้สึกของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ เช่น ช่วยลดระดับกลิ่น ลดจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ ลดความชื้นทำให้อากาศบริสุทธิ์ การเคลื่อนไหวของอากาศมีผลโดยตรงต่อร่างกายของมนุษย์ ส่วนอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารมีผลโดยทางอ้อม

การระบายอากาศภายในอาคารมีความสำคัญที่ก่อให้เกิดประโยชน์ที่ชัดเจน 3 ประการ คือ

ประการแรก – ช่วยรักษาคุณภาพของอากาศภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย โดยการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคารเข้ามาแทนที่อากาศภายในอาคาร ความต้องการในการระบายอากาศของประเด็นนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศเพื่อสุขภาพอนามัย (Health Ventilation) ซึ่งเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับทุกสภาพภูมิอากาศ การระบายอากาศภายในประการแรกนี้เป็นการป้อนอากาศเข้าสู่ภายในและการแลกเปลี่ยนอากาศ

ประการที่สอง – การระบายอากาศช่วยก่อให้เกิดความสบายของร่างกายในเวลาที่อากาศร้อน โดยช่วยเพิ่มการสูญเสียความร้อนจากร่างกายและป้องกันความไม่สบายเนื่องจากผิวหนังมีความชื้นสูง โดยใช้ความร้อนแฝง (Latent Heat) ทำให้เกิดการระเหยของความชื้น ประโยชน์ของการระบายอากาศในประการที่สองนี้ เป็นความสบายจากการระบายอากาศที่เกี่ยวกับเรื่องของความร้อน (Thermal Comfort Ventilation) การระบายอากาศในประการนี้จะพิจารณาด้านอัตราความเร็วของลมเป็นหลัก (Air Velocity) การระบายอากาศในประการที่สองนี้จะเป็นประเด็นหลักที่จะศึกษาวิเคราะห์วิจัยในรายละเอียดต่อไป

ประการที่สาม – การระบายอากาศเป็นการทำความเย็นให้กับโครงสร้าง เมื่ออุณหภูมิภายในของอาคารสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกอาคาร การระบายอากาศในประการที่ 3 นี้ จะพิจารณาให้ความสำคัญกับค่าความจุความร้อนของอากาศและการเคลื่อนที่ของความร้อนเข้าออกจากภายในอาคาร

ความสัมพันธ์ที่สำคัญๆ ของคุณประโยชน์ในการระบายอากาศเหล่านี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของแต่ละฤดูกาลและเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของอากาศที่ต้องการให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ

การระบายอากาศที่ก่อให้เกิดความสบายของร่างกายที่เกี่ยวกับเรื่องความร้อนนี้เป็นประเด็นหลักที่จะทำการศึกษาวิเคราะห์วิจัย การระบายอากาศเพื่อสุขภาพอนามัย เป็นเรื่องจำเป็นสำหรับทุกสภาพภูมิอากาศ แต่การระบายอากาศเพื่อให้เกิดความสบายที่เกี่ยวเนื่องกับความร้อน ไม่เป็นเรื่องจำเป็นของทุกสภาพภูมิอากาศ จะเกี่ยวเนื่องโดยเฉพาะทางด้านอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคาร ซึ่งภูมิอากาศภายในประเทศไทยที่อยู่ในเขตร้อนชื้น ต้องการการระบายอากาศเพื่อประโยชน์ในประเด็นนี้มาก

การออกแบบอาคารภายในปัจจุบัน อาจละเลยการออกแบบพื้นฐานที่มีมาตั้งแต่อดีตที่ใช้ธรรมชาติเป็นหลักในการออกแบบ การออกแบบอาคารในเขตร้อนชื้นในอดีตมีหลักการที่สำคัญคือการป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการให้มีการระบายอากาศที่ดีภายในอาคารเพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย เมื่อมีการละเลยการออกแบบขั้นพื้นฐานก็ใช้การออกแบบที่อาศัยเครื่องมือกลมาช่วยก่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย เช่น ใช้พัดลมซึ่งก็ยังมีราคาไม่แพงและใช้พลังงานน้อย หรือใช้เครื่องปรับอากาศซึ่งมีราคาแพงและใช้พลังงานมาก การอาศัยการออกแบบการระบายอากาศโดยพึ่งพาลมธรรมชาตินี้จะสามารถนำไปใช้เพื่อลดการพึ่งพาการใช้เครื่องมือกล ซึ่งทำให้ประหยัดการใช้พลังงานได้

เหตุผลในการเลือกห้องพักของอาคารหอพักเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากสภาพแวดล้อมของอาคารหอพัก อาจจำเป็นต้องมีผนังอาคารภายนอกด้านเดียวมีช่องหน้าต่างระบายอากาศที่ผนังภายนอกด้านเดียว เพราะด้านที่ติดกับช่องทางเดินภายในอาคารอาจต้องปิดเพราะต้องการความเป็นส่วนตัว

และเหตุผลอีกประการหนึ่งที่ห้องพักของอาคารหอพักได้ถูกนำมาพิจารณาในการชักนำการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเข้าไปใช้ในอาคาร เนื่องจากกิจกรรมในห้องพักอาคารหอพักเป็นกิจกรรมเบาๆ ที่ไม่ได้ใช้พลังงานมาก ความร้อนที่เกิดขึ้นจากร่างกาย (Metabolic Rate) จึงน้อยลง (ไปดูตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2) ทำให้สามารถที่จะใช้การระบายอากาศเพื่อความสบายเกี่ยวกับเรื่องของความร้อนได้

ตารางที่ 1.1 Metabolic levels of various activities (Kcal/h (Btu/h))[2]

Activities	Metabolic levels (Kcal/h (Btu/h))
Residential building	
Basal metabolism	60-70 (240-280)
Sitting at rest	90-100 (360-400)
Sedentary activity	100-120 (400-480)
Walking on a level at 4 km/h	210-270 (840-1080)

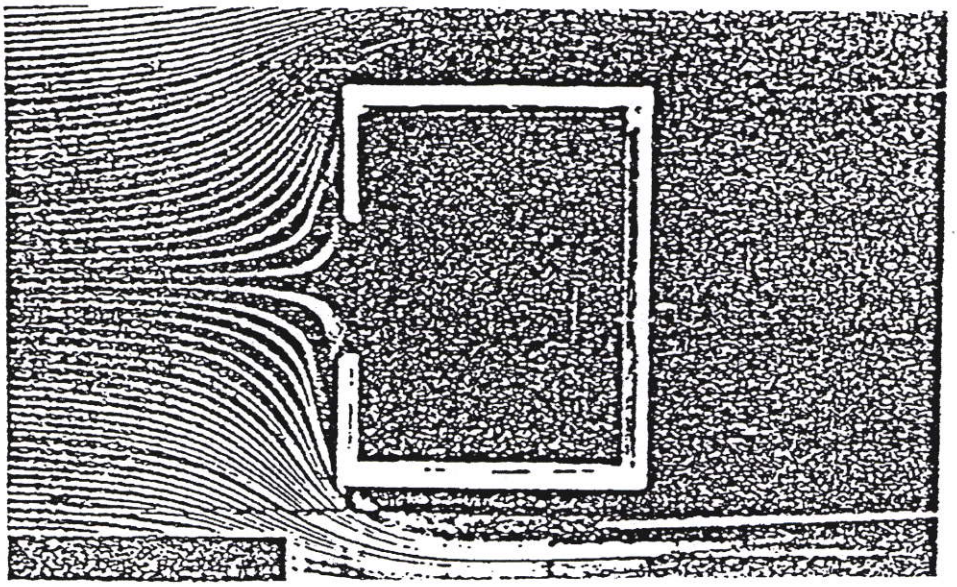
ตารางที่ 1.2 Metabolic levels of various activities (Kcal/h (Btu/h)) [3]

Activities	Metabolic levels (Kcal/h (Btu/h))
Walking on a level at 7 km/h	300-400 (1200-1600)
Walking up 10% slope at 4 km/h	340-480 (1360-1920)
Light industrial work	150-300 (600-1200)
Moderate industrial work	300-480 (1200-1600)
Heavy industrial work	450-600 (1800-2400)
Very Heavy work	600-750 (2400-3000)

[2] ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ , **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า** , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2542

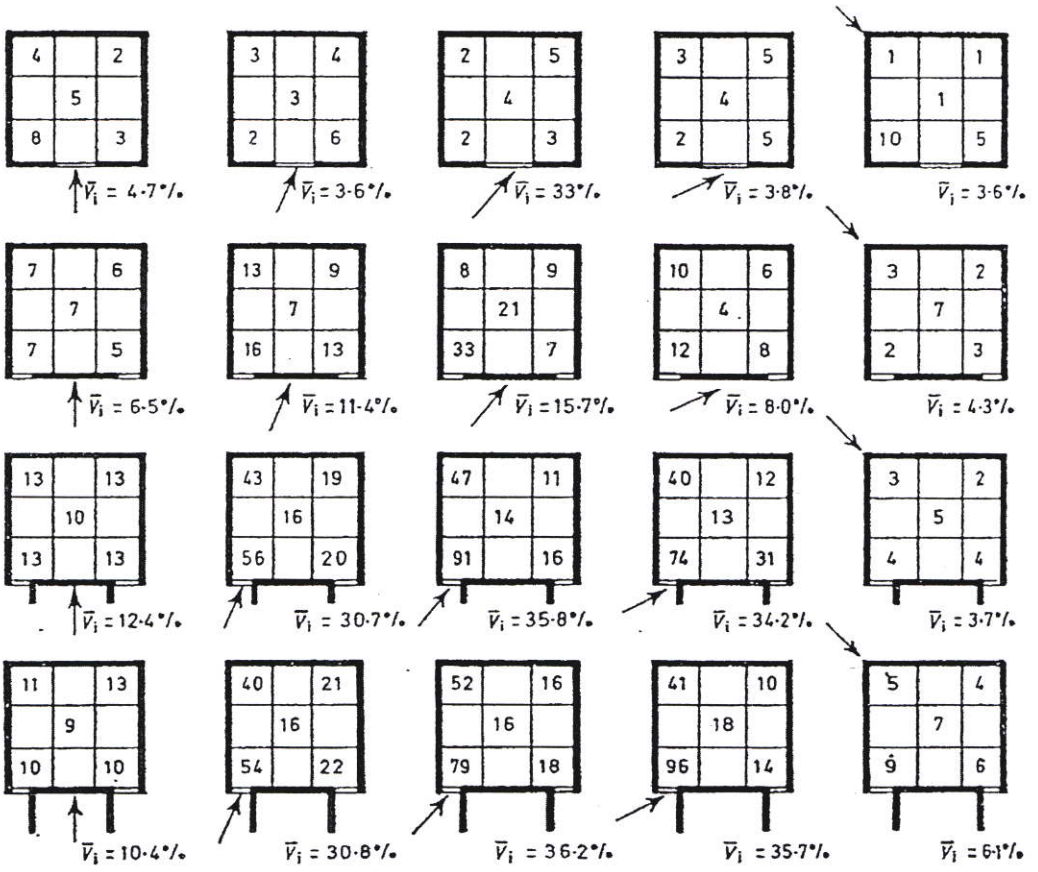
[3] ที่มา : Baruch Givoni, (1976) **Man, Climate and Architecture**, Second Edition, Van Nostrand Reinhold, London.

การออกแบบช่องหน้าต่างระบายอากาศที่ผนังด้านเดียวนี้ ถ้าการออกแบบเป็นการออกแบบให้มีเพียงช่องเปิดธรรมดาเพียงช่องเดียวที่ทำกันอยู่โดยทั่วไปก็จะไม่สามรถชักนำการระบายอากาศที่พอเพียงให้เกิดขึ้นภายในห้องได้ ตามแสดงจากการทดลองของ B.GIVONI ในภาพ



ภาพที่ 1.3 การมีช่องเปิด 1 ช่องที่ผนังด้านเดียวเกิดการระบายอากาศภายในต่ำมาก

แต่ถ้าการออกแบบจัดให้มีช่องหน้าต่าง 2 ช่อง แยกห่างจากกันที่ผนังด้านเดียว มีผลการทดลองของ B.GIVONI [4] พบว่าได้ผลด้านการระบายอากาศภายในได้ดีกว่ามากและเมื่อยื่นแผงทางตั้งหรือปีกอาคาร (Wing Wall) ออกมาดักลม ก็ยิ่งได้ผลดียิ่งขึ้น เป็นสิ่งที่น่าศึกษาทดลองอย่างยิ่ง



Internal air speeds in models with vertical projections of different depths, compared with values in models without projections. Window width $\frac{1}{3}$ of wall width.

ภาพที่ 1.4 การมีช่องเปิด 2 ช่องที่ริมผนังและใช้ปีกอาคารช่วยให้การระบายอากาศภายในห้องดีขึ้นมาก

[4] B.GIVONI ในหนังสือ Man, Climate and Architecture Building, Research Station, Is rael Institute of Technology

การศึกษาวิจัยนี้จะผสมผสานการใช้ปีกอาคารเป็นหลักร่วมกับวิธีการกำหนดช่องเปิดเพื่อก่อให้เกิดการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติภายในห้องหอพักที่มีผนังภายนอกด้านเดียวมีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียวกัน ช่วยลดการพึ่งพาเครื่องมือกล ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดพลังงานในอาคาร

1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

การศึกษาวิจัยในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหาวิธีการชักนำการระบายอากาศภายในห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียวมีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียว การมีช่องเปิดที่ผนังภายนอกด้านเดียวแม้ช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่ก็มีผลน้อยมากต่อการระบายอากาศภายในห้อง กระแสลมไม่สามารถเข้ามาลึกภายในห้อง จะเข้าไปได้เพียงเล็กน้อยเพราะจะมีแรงผลักดันจากความกดอากาศภายในห้อง แต่ถ้าออกแบบช่องเปิดแยกจากกัน ก็สามารถก่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีขึ้นได้ และเมื่อมีการใช้ปีกอาคาร ก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถในการระบายอากาศภายในห้องได้ดียิ่งขึ้น ดังผลการทดลองของ B.GIVONI ที่กล่าวแล้วในข้อ 1.2 การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นอาคารประเภทหอพัก ที่มักจำเป็นต้องออกแบบให้มีผนังภายนอกด้านเดียวเพราะผนังด้านทางเดิน (Corridor) มักจำเป็นต้องปิดมิดชิดเพื่อความเป็นส่วนตัว การศึกษาวิจัยจะทำการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ศึกษาปัจจัยต่างๆ และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศของห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียว มีหน้าต่าง อยู่บนผนังด้านเดียวกัน

3.2 ศึกษาค้นคว้าวรรณกรรม แนวทฤษฎีและการทดลองต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวทางที่ชัดเจนในการศึกษาวิจัย

3.3 ศึกษารูปแบบ ขนาดของช่องเปิดนำมาใช้กับปีกอาคารรูปแบบต่างๆ

3.4 ศึกษาหาความสามารถสูงสุดที่ก่อให้เกิดการระบายอากาศภายในห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียวต่อเนื่องจากการศึกษาในข้อ 3.3 โดยกำหนดประเด็นข้อจำกัดต่างๆไว้ด้วย

3.5 นำผลของการศึกษาวิจัยไปทดลองกับหุ่นจำลองของห้องในโครงการจริงที่เลือกเพื่อทำการศึกษาวิจัย

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

เป็นการศึกษาการระบายอากาศภายในห้องของหอพักที่มีผนังภายนอกด้านเดียว มีหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกันโดยใช้เทคนิคการนำปีกอาคารมาเป็นองค์ประกอบหลัก ชักนำให้เกิดการระบายอากาศภายในห้องที่ดีขึ้น ประกอบกับองค์ประกอบอื่นคือตำแหน่งและขนาดของช่องเปิดที่มีผลต่อการศึกษาดังนั้นจึงได้มีการกำหนดและควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อสามารถศึกษาถึงปัญหาและที่มาได้อย่างถูกต้องซึ่งกำหนดขอบเขตของการศึกษาได้ดังนี้

4.1 ในการศึกษา เลือกอาคารตัวอย่างเป็นอาคารประเภทหอพักที่มีผนังภายนอกเพียงด้านเดียวมีหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกัน ความสูงของอาคารไม่เกิน 5 ชั้น ในจังหวัดพิษณุโลก

4.2 ศึกษาตำแหน่งและขนาดของช่องหน้าต่างที่รับลมในทิศทางต่างๆ ตั้งแต่ลมที่พัดตั้งฉากและพัดเอียงเข้าสู่ช่องหน้าต่างในมุมองศาต่างๆที่พัดมากที่สุดในจังหวัดพิษณุโลก 3 ทิศทาง เพื่อศึกษาทิศทางลมในธรรมชาติมีผลต่อการระบายอากาศของห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียวอย่างไร

4.3 ศึกษาเทคนิคการบังคับทิศทางลม การชักนำลมเข้าสู่ภายในห้องให้เกิดการระบาย อากาศที่ดีขึ้นโดยการใช้ปีกอาคารผสมผสานกับการศึกษาในข้อ 4.2 ปีกอาคารที่จะทำการศึกษาจะกำหนดรูปแบบขนาดต่างๆ หันเหไปในทิศทางต่างๆ เพื่อตอบรับการบังคับทิศทางลมให้ชักนำเข้าสู่ภายในห้อง

4.4 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางภูมิอากาศของพื้นที่หอพักที่ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาคาบไม่ต่ำกว่า 10 ปี

4.5 ปัจจัยและตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการอ้างอิง ใช้ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงเท่านั้น

4.6 การศึกษาสภาพการระบายอากาศจะใช้อุปกรณ์วัดความเร็วลมในหุ่นจำลองซึ่งวางในอุโมงค์ลม เปรียบเทียบอัตราส่วนร้อยละระหว่างลมภายในอุโมงค์ลมและภายในหุ่นจำลอง

4.7 ผลสรุปที่ได้จากการศึกษาวิจัยจะนำไปเปรียบเทียบกับทฤษฎีและผลการทดลองที่เคยมีผู้เสนอมาแล้ว

1.5 สมมุติฐานของการศึกษา

อาคารบางประเภท เช่น อาคารหอพักเป็นต้นอาจจำเป็นต้องออกแบบให้มีช่องหน้าต่างระบายอากาศที่ผนังภายนอกด้านเดียว เพราะด้านที่ติดต่อกับช่องทางเดินภายในอาคารอาจจำเป็นต้องปิด เพราะต้องการความเป็นส่วนตัว อย่างไรก็ตามการมีช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว ก็สามารถก่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดีพอสมควรได้ โดยใช้เทคนิคการออกแบบเข้าไปช่วย เช่น จากการทดลองของ B.GIVONI ที่กล่าวถึงแล้วในข้อ 1.2 การกำหนดให้มีช่องหน้าต่างที่ผนังภายนอกแยกห่างจากกัน 2 ช่องแทนการมีช่องหน้าต่างเพียงช่องเดียวใหญ่ๆ และการใช้ปีกอาคาร เข้าไปเป็นองค์ประกอบ จะช่วยให้การระบายอากาศภายในห้องดีขึ้น ความเร็วลมภายในห้องสูงขึ้น ซึ่งการออกแบบถ้ากำหนดปัจจัยเหล่านี้ผิดพลาดจะทำให้การระบายอากาศภายในไม่ได้ผลเท่าที่ควร ไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยเกิดความสบาย จำเป็นต้องพึ่งพาเครื่องมือกล เช่น พัดลมหรือเครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วยให้เกิดสภาวะความสบายภายในห้องเมื่อผู้ออกแบบเข้าใจใช้เทคนิคการออกแบบชักนำการระบายอากาศภายในห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียวมีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียวอย่างมีประสิทธิภาพก็จะสามารถลดการพึ่งพาเครื่องมือกลได้ผลของการศึกษาวิจัยจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารที่มีข้อจำกัดลักษณะเดียวกันได้เป็นอย่างดี

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาเทคนิคการใช้ปีกอาคารเป็นองค์ประกอบของช่องเปิดที่ผนังของห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียว มีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียว เพื่อช่วยชักนำการระบายอากาศภายในห้องได้ดีขึ้นกว่าการมีเพียงช่องเปิดเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

- การศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศ สภาพทิศทางและความเร็วลมของพื้นที่ที่เลือกเพื่อการวิจัย โดยใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาคาบไม่ต่ำกว่า 10 ปี
- ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับที่มาของปัญหาโดยเน้นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ผลการทดลองที่เกี่ยวกับการใช้ปีกอาคารเป็นองค์ประกอบของช่องเปิดเพื่อชักนำการระบายอากาศภายในห้อง

- ศึกษาประเภท ลักษณะรูปแบบต่างๆ ของปีกอาคารที่มีผู้ทำการศึกษาวิจัยทดลองไว้แล้ว นำมาสรุปผลซึ่งจะระบุถึงข้อกำหนด ข้อจำกัดต่างๆ ด้วย
- ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศตามธรรมชาติ
- ศึกษาประเภท รูปแบบ ของช่องเปิดสำหรับอาคารประเภทหอพักที่ห้องพักมีผนังภายนอกด้านเดียวมีหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียว

ขั้นตอนที่ 3 เลือกประเภทของอาคารเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา

- ศึกษาสำรวจ สังเกตุอาคารจริง ที่การออกแบบห้องพักมีผนังภายนอกด้านเดียว ศึกษาความนิยมในการออกแบบช่องเปิด
- เลือกประเภทของอาคารที่ลักษณะการออกแบบมักจำเป็นต้องกำหนดให้ห้องพักมีผนังภายนอกด้านเดียว เลือกอาคารที่จะนำมาใช้เป็นกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบช่องเปิดที่มีปีกอาคารเป็นองค์ประกอบสำหรับห้องพักที่มีผนังภายนอกด้านเดียวมีหน้าต่างอยู่บนผนังภายนอกด้านเดียว และการทำหุ่นจำลอง

- ศึกษาออกแบบรูปแบบ ขนาด ประเภทของปีกอาคารเป็นองค์ประกอบของช่องเปิดของห้องพักที่มีผนังภายนอกด้านเดียว จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาในเบื้องต้นแล้ว โดยกำหนดทิศทางลมที่พัดเข้าสู่ห้องพักในทิศทางที่ลมพัดมากที่สุด 3 ทิศทาง

ขั้นตอนที่ 5 ทำการทดลองและบันทึกผลโดยใช้หุ่นจำลองทดสอบภายในอุโมงค์ลม ซึ่งมีตัวแปรที่นำมาทดลองคือ

- ทิศทางของลมใน 3 ทิศทางที่ลมพัดมากที่สุด ที่พัดเข้าสู่หุ่นจำลองในความเร็วลมที่กำหนดไว้

- รูปแบบ ลักษณะ ขนาด ประเภทของปีกอาคาร ประกอบกับช่องเปิดที่ผนังอาคาร

- ขนาดของหุ่นจำลองที่พอเหมาะสำหรับทดสอบตัวแปรที่ควบคุมขณะทำการทดลองคือขนาดมาตราส่วน 1 : 10

- อุปกรณ์การวัดผลและการบันทึกผลลักษณะการเคลื่อนที่ของลมและความเร็วลม

- สภาพแวดล้อมขณะทำการทดลอง

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผลการทดลอง

- นำข้อมูลและผลการทดลองที่ได้มาประเมินข้อดี ข้อเสีย ของการทดลองทุกรูปแบบเพื่อให้ได้รูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 7 การสรุปผลและข้อเสนอแนะในการวิจัย

- สรุปผลว่าปีกอาคาร ซึ่งเป็นองค์ประกอบของช่องเปิดควรเป็นแบบใด จึงจะเหมาะสมที่สุดสำหรับห้องพักที่มีผนังภายนอกด้านเดียวมีหน้าต่างบนผนังด้านเดียวสำหรับกระแสลม 3 ทิศทางที่ลมพัดมากที่สุด

- เสนอแนะแนวทางแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้ข้อมูล แนวคิด ทฤษฎีผลการทดลองจากเอกสารต่างๆ ด้านการระบายอากาศภายในอาคาร และโดยเฉพาะการใช้ปีกอาคารเป็นองค์ประกอบของช่องเปิดเพื่อชักนำการระบายอากาศเข้าสู่ภายในห้อง

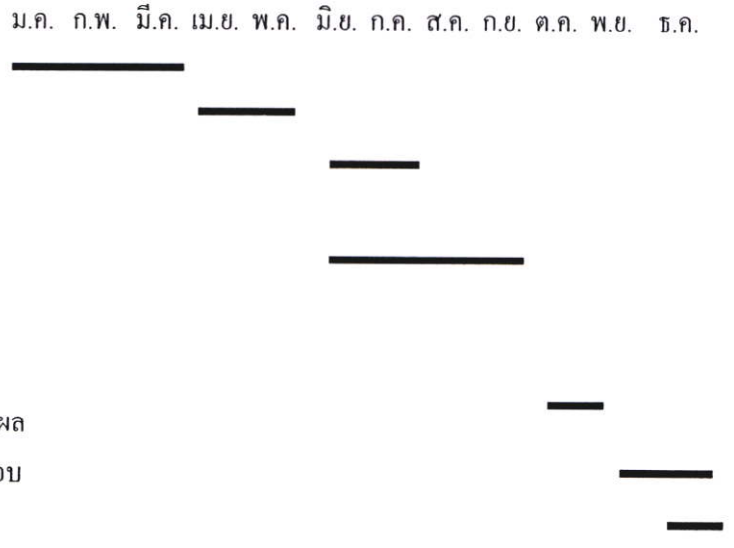
- ได้แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์เทคนิคการใช้ปีกอาคารเพื่อชักนำการระบายอากาศที่ดีภายในอาคาร

- การออกแบบโดยอาศัยเทคนิคการชักนำการระบายอากาศภายในอาคารจากลมธรรมชาติเป็นการแก้ปัญหาสภาวะความสบายของผู้ใช้อาคาร โดยตรงสามารถลดการใช้พลังงานของอาคารได้ โดยเฉพาะสำหรับอาคารขนาดกลางและขนาดเล็ก

- ผลงานวิจัยจะเป็นแนวทางให้ผู้สนใจได้นำไปศึกษาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

1.8 ระยะเวลาในการทำวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย เดือน



บทที่ 2
ทฤษฎี วรรณกรรมและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาวะน่าสบาย (Comfort Zone)

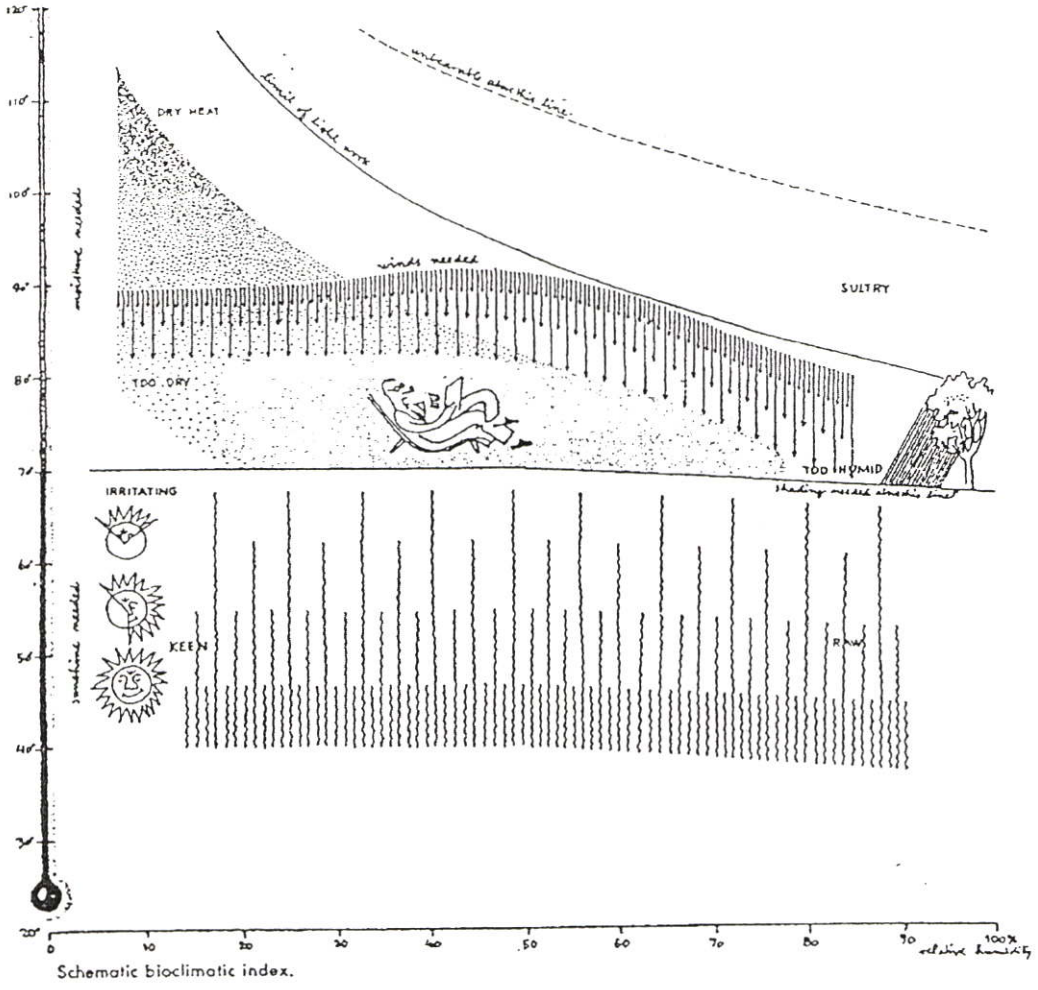
จากการทดลองพบว่า สภาวะน่าสบาย [5] ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน รวมทั้งความเคยชิน ข้อมูลทางด้านกายภาพ สามารถที่จะแสดงออกมาได้ แต่ทางด้านสภาพจิตใจ เป็นการยากที่จะบ่งบอกออกมาได้ บุคคลที่เคยชินกับบรรยากาศแบบอบอุ่นหรือหนาว ย้ายไปอยู่ในเขตร้อน สามารถปรับสภาพทางร่างกายได้ในเวลา 1 เดือน ส่วนสภาพจิตใจยากที่จะได้รับความสบายอย่างสมบูรณ์ ในฐานะของผู้สร้างสรรค์จึงอาจมีทางช่วยได้ โดยการออกแบบให้อยู่ใน " สภาวะที่น่าสบาย " ที่สุดเท่าที่สิ่งแวดล้อมจะอำนวยได้

ซึ่งในการพิจารณาถึงสภาวะน่าสบาย มีขอบเขตเกี่ยวเนื่องด้วยปัจจัยในบรรยากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานที่จะนำเอาไปใช้ในในการทำวิเคราะห์ ปัจจัยมูลฐานที่นำมาวิเคราะห์สภาวะน่าสบายให้แก่อาคาร คือ

อุณหภูมิของอากาศ
ความชื้นสัมพัทธ์
การพัดของกระแสลม
การแผ่รังสีความร้อน

---

[5] สมสิทธิ์ นิตยะ, สภาวะแวดล้อมในเขตร้อน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541



ภาพที่ 2.1 SCHEMATIC BIOCLIMATIC INDEX

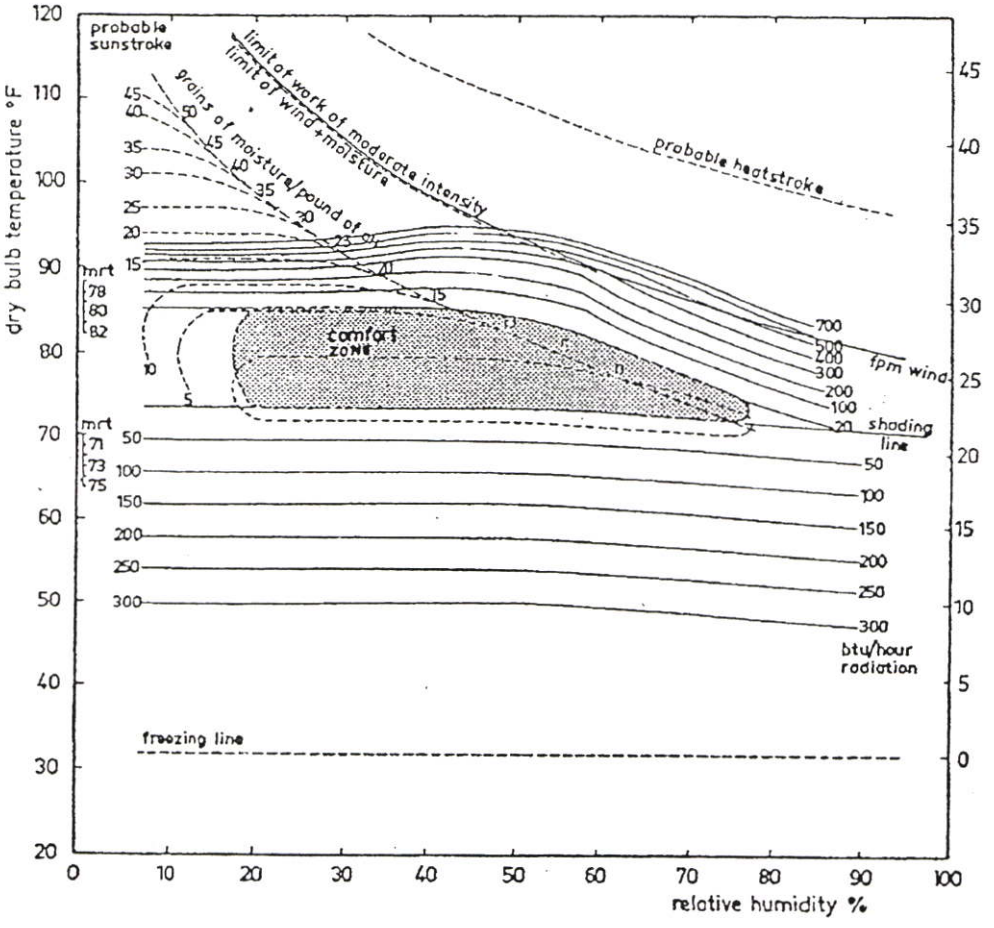
ผลจากการวิจัยพบว่า อุณหภูมิพอเหมาะพอสบายในเขตเส้นศูนย์สูตร อยู่ระหว่าง 71.5– 85 ° โดยมีความชื้นสัมพัทธ์(Relative Humidity) ระหว่าง20% -50% ซึ่งต้องมีสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เข้ามาร่วมด้วยอีกมาก ข้อมูลลำดับแรกได้จากวิธีหาค่าของสภาวะน่าสบายที่เนื่องด้วยการออกแบบภายในอาคาร โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลตามตารางที่ยุ่งยาก โดยวิธี Victor Olgyay's System ทำที่ตำแหน่งเส้นรุ้งที่ 40 ° N ซึ่งค่าของสภาวะน่าสบาย จะเลื่อนขึ้น1 ° F ต่อทุกๆการเพิ่มค่าขึ้น 8 ° ของตำแหน่งเส้นรุ้ง (Latitude) ซึ่งเรียกว่า BIOCLIMATIC CHART รวมข้อมูลของความต้องการการกันแดด การแผ่รังสีความร้อน กระแสลมและความชื้นในอากาศ สภาวะน่าสบายซึ่งทำให้สามารถพิจารณาหาสิ่งที่ต้องการนำมาใช้เพื่อให้การออกแบบสมบูรณ์ได้ รวมทั้งขอบเขตที่จะต้องนำเอาเครื่องอุปกรณ์เข้ามาผนวกด้วย

จากภาพที่ 2.2 จะเห็นตำแหน่งของสภาวะน่าสบายอยู่ตรงกลาง

1. เหนือ ตำแหน่งของสภาวะน่าสบาย คือตำแหน่งของสภาวะร้อน ซึ่งจากแผนภูมิจะเห็นเส้นแสดงความเร็วลม ซึ่งจะสามารถนำมาช่วยให้บริเวณนั้นๆ ยังอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

2. นอกจากนี้ที่เหนือตำแหน่งของสภาวะน่าสบายจะเห็นเส้นแสดงค่าของความชื้นในอากาศ ซึ่งก็สามารถจะนำมาช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ ในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศต่ำ

3. ในตำแหน่งของสภาวะน่าสบาย มีเส้นแสดงการต้องการร่มเงา (การกันแดด) ใต้ตำแหน่งสภาวะน่าสบายลงไปเรียกว่า สภาวะหนาวเย็นจะมีเส้นแสดงปริมาณความต้องการ การแผ่รังสีความร้อน หรือ การต้องการความร้อนเพิ่มทางใดทางหนึ่ง



ภาพที่ 2.2 BIOCLIMATIC CHART FOR LATITUDE 13 ° N or S

จากข้อ 1.ในหน้า 17 การเคลื่อนที่ของลมทำให้เกิดความเย็น การเคลื่อนที่ของลมช่วยเร่งการระเหยกลายเป็นไอจากผิวหนัง ทำให้อุณหภูมิลดลง ถ้าความเร็วลมเพิ่ม ส่วนบนของสภาวะน่าสบายจะถีบตัวตามขึ้นไป แต่หากอุณหภูมิโดยรอบสูงมาก ก็ยิ่งเป็นการยากที่จะใช้กระแสลมช่วยในอาคารบางชนิด การออกแบบจะต้องไม่ใช้กระแสลมที่มีความเร็วสูงเกินไป เช่น สำนักงาน โรงพยาบาล

จากข้อ 2. ในหน้า 17 การระเหยกลายเป็นไอ ลดอุณหภูมิให้ต่ำลง เส้นประ แสดงปริมาณความชื้น เป็นเกรน ต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์ ของอากาศ (Grains per Pound(Lb)) (อากาศ $1ft^3$ หนัก = 0.08 Lb) ซึ่งทำให้รู้ว่าจะต้องเพิ่มความชื้นให้กับอากาศหรือไม่ในบริเวณเขตร้อนแห้ง ซึ่งในเขตร้อนแห้งการเพิ่มความเร็วลมไม่ได้ผล วิธีการเพิ่มความชื้นใช้ได้ทั้งวิธีตามธรรมชาติ และใช้เครื่องมือประกอบเช่น น้ำพุ สระน้ำ บึง ต้นไม้ เป็นต้น

จากข้อ 3. ในหน้า 17 ความร้อนเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ การให้ความอบอุ่นแก่อาคารมิได้ทำโดยการใช้เครื่องทำความร้อนเท่านั้น สามารถใช้จากผนังอาคารที่ได้รับความร้อนเอาไว้ให้แผ่รังสีความร้อนออกมา ในกรณีที่มีความอบอุ่นแก่อาคารมีต่ำกว่าปกติไม่มากนัก วิธีนี้จะให้ผลดี (ฤดูหนาวในเขตร้อน หรือตำบลที่มีอุณหภูมิต่ำในเวลากลางคืน) ผนังจะมีการสะสมและมีค่าของการหน่วงความร้อนไว้ตามต้องการ โดยการเลือกวัสดุ ความหนาและออกแบบไว้ให้รับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ในทิศทางที่ต้องการอย่างเหมาะสม

ข้างล่างนี้ เป็นตารางแสดงค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งนำมาใช้หาค่าสภาวะน่าสบายได้จาก Phychrometric Chart ในภาคผนวก 1 และ Effecfive Temperature Chart ในภาคผนวก 2

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อมูลรวมสภาพภูมิอากาศ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ค.ศ.1994 – 2003 (หา COMFORT-ZONE)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
TEMPERATURE °C												
Mean Max	31.7	33.4	35.5	38.0	35.3	34.2	33.1	32.5	32.3	32.6	31.8	30.9
Mean Min.	19.0	20.7	23.3	25.0	25.0	25.1	24.9	24.7	24.6	24.0	21.8	19.4
Relative Humid %												
Mean Max	86	83	82	82	88	89	91	92	92	91	88	85
Mean Min.	43	41	43	44	53	58	62	64	64	59	52	45
Mean R	65	62	63	63	71	74	77	78	78	75	70	65
Wet Bulb Temperature °C	Max DBT และ Min RH นำมาหาค่า Max WBT- ใน Psychrometric chart Min. DBT และ Max RH นำมาหาค่า Min.WBT											
Max WBT °C	22.6	23	25.2	27.3	27.3	27.1	25.6	26.8	25.5	25.8	23.8	21.6
Min. WBT °C	17.5	18.6	21.1	22.8	23.4	23.8	22.6	23.8	23.7	22.9	20.2	17.6
Effective Temperature °C	ลากเส้นเชื่อมโยง Max DBT กับ Max WBT หา Max ET-ใน Globe ลากเส้นเชื่อมโยง Min DBT กับ Min WBT หา Min.ET-Thermometer											
Max ET °C	26.2	27.4	29	30.5	30.1	29.6	28.5	28.8	28.1	28.3	27.1	25.9
Min. ET °C	18.6	20	23.5	24	24.1	24.4	23.8	24.1	24.2	23.5	21.3	18.9
Mean ET (5M/min.)	22.4	23.7	26.3	27.3	27.1	27	26.2	26.5	26.2	25.9	24.2	22.4

[6] วิธีหาเขตสบาย(Method for Determining Comfort Zone) อ.เมือง จ.พิษณุโลก ปี ค.ศ 1994-2003

หาอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี

DBT = Dry Bulb Temperature

TAM = อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (Annual mean DBT)

$$TAM = \frac{\text{DBT สูงสุดของปี + DBT ต่ำสุดของปี}}{2}$$

$$TAM = \frac{38 + 19}{2}\ ;\ TAM = 28.5\ ^{\circ}C$$

TCC = Center of Comfort Zone

สำหรับพื้นที่ TAM สูงกว่า 10 ° C

$$TCC = \frac{TAM + 17.2}{4}$$

$$TCC = \frac{28.5 + 17.2}{4}$$

$$TCC = 24.3\ ^{\circ}C$$

Annual DBT Range = DBT สูงสุดของปี - DBT ต่ำสุดของปี

= 38-19 = 19

จากตาราง Comfort Zone Range

Annual DBT Range 19-24 > Comfort Zone Range = 4

Comfort Zone

- ระยะเขตสบายอุณหภูมิที่สูงกว่า TCC = $24.3 + \frac{4}{2} = 26.3^{\circ}C$
- ระยะเขตสบายอุณหภูมิที่ต่ำกว่า TCC = $24.3 - 24.3 - \frac{4}{2} = 22.3^{\circ}C$

นำค่า Effective Temperature ที่หาได้และช่วงกว้างของเขต Comfort Zone มาใส่ใน Effective Temperature Sheet ทำให้ทราบถึงระยะอุณหภูมิที่ร่างกายรู้สึกสบายได้

---

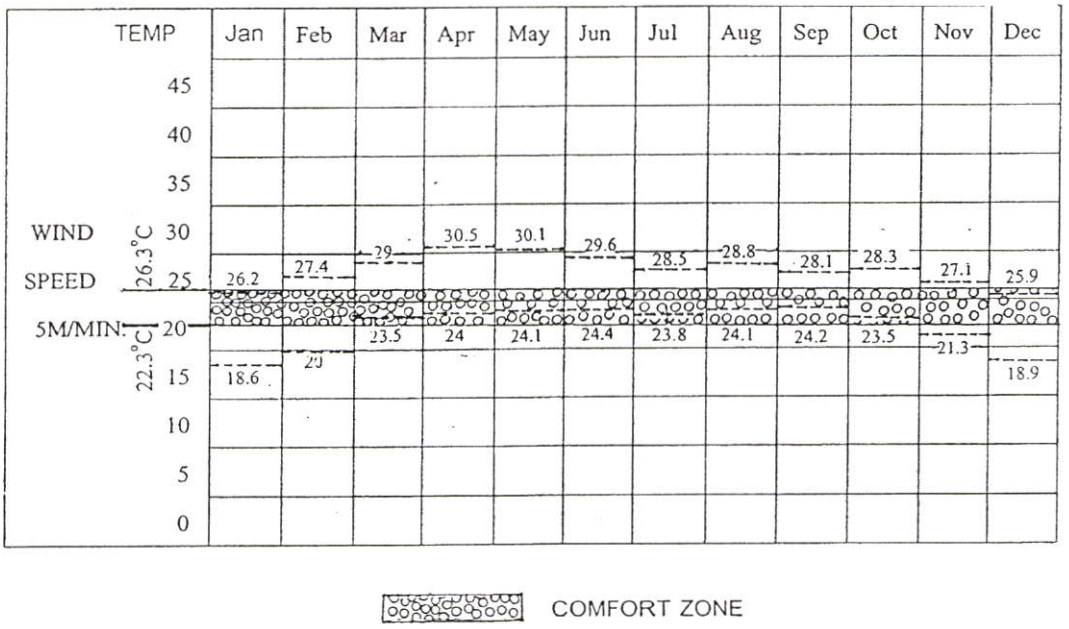
[6] ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย.กรุงเทพ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2521

EFFECTIVE TEMPERATURE SHEET

LOCATION PHISANULOK **LONG. 100° 16' E** **LAT.16° 47' N.**

ค.ศ. 1994-2003

ตารางที่ 2.2 แสดง COMFORT ZONE ตลอดปี เปรียบเทียบกับค่า Max ET, Min.ET



2.2 การเกิดกระแสลมและการเคลื่อนไหวของอากาศ

[7] **ลม** คือ อากาศที่เคลื่อนที่ตามแนวราบ (Horizontal Motion) ส่วนอากาศที่เคลื่อนที่ในทางดิ่งเรียกว่า กระแสอากาศ (Current) จากผลที่มีลมเกิดขึ้นจะทำให้สภาวะหลายประการในบรรยากาศเปลี่ยนแปลง เช่น มีการเคลื่อนที่ของความร้อน ความชื้นและคุณสมบัติอื่นๆ พบว่า ถ้าอุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น ความกดอากาศย่อมลดลง และสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ย่อมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักและเป็นผลให้ความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าเราให้น้ำหยดลงบนพื้นจะมีแรงกดเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก (Action of Gravity) โดยน้ำหนักของน้ำความกดพยายามเข้าสู่สภาพทุกๆ แห่ง ความกดลักษณะนี้ในอากาศก็เช่นเดียวกันพยายามจะพุ่งตัวออกฟุ้งกระจายออกเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ที่เรียกว่า " ลม "

และมีคำอธิบายอื่นเกี่ยวกับการเกิดของกระแสลม [8] คือ อธิบายว่าลมเกิดขึ้นได้จากสาเหตุที่เกี่ยวเนื่องกับความกดดันของอากาศและอุณหภูมิ คือ

ความแตกต่างของความกดดันอากาศ

โดยธรรมชาติอากาศจะไหลจากความกดอากาศสูงไปสู่ความกดอากาศซึ่งต่ำกว่า และเมื่อลมพัดผ่านอาคารมัน จะโอบรอบอาคารทำให้เกิดความกดอากาศสูงหรือต่ำ โดยทั่วไปเขตที่มีความกดอากาศสูง คือส่วนที่ลมมาปะทะกับผนัง ส่วนที่มีกดอากาศต่ำซึ่งอาจจะเรียกว่า Wind Shadow คือลมในบริเวณด้านหลังของอาคาร

ความแตกต่างของอุณหภูมิ

เป็นสาเหตุให้เกิดความเคลื่อนไหวของอากาศหรือกระแสลมเหมือนกัน แต่โดยธรรมชาติจะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมจึงเกิดจากบริเวณความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าบริเวณอุณหภูมิที่ต่างกัน

---

[7] สุวพันธ์ นิลายน, อุตุนิยมวิทยา, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2543

[8] สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2541

การพัดของกระแสลม

อิทธิพลที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของลมในระดับผิวพื้น (Surface Wind) ได้แก่ สภาพของพื้นผิวในท้องถิ่นนั้นๆ โดยที่สามารถแบ่งสภาพการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ใน 2 ระดับ นั่นคือ ระดับ มหภาค และระดับพื้นถิ่น

ลมผิวพื้นระดับมหาภาค คือ สภาพลมที่เกิดและเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ ซึ่งเราไม่สามารถควบคุมได้ ลักษณะของลมที่เกิดขึ้น คือ ลมมรสุม พายุ และวิกฤตการณ์ต่างๆ ซึ่งในประเทศไทยลักษณะของลมจะเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยที่เราสามารถทราบลักษณะของลมที่เกิดขึ้นค่อนข้างจะแน่นอน

ลมผิวพื้นระดับพื้นถิ่น คือ ความเร็วลมตามธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความเสียดทานของสภาพท้องถิ่น (Ground Friction) เช่นสภาพภูมิประเทศ พืชพรรณ และอาคารทำให้บริเวณใกล้พื้นดินกระแสลมจะมีลักษณะอลหม่าน (Turbulent) และพัดกระโชก (Gusty) เป็นพักๆ บริเวณใกล้พื้นดินนี้ความเร็วของกระแสลมโดยปกติจะน้อยกว่าที่ระดับความสูงขึ้นไปเนื่องจากปัจจัยของสิ่งกีดขวางดังกล่าวแล้ว แต่ขณะเดียวกันความเร็วลมอาจเพิ่มสูงขึ้นได้ในบางสถานการณ์ (เรื่องของลักษณะของความดันลมที่กระทำต่ออาคาร) อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของทิศทางลมในระดับผิวพื้น คือ ความร้อนที่เกิดขึ้นทั้งจากยานพาหนะและอื่นๆ ที่ทำให้เกิดเกาะความร้อน (Heat Island) ซึ่งความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเกาะความร้อนและที่อื่นๆ จะทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังที่ที่มีอุณหภูมิสูง

ลักษณะต่างๆ ของพื้นที่ เช่น เขตเมืองที่มีอากาศหนาแน่นมีสิ่งกีดขวางมาก พื้นที่ชานเมือง เมืองเล็กๆ พื้นที่โล่งนอกเมือง มีผลต่อการลดหลั่นของกระแสลม และในพื้นที่หนึ่งๆ ในระดับที่สูงขึ้น ความเร็วลมก็ยิ่งมากขึ้นจนถึงความสูงระดับหนึ่งความเร็วลมก็จะคงที่ ซึ่งความเร็วลมสูงสุดที่คงที่นี้ เรียกว่า Gradient Velocityและระดับความสูงนี้เรียกว่า Gradient Height [9] มีการกำหนดวิธีคำนวณหาค่าขอบเขตชั้นของความเร็วลมที่ระดับความสูงของพื้นที่ต่างๆ โดยใช้หลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งเป็นกฎและจำลองสมการขึ้น เรียกว่า Power Law[10]

---

[9] ธีรมน ไวโรจนกิจ, เอกสารคำสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.2542

[10] Donald Watson and Kenneth Pabs.Climatic Design,Me Graw-Hill Bock Company, U.S.A.

สมการของ POWER LAW

$$\mathbf{VZ} = \mathbf{Vg}\left(\frac{Z}{Zg}\right)^{a}$$

โดยกำหนดให้ Vz = ความเร็วลมที่ความสูง Z (กม. / ชม.)

Vg = ความเร็วสูงสุดคงที่ (Gradient Velocity) (กม. / ชม.)

Z = ความสูงจากผิวพื้นถึงจุด Z (ม.)

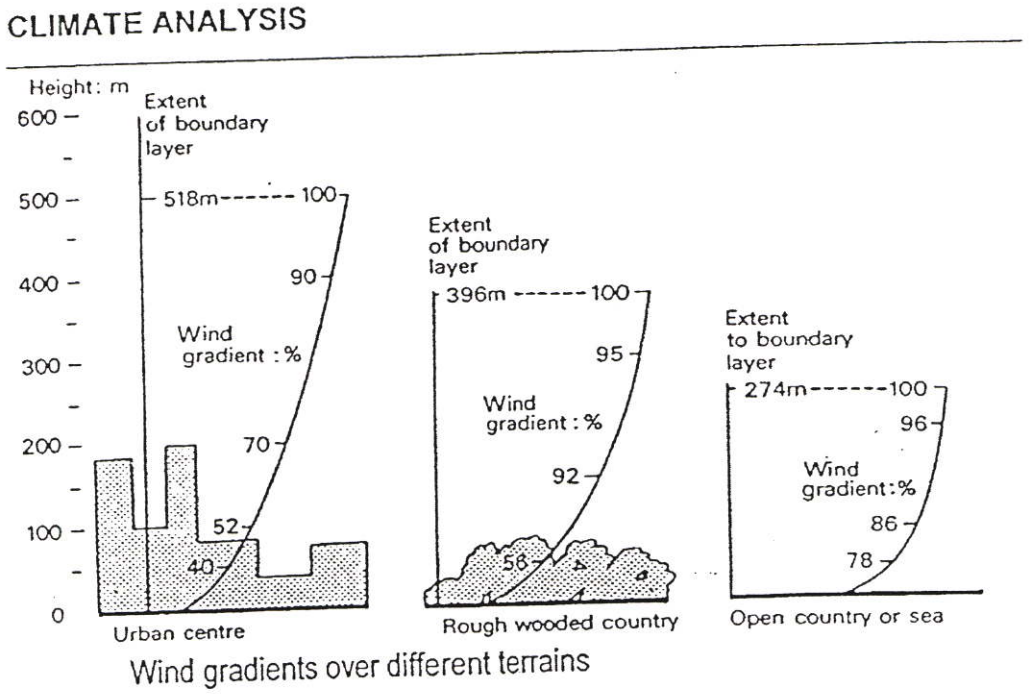
Zg = ความสูงจากพื้น ถึงระดับความสูงที่ความเร็วลมสูงสุดที่มีค่าคงที่

a = ดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิว (a unit less power, depending on ground roughness)

ได้มีการศึกษาและให้ข้อแนะนำค่าความสูง Gradient Height และค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิวไว้ ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ค่าความสูง Gradient Height และค่าดัชนีการเสียดทานที่พื้นผิว

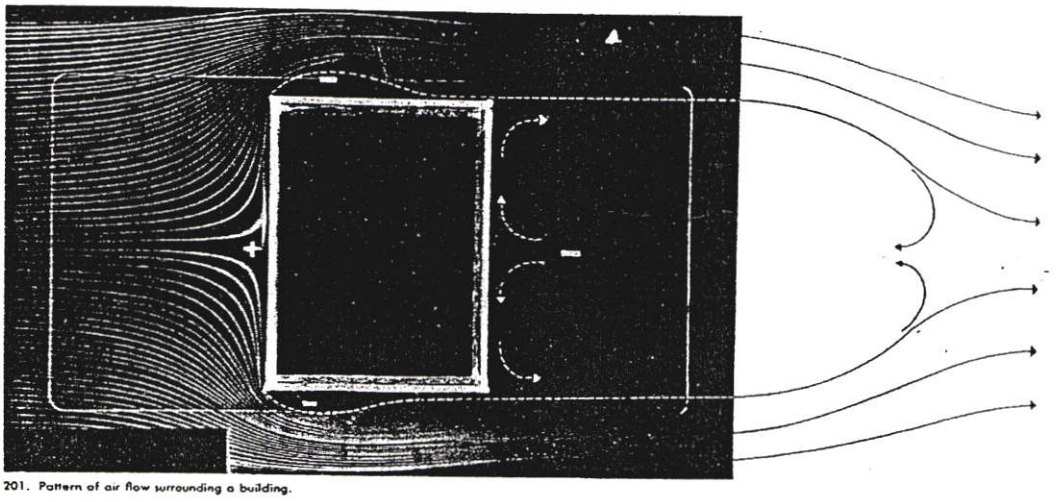
สภาพพื้นที่	Zg (ม.)	a
พื้นที่ชนบท (Open Level Country)	274	0.16
เมืองเล็กๆ , ชานเมืองที่มีกลุ่มต้นไม้ (Small Town , Wooded Country)	396	0.28
เมืองใหญ่หรือศูนย์กลางเมือง (Large City or Center of Large Town)	518	0.4



ภาพที่ 2.3 แสดงการเปลี่ยนอัตราแรงลมที่ความสูงระดับต่างๆ

2.3 ลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่กระทำต่ออาคาร

ตามที่อธิบายในข้อ 2.1 แล้วว่า การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศตามธรรมชาติ โดยทั่วไปเกิดจากความแตกต่างของความกดดันอากาศ และความแตกต่างของอุณหภูมิ กระแสลมเมื่อพัดมาปะทะอาคารด้าน ของอาคารด้านที่ลมปะทะผนังจะเป็นด้านที่มีความกดอากาศสูง ถ้าอาคารไม่มีช่องเปิดลมก็จะพัดโอบล้อมเลยบริเวณความกดอากาศต่ำ ด้านหลังอาคารที่ไม่ถูกลมปะทะดังแสดงในภาพ

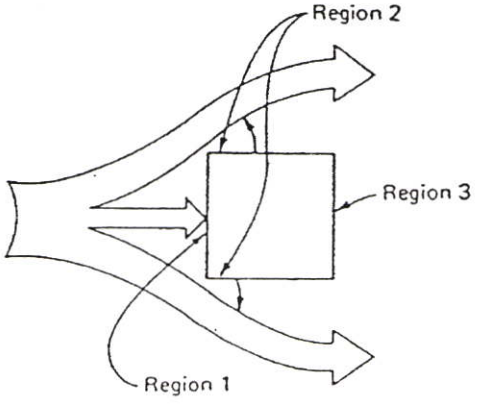


201. Pattern of air flow surrounding a building.

ภาพที่ 2.4 แสดงการกระจายของความกดอากาศและการดูดอากาศ

เป็นที่ทราบว่าเมื่อลมพัดผ่านรอบขอบอาคาร จะเกิดความกดอากาศที่ขอบอาคารมากกว่าแรงกดที่กลางอากาศ ซึ่งแสดงอย่างชัดแจ้งจากการเกิดความเสียหายของหน้าต่าง ชายคา สันกระเบื้องมุงหลังคา ฯลฯ เนื่องจากลมพัดบริเวณขอบอาคารมากกว่าส่วนอื่นๆ จากการศึกษาในอุโมงค์ลม ซึ่งทดลองกับหุ่นจำลองของอาคารแสดงบริเวณความกดอากาศใน 3 บริเวณอย่างชัดเจน เมื่อลมพัดผ่านอาคาร 3 บริเวณดังกล่าวคือ

Analysis and Design of Tall Buildings



Distribution of pressures and suctions.

ภาพที่ 2.5 Distribution of Pressures and Suctions

1. บริเวณความกดอากาศสูง ด้านหน้าอาคารที่ลมปะทะ (Region 1)

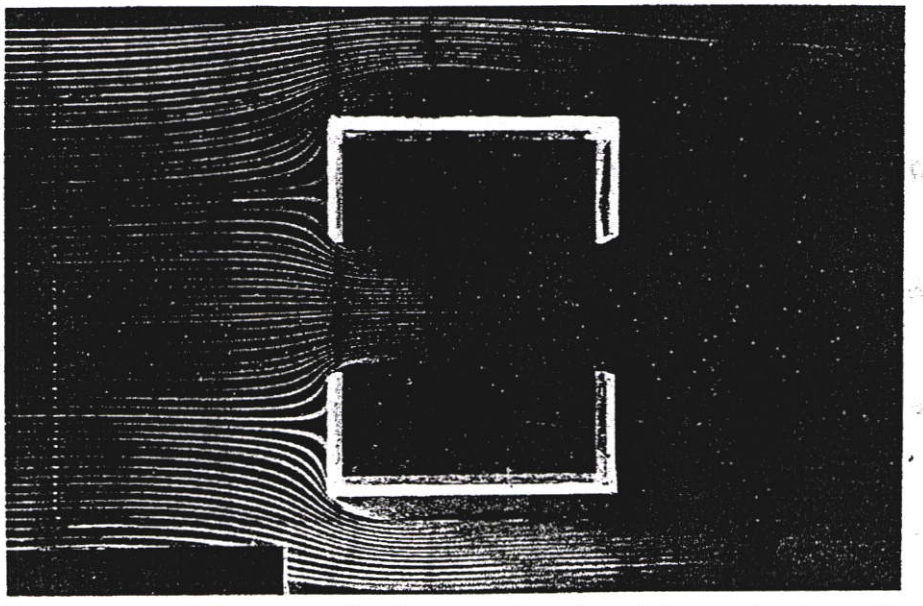
2. บริเวณความกดอากาศต่ำด้านข้างอาคารด้านต้นลม (Region 2)

3. บริเวณความกดอากาศต่ำที่ผนังอาคารด้านท้ายลม (Region 3)

ความกดอากาศต่ำมากที่สุดเกิดขึ้นด้านปะทะลมที่มุมอาคารบริเวณ Region 2 ความกดอากาศที่ผิวอาคารไม่สม่ำเสมอ แต่จะมีการแปรปรวนเกือบตลอดเวลา บริเวณความกดอากาศสูง ด้านที่ลมปะทะจะแปรปรวนมากกว่าบริเวณความกดอากาศต่ำ ด้านใต้ลมบริเวณความกดอากาศต่ำจะมีความกดอากาศค่อนข้างสม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณความกดอากาศสูง

ถ้าอาคารมีช่องเปิดของลมอยู่ด้านเดียวทางด้านที่ลมปะทะ และเป็นช่องเปิดเพียงช่องเดียว จากการทดลองภายในอาคารแทบจะไม่มีกระแสลมผ่านเข้าไปเลย เพราะผนังด้านทึบที่อยู่ตรงข้ามทำให้เกิดความกดอากาศสูงผลักดันไม่ให้ลมที่มาปะทะพัดเข้ามาภายในอาคารได้การที่จะให้มีกระแสลมพัดไหลเวียนเข้าสู่ภายในอาคารจะต้องทำให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟากขึ้น คือ ต้องมีทั้งช่องทางลมเข้า (Inlet Openings) ให้ด้านลมปะทะมีความกดอากาศสูงทางด้านลมออกเป็นด้านความกดอากาศต่ำ (Pressure is negative or suction areas)

จากการทดลองพบว่าการไหลของอากาศจะเกิดมากที่สุดเมื่อมีช่องเปิดมากที่สุดเมื่อมีช่องเปิดขนาดใหญ่ทางด้านลมเข้ามีขนาดเท่ากับช่องเปิดทางด้านลมออก ตามภาพที่ 2.6



204. Maximum air flow occurs where large openings of equal size are placed opposite of each other. Note the considerable amount of flow with slightly higher speeds than that of the outside.

ภาพที่ 2.6 เมื่อมีช่องเปิดขนาดใหญ่เท่ากันทั้งด้านต้นลมและใต้ลมมีการไหลของกระแสลมมากที่สุด

2.4 การระบายอากาศภายในอาคารและความสำคัญของการระบายอากาศภายในอาคาร

การระบายอากาศภายในอาคารเป็นองค์ประกอบหลัก ๆ เบื้องต้นที่มีผลต่อสุขภาพอนามัย ความสบายกาย และความรู้สึกที่ดีต่อมนุษย์ที่อาศัยอยู่ เช่น ช่วยลดระดับกลิ่น ลดจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ ลดความชื้นทำให้อากาศบริสุทธิ์การเคลื่อนไหวของอากาศมีผลโดยตรงต่อร่างกายมนุษย์ส่วนอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารมีผลโดยทางอ้อม

การระบายอากาศภายในอาคารมีความสำคัญที่ก่อให้เกิดประโยชน์ที่ชัดเจน 3 ประการ คือ

ประการแรก - ช่วยรักษาคุณภาพของอากาศภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย โดยนำเอาอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคารเข้ามาแทนที่อากาศภายในอาคาร ความต้องการในการระบายอากาศของประเด็นนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศเพื่อสุขภาพอนามัย ซึ่งเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับทุกสภาพภูมิอากาศ การระบายอากาศในประการแรกนี้เป็นการป้อนอากาศเข้าสู่ภายในและการแลกเปลี่ยนอากาศ

ประการที่สอง - การระบายอากาศช่วยก่อให้เกิดความสบายของร่างกาย ในเวลาที่อากาศร้อนโดยช่วยเพิ่มการสูญเสียความร้อนจากร่างกายและป้องกันความไม่สบายเนื่องจากผิวหนังมีความชื้นสูงโดยใช้ความร้อนแฝง ทำให้เกิดการระเหยของความชื้นประโยชน์ของการระบายอากาศในประการที่สองนี้ เป็นความสบายจากการระบายอากาศที่เกี่ยวกับเรื่องของความร้อน การระบายอากาศในประการนี้จะพิจารณาด้านอัตราความเร็วของลมเป็นหลัก การระบายอากาศในประการที่สองนี้จะเป็นประเด็นหลักที่จะศึกษาวิเคราะห์วิจัยในรายละเอียดต่อไป

ประการที่สาม - การระบายอากาศเป็นการทำความเย็นให้กับโครงสร้าง เมื่ออุณหภูมิภายในของอาคารสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกอาคาร การระบายอากาศในประการที่ 3 นี้ จะพิจารณาให้เห็นความสำคัญของค่าความจุความร้อนของอากาศและวัสดุและการเคลื่อนที่ของความร้อนออกจากภายในอาคาร

ความสำพันธ์ที่สำคัญ ๆ ของคุณประโยชน์ในการระบายอากาศเหล่านี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของแต่ละฤดูกาลและเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของอากาศที่ต้องการให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบรายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ

การระบายอากาศที่ก่อให้เกิดความสบายของร่างกายที่เกี่ยวกับเรื่องความร้อน

เป็นประเด็นหลักที่จะทำการศึกษาวิเคราะห์วิจัยการระบายอากาศเพื่อสุขภาพอนามัยเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับทุกสภาพภูมิอากาศ แต่การระบายอากาศเพื่อให้เกิดความสบายที่เกี่ยวเนื่องกับความร้อนไม่เป็นเรื่องจำเป็นของทุกสภาพภูมิอากาศ จะเกี่ยวเนื่องโดยเฉพาะทางด้านอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคาร ซึ่งภูมิอากาศของประเทศไทยที่อยู่ในเขตร้อนชื้นต้องการระบายอากาศเพื่อประโยชน์ในประเด็นนี้มาก

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าการพิจารณาในประเด็นนี้จะพิจารณาอัตราความเร็วลมเป็นหลัก เพราะอัตราอากาศที่ไหลเข้ามาไม่สัมพันธ์โดยตรงกับอัตราความเร็วลม แต่การออกแบบจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วลม เช่น ถ้าอากาศที่ไหลวนภายในห้อง ความเร็วลมสูง แต่ไหลตรงขึ้นไปใต้ฝ้าเพดาน ทำให้พื้นที่อยู่อาศัยมีอัตราความเร็วลมต่ำ ห้องมีลักษณะแคบยาวถ้าช่องเปิดทางลมเข้าและออกอยู่ที่ผนังด้านแคบอัตราความเร็วลมภายในจะสูงกว่ากรณีที่ช่องเปิดลมเข้า–ออกอยู่ที่ผนังด้านกว้าง

วิธีการระบายอากาศเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ สามารถแบ่งวิธีการระบายอากาศออกได้เป็น 2 วิธีหลักๆ คือ

- การระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิ หรือความแตกต่างของความกดดันอากาศ (ในแนวตั้ง)
- การระบายอากาศโดยอาศัยแรงดันลมพัดแบบข้ามฟาก หรือเป็นการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวนอน

2.4.1 การระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิหรือความกดดันอากาศ

เมื่ออุณหภูมิหรือความกดดันอากาศระหว่างภายใน – นอกอาคารมีความแตกต่างกัน ลมจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงหรืออุณหภูมิต่ำ ไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำหรืออุณหภูมิสูง ขณะเดียวกันอากาศร้อนภายในอาคารจะลอยตัวสูงขึ้น ตามหลักการดังกล่าวแล้ว จึงสามารถใช้การระบายอากาศแบบ Stack Effect ช่วยในการระบายอากาศได้ แต่ว่าการอาศัยเพียงความแตกต่างของอุณหภูมิหรือความกดอากาศ จะทำให้เกิดลมที่มีความเร็วต่ำเท่านั้น ร่างกายสามารถรับรู้ความเคลื่อนที่ของลมเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการระบายอากาศด้วยวิธีนี้จึงไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นลงได้ แต่เพียงใช้เพื่อการระบายอากาศเพื่อนำอากาศเสียภายในออกไป แต่เราสามารถเพิ่มความเร็วลมภายในได้อีกโดยการเพิ่มระยะห่างระหว่างช่องลมเข้า (Inlet) และช่องลมออก (Outlet)

หากว่าเราต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของการระบายอากาศแบบ Stack Effect เพื่อสามารถทำความเย็นให้กับผู้ใช้อาคาร และหรือโครงสร้างภายใน ควรจะจัดวางตำแหน่งช่องลมเข้า (Inlet) ไว้ทางด้านรับลม (Windward) เพื่อที่จะอาศัยแรงดันลมจากภายนอกเข้าช่วยเพิ่มความเร็วลมภายในให้ได้ประสิทธิภาพส่วนช่องลมออก (Outlet) ควรอยู่ด้านหลังลม (Leeward) ช่องเปิดมีขนาดใหญ่และระยะระหว่างช่องลมเข้ากับช่องลมออกควรห่างกันให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นขึ้นได้ อย่างไรก็ตามก็คงยังไม่เพียงพอที่จะทำให้โครงสร้างภายในเย็นได้ เนื่องจากว่าในเวลากลางคืนความเร็วลมจะลดต่ำลง

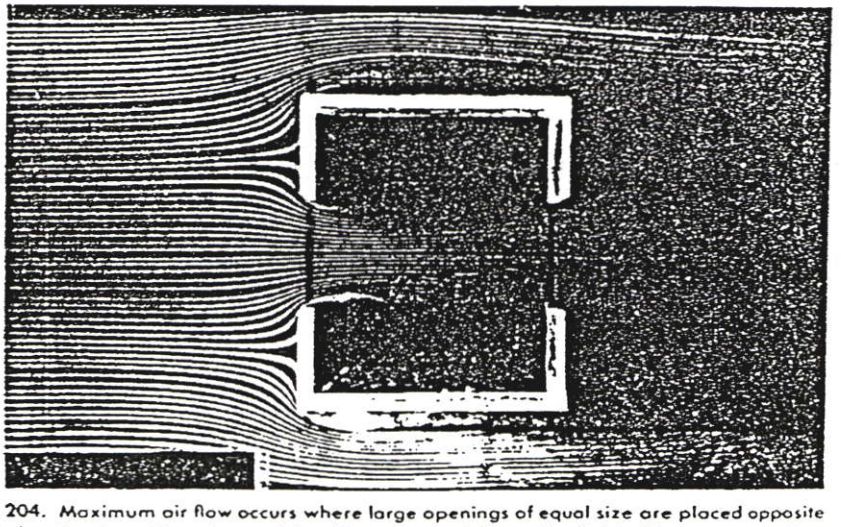
ปัญหาสำคัญของการระบายอากาศแบบ Stack Effect คือช่องเปิดที่อยู่ด้านบนจะดูแลรักษาทำความสะอาดยาก หรือแม้กระทั่งการที่อยู่สูงพ้นจากสายตา เราจะไม่สามารถทราบได้ว่าสภาพของช่องเปิดยังคงดีอยู่พร้อมใช้งานหรือไม่ ปัญหาเรื่องน้ำฝนซึ่งหากไม่มีการออกแบบอาคารให้สามารถป้องกันช่องเปิดที่อยู่สูงนั้น จะทำให้เกิดเป็นปัญหาอย่างมากโดยเฉพาะในสภาวะภูมิอากาศ

แบบร้อนชื้น และสุดท้าย คือการ ปิด – เปิด ช่องเปิดทำได้ยากและไม่สะดวก จึงควรมีระบบที่สามารถควบคุมให้ช่องเปิดสามารถควบคุมหรือมีการปิด-เปิดได้อย่างสะดวก

2.4.2 การระบายอากาศแบบข้ามฟาก

การระบายอากาศแบบข้ามฟาก สามารถทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความรู้สึกสบายได้ดีกว่าการระบายอากาศแบบ Stack Effect การระบายอากาศแบบข้ามฟาก สามารถแบ่งออกตามประโยชน์ใช้งานได้ 2 ประเภท แบบแรกเป็นการอาศัยความเร็วลมที่มากพอที่จะทำให้ผู้อยู่ภายในอาคารรู้สึกเย็นโดยการพัดพาเอาความชื้นบนร่างกายและรอบตัวไป เรียกว่า Comfort Ventilation ส่วนอีกแบบเป็นการระบายอากาศในช่วงเวลากลางคืนเพียงช่วงเวลาเดียวเพื่อทำความเย็นให้กับโครงสร้างอาคาร ซึ่งในช่วงเวลากลางวันโครงสร้างที่สะสมความเย็นไว้จะช่วยรักษาอุณหภูมิภายในและสร้างความเย็นให้กับภายใน วิธีระบายอากาศประเภทนี้ เรียกว่า Nocturnal Ventilative Cooling

ลักษณะของ Nocturnal Ventilative นั้นจะเหมาะกับอากาศแบบร้อน – แห้ง อุณหภูมิตอนกลางวันสูง กลางคืนต่ำ ความต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดในแต่ละวันสูง ซึ่งไม่สามารถใช้ลมร้อนช่วงกลางวันสร้างความสบายให้กับผู้ใช้อาคารได้ เนื่องจากความชื้นในอากาศต่ำจึงไม่สามารถทำให้รู้สึกเย็น (Physiological Cooling) ได้ ดังนั้นจึงต้องสะสมความเย็นในช่วงกลางคืนไว้ในโครงสร้างภายในให้มากที่สุดเพื่อนำมาใช้ในเวลากลางวัน โดยต่างกับการระบายอากาศประเภท Comfort Ventilation ที่เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ดังนั้นจึงทำการมุ่งเน้น Comfort Ventilation ซึ่งสอดคล้องกับภูมิอากาศของประเทศไทย



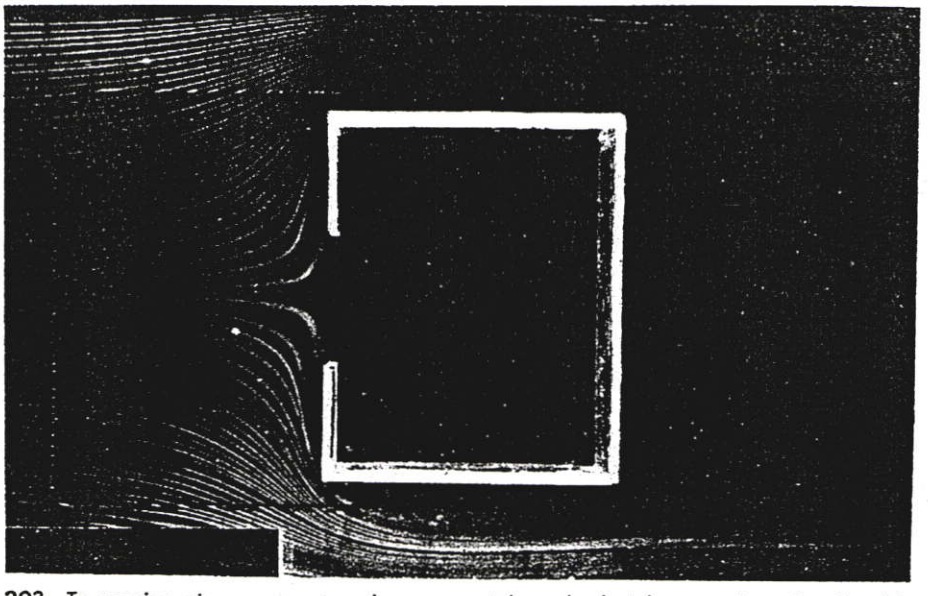
204. Maximum air flow occurs where large openings of equal size are placed opposite of each other. Note the considerable amount of flow with slightly higher speeds than that of the outside.

ภาพที่ 2.7 รูปแบบของกระแสลมของการระบายอากาศแบบข้ามฟาก เมื่ออาคารมีช่องเปิดขนาดใหญ่เท่ากันทั้งสองด้าน ภาพแสดงกระแสลมพัดผ่านอาคารที่มีทางลมเข้ากว้างเท่ากับทางลมออกจะทำให้กระแสลมเข้าภายในอาคารมากและแรง

2.5 ปัญหาของการระบายอากาศเนื่องจากมีช่องหน้าต่างด้านผนังรับลมเพียงด้านเดียว

เมื่อกำหนดได้ว่าการระบายอากาศเพื่อสร้างความรู้สึกสบายให้กับผู้ใช้อาคารอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การระบายอากาศภายในอาคารแบบข้ามฟาก แล้ว การออกแบบอาคารจึงควรมีช่องเปิดทางด้านต้นลมและด้านใต้ลม เมื่อเปิดหน้าต่างทางด้านต้นลมและด้านใต้ลม การไหลของอากาศถูกชักนำผ่านภายในอาคารบริเวณความกดดันสูงด้านต้นลมสู่บริเวณความกดดันต่ำด้านใต้

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดให้มีช่องหน้าต่างที่ผนัง 2 ด้าน เพื่อให้มีการระบายอากาศแบบข้ามฟาก มีช่องหน้าต่างด้านผนังรับลมเพียงด้านเดียว กรณีนี้แม้ขนาดหน้าต่างซึ่งมีช่องเดียวจะมีขนาดใหญ่ก็ไม่ก่อให้เกิดการระบายอากาศภายในที่ดี ความเร็วลมภายในห้องต่ำมาก



203. To receive air movements a house must have both inlet openings (preferably where the ram pressure is positive) and outlet openings (on negative, or suction areas). Here, as outlet is missing, no airflow occurs in the building.

ภาพที่ 2.8 รูปแบบของกระแสลมพัดผ่านอาคารมีช่องเปิดด้านรับลมด้านเดียวภาพแสดงกระแสลมจะเข้าไปในอาคารได้น้อยมาก

The British Building Research ได้สร้างสมการเพื่อหาความเร็วลม การระบายอากาศช่องเปิดที่ผนังด้านเดียว (Single Side Ventilation) ขึ้น ดังนี้

$$Q = 0.025 A. \times Vr.$$

โดยที่ Q = ปริมาตรอากาศถ่ายเทในอัตรา ลบม. / วินาที

A = พื้นที่ของช่องเปิด

Vr = ความเร็วลมภายนอก ในระดับ ความสูงเดียวกับตำแหน่งช่องเปิด

สมมุติว่าความเร็วลมภายนอกมีความเร็ว 1 กม. / ชม. ที่ระดับความสูง 10 ม. จากพื้นดิน และ 1/3 ของผนังเป็นช่องเปิด ผนังมีขนาดพื้นที่ 3x4 ตรม.

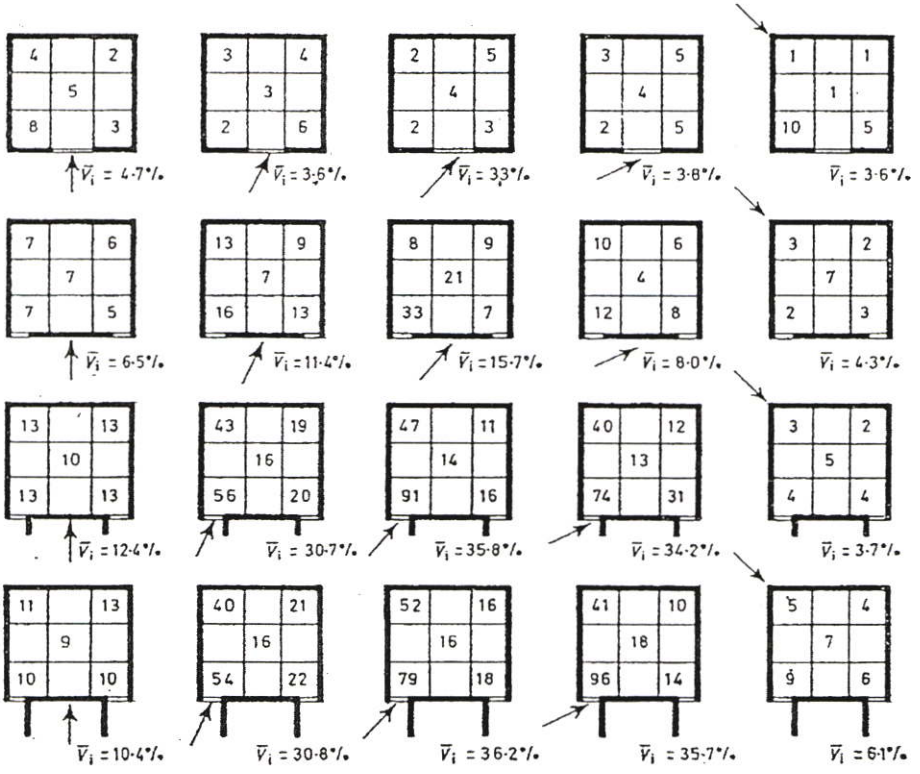
A	=	1/3 X 3 X 4	=	4	ตรม.
Vr	=	1 กม./ชม. หรือ	=	0.28	ม./วินาที
Q	=	0.25 X 4 X0.28	=	0.028	ลบ.ม/วินาที
	=	101			ลบม./ชม.

ถ้าห้องดังกล่าวมีความสูง 4.5 ม ปริมาตรของห้องมีค่าเท่ากับ 4x3 x 4.5 หรือ 54 ลบม. ถ้าต้องการการระบายอากาศ 2 air change ปริมาตรอากาศที่ถ่ายเทจะเท่ากับ 2 เท่าของ 54 หรือ 108 ลบ./ชม. พื้นที่ของหน้าต่างที่กำหนดในตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่าที่ควรจะเป็นเล็กน้อยแต่ก็ยอมรับได้

2.6 การใช้ปีกอาคาร(Wingwall) เพื่อชักนำการระบายอากาศภายในห้องที่มีผนังภายนอกด้านเดียว

สำหรับห้องที่มีหน้าต่างอยู่เพียงด้านเดียวและมีช่องเปิดเพียงช่องเดียวนั้นมีการระบายอากาศน้อยมาก เพราะความกดดันอากาศระหว่างภายใน และนอกอาคารจะมีความต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เราสามารถทำให้มีการระบายอากาศภายในได้โดยการมีช่องเปิด 2 ช่อง ซึ่งช่วยให้สามารถระบายอากาศได้ดีขึ้นแต่อย่างไรก็ตามอัตราการไหลของอากาศก็ยังอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำอยู่

ปีกอาคาร ได้ถูกกล่าวถึงครั้งแรกโดย B.Givoni ได้ทดลองการใช้ปีกอาคารโดยทำหุ่นจำลองของอาคารและพบว่าช่วยให้การระบายอากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้น(ภาพที่2.9)ในการทดลองของ B.Givoni นั้นจะเห็นประสิทธิภาพของปีกอาคารว่าแม้แต่ลมที่มาในทิศทางตั้งฉากกับอาคารก็ยังสามารถช่วยให้ความเร็วลมภายในเพิ่มมากกว่าอาคารที่ปราศจากปีกอาคาร



Internal air speeds in models with vertical projections of different depths, compared with values in models without projections. Window width ½ of wall width.

ภาพที่ 2.9 ผลของการใช้ Wingwall ต่อความเร็วลมภายใน (Vi = ความเร็วลมภายใน) ทดลองโดย B.Givoni , 1965

การทดลองตามภาพที่ 2.9 ให้ข้อสังเกตถึงค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในห้อง (เปรียบเทียบความเร็วลมภายในห้องกับความเร็วลมหน้าช่องเปิดเป็นเปอร์เซนต์) ในห้องที่มีช่องเปิดที่ผนังด้านเดียวในกรณีแรกมีช่องหน้าต่างกลางห้องขนาดกว้าง 1/3 ของความกว้างผนังห้อง, ในกรณีที่ 2 ใช้หน้าต่าง 2 ช่อง ชิดที่ริมผนัง ความกว้างช่องละ 1/6 ของความกว้างผนังห้อง, กรณีที่ 3 ใช้ปีกอาคารขนาดกว้าง เท่าช่องเปิดริมด้านในของช่องเปิดที่ใช้หน้าต่าง 2 ช่อง, กรณีที่ 4 ใช้ปีกอาคารกว่าช่องเปิดประมาณ 1 เท่าตัวติดริมด้านใน ของช่องเปิดที่ใช้หน้าต่าง 2 ช่อง

ผลการทดลองตามภาพที่ 2.9 ปรากฏว่า กรณีแรกที่มีช่องเปิดกลางห้องถ้าลมพัดตั้งฉากมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องเปรียบเทียบกับความเร็วลมหน้าช่องเปิด 4.7% แต่ถ้าลมพัดเอียงเข้าหาช่องเปิดความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องลดลงเหลือประมาณ 3.3 ถึง 3.8 % ซึ่งถือว่าน้อยมาก ในกรณีที่ 2 ที่มีช่องหน้าต่าง 2 ช่อง ที่ริมผนัง ปรากฏผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในห้องดีขึ้นมาก แต่มีข้อหน้าสังเกตคือ ลมพัดตั้งฉากกับช่องเปิดมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องต่ำกว่าเมื่อลมพัดเอียงเข้าสู่ห้อง คือลมพัดตั้งฉากมีค่าเฉลี่ย 6.5% ส่วนลมพัดเอียงเข้าสู่ห้องมีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 8-

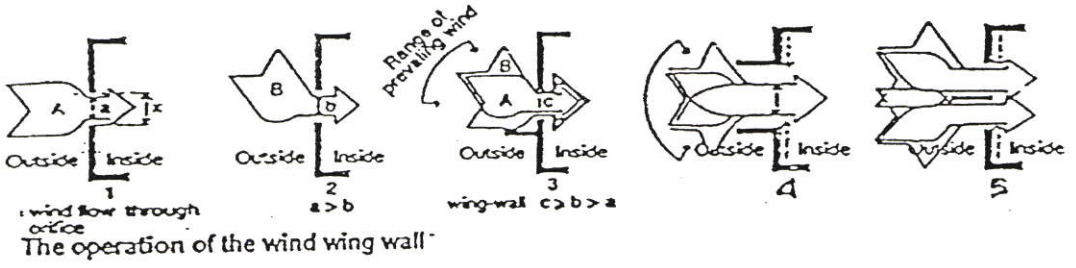
15.7% และในกรณีที่ 3 เมื่อติดปีกอาคารขนาดเท่าช่องเปิดที่ริมในของหน้าต่าง 2 ช่อง และกรณีที่ 4 เมื่อติดปีกอาคารขนาดกว่าช่องเปิด 1 เท่าตัวจะช่วยให้ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในห้องดีขึ้นมาก โดยลมพัดตั้งฉากปีกอาคารขนาดสั้นให้ผลดีกว่าปีกอาคารขนาดยาวเล็กน้อย คือ เมื่อใช้ปีกขนาดสั้นค่าความเร็วลมเฉลี่ย 12.4% ปีกอาคารขนาดยาวความเร็วลมเฉลี่ย 10.4% แต่ถ้าลมพัดเอียงเข้าสู่ห้องปีกอาคารขนาดยาวกลับให้ผลค่าความเร็วลมลมเฉลี่ยภายในห้องดีกว่าเล็กน้อยคือ ลมพัดเอียง-ปีกขนาดเท่าช่องเปิดให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ย 30.7 ถึง 35.8% ส่วนปีกอาคารขนาดยาวให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ย 30.8 ถึง 36.2%

ข้อสรุปจากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ปีกอาคารสามารถช่วยชักนำการระบายอากาศภายในห้องที่มีผนังด้านเดียว มีหน้าต่างที่ผนังด้านเดียวได้ดีมาก

และมีการทดลองเกี่ยวกับการใช้ปีกอาคารของ PJ Jones[11] กับอาคารสูง 21 ชั้นชื่อ UMNO building (ภาพที่ 2.10) ในปีนังมาเลเซีย ซึ่งอาจเปิดช่องหน้าต่างให้มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ โดยใช้ปีกอาคารชักนำการระบายอากาศภายในได้ผลสรุปขัดแย้งกับความเชื่อที่ว่าลมที่พัดเข้าสู่ช่องเปิดอาคารโดยตรง (ตั้งฉากกับอาคาร) ทำให้เกิดการระบายที่ดีกว่ามุมเอียง แต่ความเป็นจริงลมพัดเข้าสู่อาคารที่เป็นมุมเฉียง 30-60 องศา สู่ช่องเปิดสามารถทำให้เกิดการระบายอากาศภายในห้องที่ดีกว่า เมื่อลมพัดเอียงเข้าสู่อาคาร ความกดอากาศค่อยๆ เพิ่มขึ้นเป็นทางด้านที่ลมปะทะ และความกดอากาศนี้ค่อยๆ เพิ่มขึ้น โดยการมีปีกอาคาร 1 ปีก เพื่อรวบรวมนำทาง และแผ่อาณาเขตของลมที่พัดเข้ามาในอาคาร ซึ่งจะเพิ่มพูนสภาวะความสบายในอาคาร (จากการแลกเปลี่ยนอากาศ, อุณหภูมิ, ความชื้น)

---

[11] PJ Jones ; Welsa School of Arehitecture Cardiff University ; PLEA 99 conference



ภาพที่ 2.10 The operation of the wind wing wall

ภาพที่ 1. สถานะที่ไม่มีปีกอาคาร ลม 'A' พัดตั้งฉากเข้าสู่ผนังและปากช่องเปิดผนัง ขนาดการไหลผ่านปากช่องเปิดของลม คือ 'a' จะมีขนาดเล็กกว่าช่องเปิด 'X'

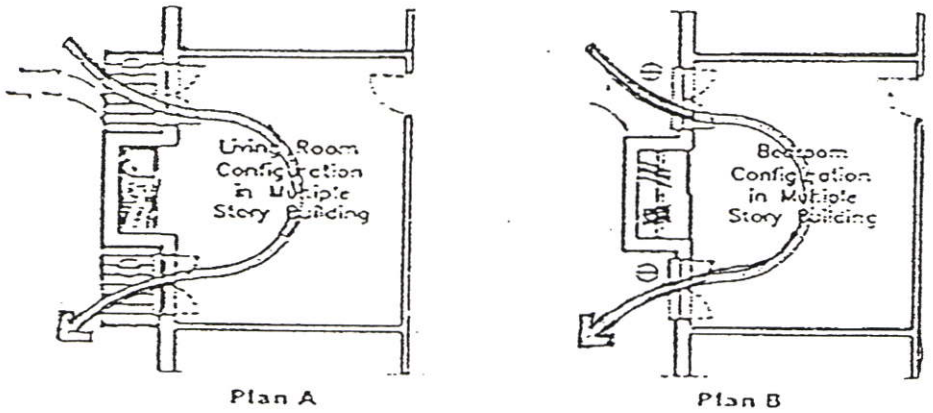
ภาพที่ 2. เป็นสถานะที่ลมพัดเอียงเข้าสู่อาคารที่ยังไม่มีปีกอาคารลม 'B' ชนผนังภายนอกอาคารทำให้เกิดการไหลของกระแสลม 'b' สู่ภายในอาคาร สมมุติว่าความเร็วลม 'A' กับ 'B' มีความเร็วเท่ากัน กระแสการไหลลม 'b' น้อยกว่ากระแสการไหลลม 'a'

ภาพที่ 3. เป็นสถานะเมื่อมีการติดตั้งปีกอาคารที่ผนังข้างๆ ปากช่องเปิดซึ่งควรช่วยรวบรวมขยายขอบเขตของลมที่พัดเข้าสู่อาคารทั้งลมตั้งฉากจนถึงลม 30-60 องศา กระแสลมที่ไหลผ่านปากอาคาร 'C' ซึ่งเท่าหรือมากกว่า 'a' และ 'b'

ภาพที่ 4. แสดงสถานะที่มีปีกอาคารทั้ง 2 ด้านของเปิดช่องเปิด ลมที่พัดเข้ามาทั้งตั้งฉากและเอียงกับผนังทำให้เกิดสถานะภาพที่ดีกว่าเมื่อมีช่องเปิดที่ใหญ่ขึ้น

ภาพที่ 5. แสดงสถานะที่มีปีกอาคารปีกเดียวอยู่กลางช่องเปิดเพียงปีกเดียวทำให้เกิดประสิทธิภาพการไหลของลมเข้าสู่อาคารที่ดีกว่าเมื่อลมพัดทั้งตัวฉากและเอียงเข้าสู่อาคาร

ต่อมาได้มีการทดลองที่ Building Research Station (B.R.S.) โดย S . Chandra ซึ่งได้มีการปรับปรุงวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาทางทำให้การระบายอากาศที่เกิดจากหน้าต่างที่มีอยู่เพียงด้านเดียวของห้องได้ดีขึ้น โดยการใช้ผนังภายนอกเพื่อทำให้เกิดความต่างของความดันอากาศของหน้าต่างทั้ง 2 ช่องขึ้น ทำให้เกิด Pressure Zone และ Suction Zone (ภาพที่ 2.11) รูปแบบปีกอาคารที่ S.Chandra กำหนดแตกต่างจากของ B.Givoni คือเป็นรูปแบบที่ต่อเนื่องกันให้เป็นผนังรูปตัว U ดังภาพทำให้เพิ่มความกดดันอากาศให้กับช่องเปิดเหนือลม และแรงดูดด้านช่องเปิดด้านใต้ลมทำให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฝากดีขึ้น

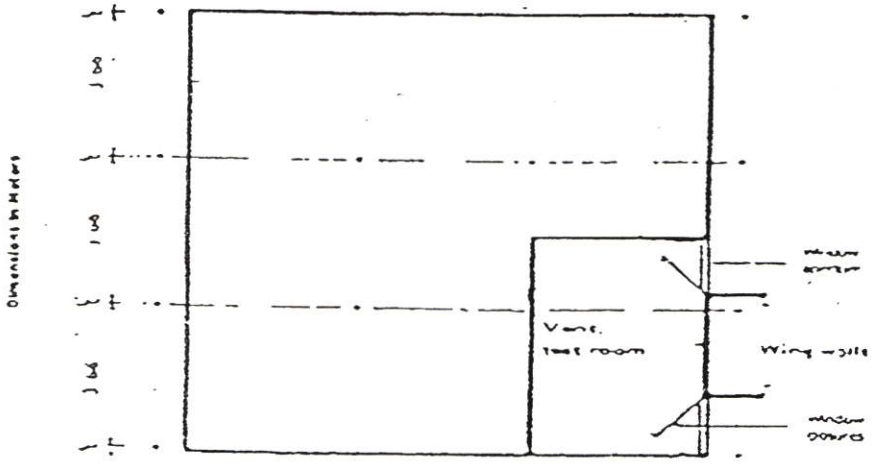


ภาพที่ 2.11 ลักษณะของการใช้โครงสร้างของอาคารมาทำหน้าที่คล้าย Wingwall โดย S.Chandra

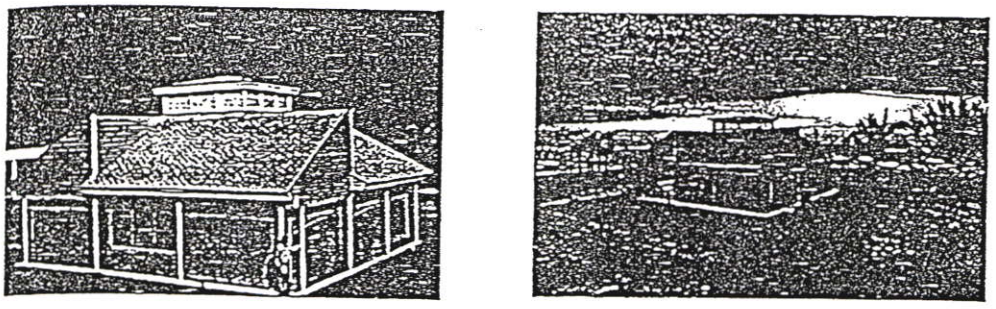
ในการใช้ปีกอาคารนี้จะเกิด บริเวณความกดอากาศสูง ที่ช่องเปิดด้านเหนือลม และเกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ ที่ช่องเปิดด้านใต้ลม โดยลมจะไหลเข้าทางช่องเปิดด้านเหนือลม และออกสู่ภายนอกทางช่องเปิดด้านใต้ลมทำให้เกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก ในการใช้หลักการเดียวกันนี้เราอาจใช้ส่วนของประโยชน์ใช้สอย หรือตัวสถาปัตยกรรม ให้ทำหน้าที่คล้ายกับการใช้ปีกอาคารเพื่อก่อให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างช่องเปิด 2 ช่อง เช่น ถ้าเรามีระเบียง อยู่ติดกับหน้าต่างเราก็สามารถใช้ผนังด้านข้างของระเบียงมาทำหน้าที่เป็นปีกอาคาร เป็นต้น

การทดสอบประสิทธิภาพของปีกอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศโดย Subrato Chandra

การทดสอบแบบ Full – Scale Model เกิดขึ้นเพื่อศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำเอาปีกอาคารมาใช้ ซึ่งทดสอบที่ F.S.E.C. Passive Cooling Laboratory (P.C.L.) เป็นการทดสอบกับผนังด้านตะวันออกเฉียงใต้ของ P.C.L ซึ่งปีกอาคารที่ใช้จะเป็นคู่โดยห่างกัน 1.18 เมตร โดยที่หน้าต่างจะอยู่สูงจากพื้น 0.91 เมตร ขนาดของห้องที่ใช้สอบมีความกว้าง 3.57 x 5.36 สูง 2.45 เมตร หน้าต่างนี้จะไม่กรุกระจกเป็นเพียงช่องเพื่อให้ลมเข้า การทดสอบจะทำเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่มีปีกอาคารและกรณีที่ไม่มีปีกอาคาร



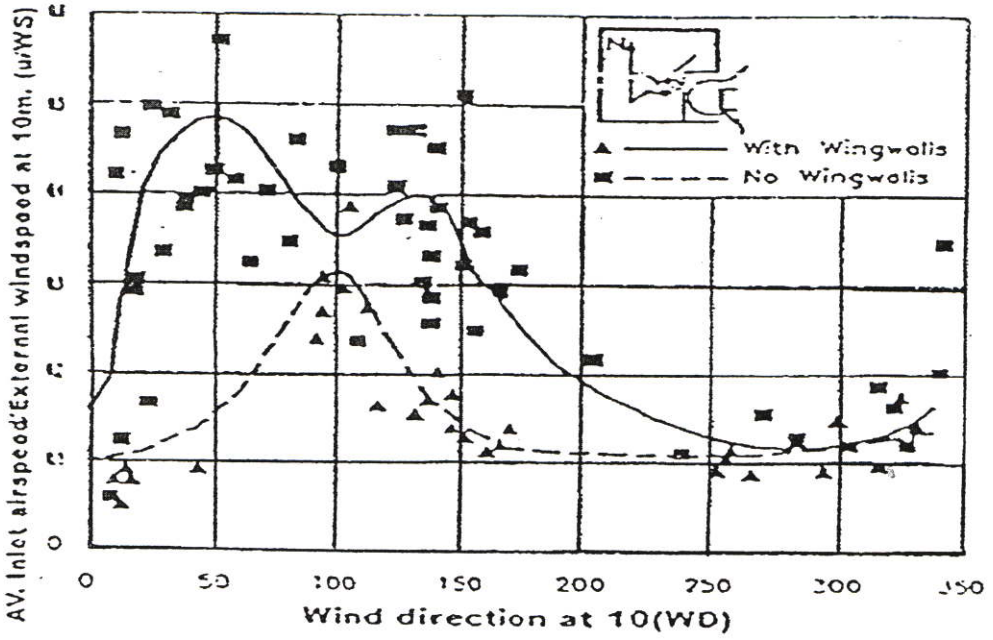
ภาพที่ 2.12 แปลนของอาคารทดสอบ (FSEC Passive Cooling Laboratory (PCL))



ภาพที่ 2.13 ภาพถ่ายอาคารทดสอบ

ผลการทดสอบปีกอาคาร โดย Subrato Chandra

จากภาพที่ 2.14 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าปีกอาคาร นั้นสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของอัตราการไหลของอากาศภายในห้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากกราฟจะเห็นได้ว่าความเร็วลมภายในจะลดต่ำลงเกือบเท่ากับการที่ไม่ใช้ปีกอาคาร ในขณะที่ลมภายนอกทำมุมตั้งฉากกับช่องเปิด ซึ่งความกดอากาศในช่องเปิดลมเข้าและออกจะต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงไม่มีผลกับการระบายอากาศมากนัก และการที่ความเร็วภายในห้องที่มีการใช้ปีกอาคารจะเริ่มลดต่ำลงเรื่อย ๆ ตั้งแต่ทิศทางลมทำมุมกับห้องจาก 150° ถึง 300° นั้น จะเกิดจากการที่ลมทำมุมเข้าสู่ด้านหลังของห้องซึ่งไม่มีช่องเปิด และจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อทิศทางของลมได้หมุนกับมาที่ด้านหน้าของห้องอีกครั้ง



ภาพที่ 2.14 ผลของความเร็วลมภายในกรณีใช้ปีกอาคารและไม่ใช้ปีกอาคาร

บทสรุปการทดสอบประสิทธิภาพของปีกอาคารโดย Subrato Chandra

การทดสอบประสิทธิภาพในการระบายอากาศแบบ Full – Scale Model ในสภาพอากาศที่เป็นจริงนั้นสามารถยืนยันได้ว่า การนำเอาปีกอาคารมาใช้จะเกิดประโยชน์อย่างดียิ่งในการเพิ่มอัตราการระบายอากาศให้กับห้องซึ่งมีผนังเพียงด้านเดียวที่อยู่ภายนอกอาคาร

บทที่ 3
สภาพภูมิอากาศจังหวัดพิษณุโลก

3.1 ภูมิอากาศจังหวัดพิษณุโลก

ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดพิษณุโลกตั้งอยู่บริเวณภาคเหนือตอนกลางของประเทศไทย อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 389 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้นประมาณ 10,815 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อจังหวัดอุตรดิตถ์
ทิศใต้	ติดต่อจังหวัดพิจิตร
ทิศตะวันออก	ติดต่อจังหวัดเลยและเพชรบูรณ์
ทิศตะวันตก	ติดต่อจังหวัดสุโขทัยและกำแพงเพชร

ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของจังหวัดพิษณุโลก แยกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือด้านตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะเป็นภูเขา และมียอดเขาสูง ได้แก่เขาข้อโปสูง 1,028 เมตร ส่วนทางด้านตะวันตกของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำสำคัญที่อยู่ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก ได้แก่

แม่น้ำน่าน เป็นแม่น้ำที่สำคัญที่สุดของจังหวัด มีต้นกำเนิดอยู่ในภาคเหนือตอนบน บริเวณทิวเขาผีปันน้ำ ทิวเขาหลวงพระบางและทิวเขาเพชรบูรณ์ ไหลลงมาทางใต้ ผ่านจังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ และเข้าเขตจังหวัดพิษณุโลก ผ่านอำเภอบางกระทุ่มแล้วออกพ้นเขตจังหวัดที่บ้านนามคลี อำเภอบางกระทุ่ม ความยาวของแม่น้ำในเขตจังหวัดพิษณุโลก 127.5 กิโลเมตร

แม่น้ำยม มีต้นกำเนิดในภาคเหนือเช่นเดียวกับแม่น้ำน่าน ไหลผ่านจังหวัดแพร่ สุโขทัย เข้าเขตจังหวัดพิษณุโลกในเขตที่ราบบ้านท่าช้าง ไหลผ่านท้องที่อำเภอบางระกำ แม่น้ำยม มีคลองสาขาหลายแห่ง มีปลาน้ำจืดชุกชุม เช่น คลองบางแก้ว คลองวังแร่ คลองกรุกกรัก และคลองหนองขาม

แม่น้ำแควน้อย มีต้นกำเนิดอยู่ที่ภูเขาไก่ห้วย ไหลผ่านภูเขาและทุ่งนา ในเขตอำเภอชาติตระการ นครไทย วัดโบสถ์ พรหมพิราบ มาบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านแสงดาว เขตอำเภอเมืองพิษณุโลก มีความยาว 185 กิโลเมตร เป็นแม่น้ำที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

สภาวะอากาศทั่วไป

ลักษณะอากาศของจังหวัดพิษณุโลก ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมนสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีน ปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดพิษณุโลกมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป และมรสุม

ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศขึ้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้จังหวัดพิษณุโลกมีฝนตกทั่วไป

ฤดูกาล

ฤดูกาลของจังหวัดพิษณุโลก พิจารณาตามลักษณะและลมฟ้าอากาศของประเทศ ไทย แบ่งออกเป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเฉพาะในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย อากาศจะเริ่มชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนที่ฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้ง เดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนธันวาคมและมกราคม

อุณหภูมิ

เนื่องจากจังหวัดพิษณุโลก ตั้งอยู่ในภาคเหนือตอนล่าง อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงตลอดปี อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 27.7 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนมีอากาศร้อนอบอ้าว อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.4 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศร้อนที่สุดอยู่ในเดือนเมษายน เคยตรวจอุณหภูมิสูงสุดได้ 42.8 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2503 ส่วนในฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.1 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศหนาวที่สุดอยู่ในเดือนมกราคม และอุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้ในเดือนนี้ 7.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 13 มกราคม 2498

ฝน

จังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณฝนตลอดปี 1,351.9 มิลลิเมตร และมีวันฝนตก 121 วัน พื้นที่ทางตอนบนของจังหวัดบริเวณอำเภอชาติตระการ มีปริมาณฝนสูงสุดกว่า 1,400 มิลลิเมตร พื้นที่บริเวณอำเภอเมือง อำเภอวัดโบสถ์ อำเภอวังทอง อำเภอนครไทย มีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,300-1,400 มิลลิเมตร ส่วนพื้นที่ทางตอนล่างของจังหวัดบริเวณอำเภอบางระกำ อำเภอบางกระทุ่มและอำเภอพรหมพิราม มีปริมาณต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 1,000-1,200 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดของจังหวัดพิษณุโลกคือเดือนสิงหาคม มีปริมาณฝนเฉลี่ย 256.7 มิลลิเมตร และมีวันฝนตก 21 วัน สำหรับสถิติปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 วัน วัดได้ 265.7 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2520

พายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนที่ผ่านจังหวัดพิษณุโลก มีแหล่งกำเนิดจากทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิก เหนือด้านตะวันตก และเคลื่อนมาทางตะวันตกผ่านประเทศเวียดนาม กัมพูชา หรือลาวก่อนเข้าสู่ประเทศไทย จึงทำให้พายุอ่อนกำลังลงอยู่ในขั้นดีเปรสชั่น ซึ่งไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากลมแรงมากนัก แต่จะทำให้ฝนตกหนักถึงหนักมากจนเกิดน้ำท่วมฉับพลันได้ในบางพื้นที่ ช่วงเวลาที่พายุเคลื่อนผ่านจังหวัดนี้ เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไปจนถึงสิ้นเดือนตุลาคม โดยเฉพาะช่วงตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม เป็นระยะที่พายุหมุนเขตร้อนมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่จังหวัดนี้ได้มากที่สุด

จากสถิติในคาบ 53 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2494-2546 มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่จังหวัดพิษณุโลก 19 ลูก และมีกำลังแรงเป็นพายุดีเปรสชั่นทั้งหมด โดยเข้ามาในเดือนพฤษภาคม 1 ลูก เดือนกรกฎาคม 1 ลูก เดือนกันยายน 9 ลูก และเดือนตุลาคม 8 ลูก

ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดพิษณุโลก

สภาวะที่จัดทำขึ้นทั้งหมดนี้ได้มาจากผลการตรวจของสถานีตรวจอากาศพิษณุโลก ซึ่งทำการตรวจสารประกอบอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ วันละ 8 เวลา คือ 0100, 0400, 1000, 1,300, 1600, 1900 และ 2200 น. แล้วส่งรายงานผลการตรวจไปยังกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อรวบรวมและจัดทำข้อมูลสถิติในคาบ 30 ปี

สถานีตรวจอากาศพิษณุโลก ตั้งอยู่ที่ถนนราเมศวร ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 ที่ทำการอยู่ใกล้โรงพยาบาลพุทธชินราช หรือที่ละติจูด 16 องศา 47 ลิปดาเหนือ และลองติจูด 100 องศา 16 ลิปดาตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 45 เมตร

.....

หมายเหตุ - สถิติภูมิอากาศที่เป็นค่าเฉลี่ยใช้ข้อมูล คาบ 30 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2514 - 2543

- สถิติภูมิอากาศที่มีค่าเป็นที่สุด ใช้ข้อมูล ตั้งแต่ พ.ศ. 2494 – 2545

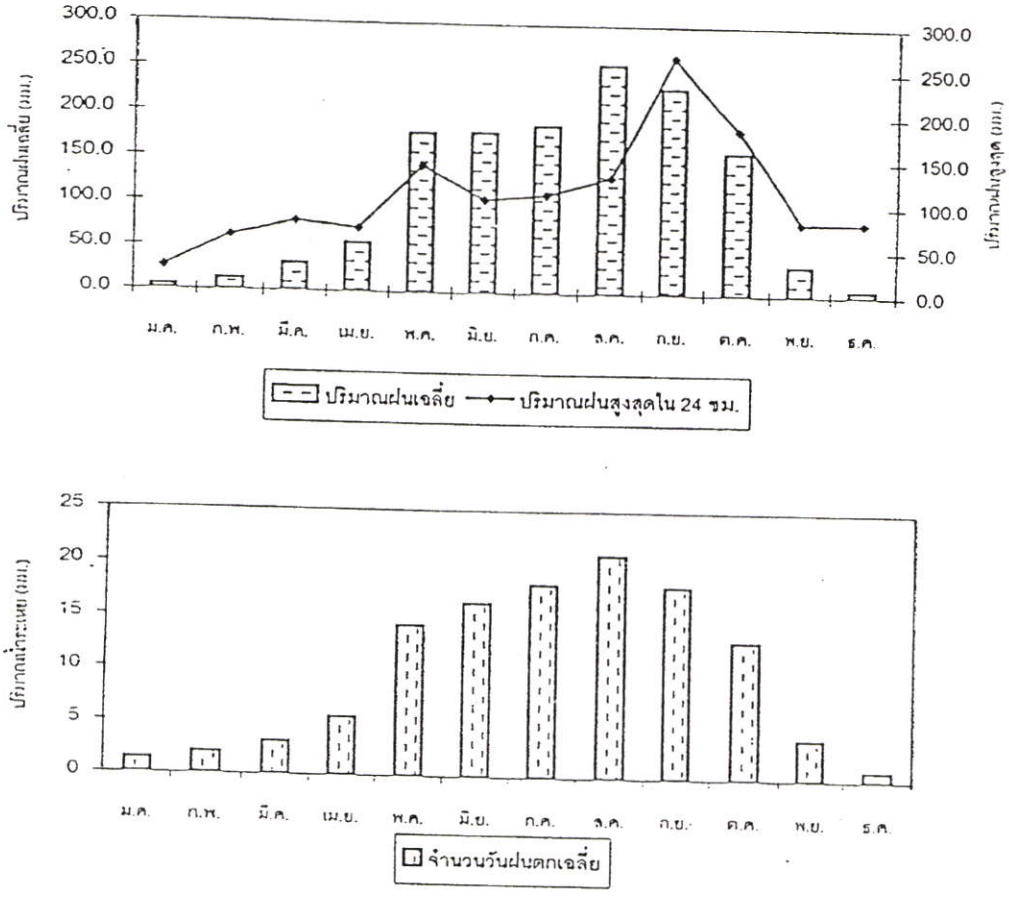
กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา

ตารางที่ 3.1 CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1971-2000

Station PHITSANULOK
Index station 48378
Latitude 16 47 N
Longitude 100 16 E

Elevation of station above MSL	45 Meters
Height of barometer above MSL	46 Meters
Height of thermometer above ground	1.25 Meters
Height of wind vane above ground	12.50 Meters
Height of rain gauge	0.76 Meters

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
Pressure (Hectopascal)													
Mean	1013.1	1011.2	1009.4	1007.7	1006.6	1005.6	1005.7	1006.0	1007.9	1010.4	1012.8	1014.4	1009.2
Ext. max.	1025.4	1022.9	1024.4	1018.5	1014.9	1012.8	1013.0	1013.2	1015.4	1019.9	1023.3	1025.3	1025.4
Ext. min.	1003.8	1001.8	1000.1	998.2	998.2	997.3	997.7	998.1	999.2	1001.2	1003.4	1004.3	997.3
Mean daily range	5.3	5.6	6.0	6.0	5.2	4.2	4.0	4.1	4.7	4.8	4.8	5.0	5.0
Temperature (Celsius)													
Mean	24.5	26.7	29.1	30.7	29.8	28.9	28.4	28.0	28.1	27.7	26.1	24.1	27.7
Mean max.	31.7	33.9	35.9	37.3	35.7	33.9	33.1	32.4	32.5	32.3	31.5	30.7	33.4
Mean min.	18.4	20.8	23.7	25.5	25.3	25.0	24.8	24.6	24.7	24.1	21.6	18.4	23.1
Ext. max.	36.3	38.4	40.3	41.8	42.0	39.4	38.4	36.7	36.6	35.7	35.6	35.3	42.0
Ext. min.	8.9	13.0	12.7	19.6	20.4	21.0	21.6	21.4	21.7	17.1	12.1	8.9	8.9
Relative Humidity (%)													
Mean	65	62	61	62	71	76	78	80	80	78	72	67	71
Mean max.	85	81	80	80	86	89	90	92	92	91	88	86	87
Mean min.	39	38	39	41	51	58	61	64	64	60	51	42	51
Ext. min.	14	16	15	20	25	33	39	39	42	32	31	21	14
Dew Point (Celsius)													
Mean	16.9	18.3	20.3	21.9	23.3	23.9	23.8	24.0	24.2	23.3	20.4	16.9	21.4
Evaporation (mm.)													
Mean-pan	109.8	121.2	162.8	186.8	179.9	149.4	141.2	129.1	120.0	122.6	113.3	111.5	1647.6
Cloudiness (0-10)													
Mean	3.0	3.1	3.4	4.5	6.7	7.9	8.3	8.5	7.8	6.1	4.2	3.2	5.6
Sunshine Duration (hr.)													
Mean	263.7	252.3	268.2	271.4	248.4	181.6	167.6	155.6	168.5	216.3	243.1	263.2	2599.9
Visibility (km.)													
0700 L.S.T.	4.8	4.5	6.1	7.8	9.6	10.4	10.2	10.0	9.7	9.0	8.0	6.6	8.1
Mean	6.8	6.2	6.9	8.3	10.4	11.1	11.0	10.7	10.7	10.4	9.5	8.3	9.2
Wind (Knots)													



ภาพที่ 3.1 สถิติภูมิอากาศบริเวณ อ.เมือง จ.พิษณุโลก คาบ 30 ปี (พ.ศ.2541-2543)

3.2 ข้อมูลทางด้านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

อากาศที่กำลังสบาย ๆ สำหรับเขตภูมิอากาศร้อนชื้น คืออุณหภูมิ 23° c - 28° c และมีความชื้นสัมพัทธ์ 50-70 % จากข้อมูลรายเดือน ปี 1994-2003 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพิษณุโลกพบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่อากาศกำลังสบาย จะอยู่ในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคมและกุมภาพันธ์ ส่วนตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนกันยายน ค่าเฉลี่ยโดยเฉพาะด้านอุณหภูมิจะสูงเกิน 28° c แต่ความชื้นสัมพัทธ์ค่าเฉลี่ยในฤดูร้อนเดือนมีนาคม เมษายน ไม่เกิน 70 % แต่ในฤดูฝนคือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ถึง ตุลาคม มีความชื้นสัมพัทธ์เกิน 70 %

จากข้อมูลสรุปว่า ในฤดูหนาวจะมีอากาศกำลังสบาย โดยไม่ต้องอาศัยกระแสลมช่วยแต่ในฤดูฝนและฤดูร้อนเป็นเวลาที่อากาศไม่สบาย จำเป็นต้องอาศัยกระแสลมช่วยให้เกิดความรู้สึกเย็นลง การศึกษาจึงมีเป้าหมายวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ ทางด้านอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ กระแสลมในเดือนมีนาคม ถึงเดือนกันยายน และในช่วงเวลาของการพักผ่อนหลับนอน ตั้งแต่ 18.00 ถึง 06.00 น.

การพิจารณารายละเอียดข้อมูลรายเดือน เดือนมีนาคม ถึงเดือนกันยายน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ปี 1994-2003 ระยะเวลา 10 ปี มีข้อสังเกตต่างกัน คือ

- จากการพิจารณาค่าอุณหภูมิเฉลี่ย

: เดือนมีนาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 2001 คือ 28.1° c ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1998 คือ 30.4° c ค่าเฉลี่ย 10 ปี ของเดือนมีนาคม ที่ 29.0° c (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 2.3° c)

: เดือนเมษายน ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 1999 คือ 29.4° c ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1995 คือ 31.6° c ค่าเฉลี่ย 10 ปี ของเดือนเมษายน ที่ 30.7° c (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 2.2° c)

: เดือนพฤษภาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 1999 คือ 29.4° c ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1995 คือ 31.6 ค่าเฉลี่ย 10 ปี ของเดือนพฤษภาคมที่ ที่ 29.8° c (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 2.9° c)

: เดือนมิถุนายน ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1997 คือ 28.2° c ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1997 คือ 30.8 ° c

: เดือนกรกฎาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 2000 คือ 28.2° c ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1998 คือ 29.0° c ค่าเฉลี่ย 10 ปี ของเดือนกรกฎาคม ที่ 28.5° c (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 0.8° c)

: เดือน สิงหาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 1994 คือ 27.4° c ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1998 คือ 28.9° c ค่าเฉลี่ย 10 ปี ของเดือนสิงหาคม ที่ 28.2° c (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 1.5° c)

: เดือนกันยายน ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 2000 คือ 27.7° c ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1998 คือ 28.5° c ค่าเฉลี่ย 10 ปี ของเดือนกันยายน ที่ 28.1° c (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 0.8° c)

- จากการพิจารณาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของปี ค.ศ. 1994 ถึงปี ค.ศ. 2003 ค่าเฉลี่ยต่างกันมากที่สุดในปลายฤดูร้อน-ต้นฤดูฝน ซึ่งอากาศมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในเดือนพฤษภาคม คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดในปี ค.ศ. 1998 ที่ 31.3° c ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด คือในปี ค.ศ. 1994 ที่ 28.4° cต่างกัน 2.9° c และค่าเฉลี่ยต่างกันน้อยที่สุด คือ คือในฤดูฝนเดือนกรกฎาคมและเดือนกันยายน ซึ่งค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ต่างกันเพียง 0.8° c

- พิจารณาสถิติอุณหภูมิล่าสุดในปี 2003 เทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ 10 ปี ตั้งแต่ปี 1994-2003 คือ

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือนของปี 2003 กับอุณหภูมิเฉลี่ย 10 ปี (1994-2003)

	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
ปี 2003 (อุณหภูมิ ° C)	28.36	31.3	30.7	28.7	28.8	28.7	27.9
ปี 1994-2003 (อุณหภูมิ °C)	29.0	30.7	29.8	29.2	28.5	28.2	28.1
อุณหภูมิต่างกัน ° C	0.7	0.8	0.9	0.5	0.3	0.5	0.2

- ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนรอบ 10 ปี ซึ่งต่างกันมากที่สุด 2.9 ° C ต่างกันน้อยที่สุด 0.8 ° C และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของปี 2003 เทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของปี 1994-2003 (เฉลี่ย 10 ปี) ไม่ต่างกันมาก ต่างกันมากที่สุดในปลายฤดูร้อนต่อต้นฤดูฝน คือ เดือนพฤษภาคม ต่างกัน 0.9 ° C ส่วนปลายฤดูฝนต้นฤดูหนาวต่างกันเพียง 0.2 ° C ดังนั้นงานวิจัยนี้เห็นว่า อุณหภูมิของปี 2003 สามารถนำมาเป็นตัวแทนเพื่อหาข้อมูลรายละเอียดเป็นรายชั่วโมงได้ ซึ่งเวลาที่จะนำมาศึกษาวิจัยโดยละเอียด คือ เวลา 18.00-6.00 น. ดังกล่าว

- พิจารณาค่าเฉลี่ยด้านความชื้นสัมพัทธ์รายเดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนกันยายน ปี ค.ศ. 1994-ค.ศ. 2003

: เดือนมีนาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 1995 และ 1998 คือ 60% ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 12001คือ 72 % (ค่าเฉลี่ยสูงสุด-ต่ำสุด ต่างกัน 12 %)

: เดือนเมษายน ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 2002 คือ 59 % ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1999 คือ 73 % (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน14 %)

: เดือนพฤษภาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในปี ค.ศ.1997 คือ 65 % ค่าเฉลี่ยสูงสุดในปี ค.ศ.1999 คือ 79% (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 14 %)

: เดือนมิถุนายน ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1997 คือ 64 % ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ.1994 คือ 81 (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 17 %)

: เดือนกรกฎาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 1997 และ 2003 คือ 77 % ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1994 คือ 81 % (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 4 %)

: เดือนสิงหาคม ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ. 1998 - 2003 คือ 78 % ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1994

: เดือนกันยายน ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในปี ค.ศ.1997, 1998 และ 2001 คือ 80 % ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในปี ค.ศ. 1996 คือ 83 % (ค่าเฉลี่ยสูงสุด – ต่ำสุด ต่างกัน 3 %)

- การพิจารณาอุณหภูมิรายชั่วโมงโดยละเอียดจะใช้ข้อมูลปี 2003 ปีล่าสุดในตัวแทน ซึ่งการพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ โดยละเอียดก็ต้องพิจารณาในปีเดียวกัน และจากข้อมูลเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ 10 ปี ก็ต่างกันไม่มากนัก และเมื่อพิจารณาข้อมูลปี 2003 กับค่าเฉลี่ย 10 ปี ปี 1994-2003 มีข้อมูล คือ

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนเฉลี่ย 10 ปี (1994-2003) เปรียบเทียบรายปี 2003 เดือนมีนาคม-กันยายน

	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
ปี 2003 (ความชื้นสัมพัทธ์%)	69	63	68	78	77	78	81
ปี 1994-2003(ความชื้นสัมพัทธ์ %)	65	65	73	76	79	80	81
เฉลี่ย 10 ปี ต่างกัน ° C	7	2	5	2	2	2	-

- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของปี 2003 ไม่ต่างกันมากนักกับค่าเฉลี่ย สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลตัวแทนหารายละเอียดความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงได้

ตารางที่ 3.4 Monthly Temperature in Celsius

station : 378201 PHITSANULOK

YEAR		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
1994	mean	25.4	26.6	28.3	30.7	29.4	28.5	28.3	27.4	28.2	26.9	26.2	25.2	27.8
	mean max.	33.2	35.4	34.4	37.0	34.5	32.8	32.1	31.4	32.3	32.2	32.1	31.5	33.2
	maximum	35.0	37.7	37.6	39.6	39.0	34.6	35.3	34.5	34.7	34.6	33.8	34.0	39.6
	day	18	18	12	27	6	9	4	13	6	10	20	1	27/04
	mean min.	18.8	23.0	23.2	25.3	25.2	25.1	25.3	24.8	25.1	22.6	20.8	19.6	23.3
	minimum	15.5	19.0	20.2	21.7	22.6	23.4	22.5	23.4	23.7	17.1	18.4	16.4	15.5
	day	1	1	24	8	28	28	6	10,11	14	26	5,	27	1/01
1995	mean	25.2	26.0	29.8	31.0	30.0	29.4	28.3	28.0	28.4	28.1	26.4	23.7	27.9
	mean max.	31.8	33.2	36.5	38.6	35.7	34.7	32.6	31.9	32.5	32.5	31.2	30.1	33.4
	maximum	34.0	36.0	38.7	40.5	39.2	36.4	35.0	35.2	34.6	34.6	33.6	33.5	40.5
	day	27	26	22,24	23	1	2	23	4	30	23	13	17	23/04
	mean min.	19.4	20.0	24.3	26.2	25.5	25.4	24.8	24.7	25.1	24.6	22.3	18.1	23.4
	minimum	14.0	15.4	19.5	22.7	23.0	23.0	23.4	23.0	23.8	22.8	18.1	13.1	13.1
	day	7,	7	3	9	18	11	12	9	15,23	27	25	31	31/12
1996	mean	24.2	25.2	28.9	29.6	29.1	28.6	28.6	28.3	27.9	28.0	27.1	24.3	27.5
	mean max.	31.6	31.7	35.3	35.4	34.5	33.5	33.1	32.6	32.1	32.1	31.6	30.3	32.8
	maximum	34.1	36.1	37.7	38.3	37.4	35.5	35.6	35.9	34.5	34.1	33.5	34.3	38.3
	day	24	17	22,31	2,	16	6	2	29	30	30	11	6	2, 9/04
	mean min.	17.8	19.5	23.8	24.7	25.0	25.2	25.3	24.9	24.6	24.6	23.2	19.0	23.2
	minimum	11.6	16.3	21.4	21.0	23.4	23.4	23.8	22.4	22.5	22.5	21.2	14.5	11.6
	day	2	12	5	13	5	8	5	6,21	5	28	20,29	25	2/01
1997	mean	24.2	26.6	28.7	29.5	30.8	30.8	28.5	28.2	28.2	28.4	27.3	26.5	28.1
	mean max.	30.8	33.5	35.3	36.2	37.2	36.9	33.7	32.9	32.7	33.1	32.9	33.2	34.0
	maximum	33.3	36.2	37.2	38.2	39.8	39.2	37.6	35.1	35.2	35.7	35.6	34.8	39.8
	day	31	17	22,30	4,	9	15	10	22	14	8	17	1	9/05
	mean min.	18.4	20.4	23.3	23.9	25.8	25.6	25.0	25.0	24.8	24.4	22.6	20.7	23.4
	minimum	16.0	16.1	20.1	20.9	23.6	23.5	22.8	23.0	23.3	22.4	20.0	18.1	15.1
	day	13	10	2,	13	21	27	19	23	5,	28	2	10	10/02
1998	mean	26.1	27.9	30.4	31.5	31.3	30.6	29.0	28.9	28.5	28.5	26.7	25.2	28.7
	mean max.	33.3	35.1	37.4	38.0	37.6	36.0	33.5	33.2	32.9	32.9	31.8	30.6	34.4
	maximum	35.4	38.4	39.5	40.2	41.5	38.1	36.5	35.8	35.0	34.8	35.4	35.3	41.5
	day	28	25	17	15	9	16	21	16	14	8	17	3	9/05
	mean min.	20.0	21.8	24.8	26.2	26.5	26.3	25.1	25.4	25.1	24.8	22.4	20.6	24.1
	minimum	15.7	18.0	19.9	21.9	23.4	24.5	22.7	23.8	23.5	22.6	19.1	15.2	15.2
	day	18	19,20	11	19	10	18	9	19	2	24	13	13	13/12
1999	mean	25.8	26.8	29.7	29.4	28.4	28.4	28.6	27.9	28.1	27.5	26.8	23.5	27.4
	mean max.	31.1	32.9	35.9	35.3	33.1	32.6	32.9	32.0	32.3	31.8	31.2	28.0	32.5
	maximum	34.5	35.5	38.6	39.3	35.6	35.4	34.6	35.4	34.7	34.1	33.5	31.6	39.3
	day	22	25	22	3	19	29,30	15	21	3	14	10	31	3/04
	mean min.	20.6	21.3	23.8	25.0	24.6	24.8	25.1	24.5	24.7	24.2	22.9	17.6	23.3
	minimum	16.1	17.3	18.8	22.6	22.4	23.0	22.9	22.6	22.9	21.6	18.0	8.9	8.9
	day	9	6	9	6	12	24	18	26	13	21	21	26	26/12
2000	mean	25.3	25.8	28.4	29.6	29.0	28.4	28.2	28.3	27.7	27.8	26.2	25.9	27.6
	mean max.	31.8	32.2	35.2	35.6	34.1	33.2	32.8	32.7	31.7	32.2	31.4	31.7	32.9
	maximum	34.1	36.4	37.6	39.6	37.2	35.2	35.6	35.5	34.6	34.3	33.6	34.0	39.6
	day	10,11	24	18	5	10	8	3	12	20	1	30	1	5/04
	mean min.	19.8	20.4	22.3	24.9	24.8	24.8	24.6	24.7	24.3	24.4	21.5	20.8	23.1
	minimum	16.8	14.0	18.2	22.0	21.6	22.3	22.7	22.6	23.3	22.3	17.3	15.6	14.0
	day	15	3	14	23	21	24	16	9,23	12	13	3	26	3/02
2001	mean	26.2	26.6	28.1	32.1	28.8	28.8	28.5	28.4	28.2	28.2	25.1	25.6	27.9
	mean max.	32.2	33.3	33.6	38.3	34.0	33.8	33.0	32.6	32.5	33.1	30.5	31.1	33.2
	maximum	34.8	36.4	36.7	39.6	36.2	35.6	34.7	35.0	34.7	35.4	34.6	33.9	39.6
	day	24	28	7	11,18	(3)	17	(3)	24	2,18	15	5	18	11,18/04
	mean min.	21.0	20.7	23.6	26.3	24.2	24.1	24.0	23.9	23.4	23.1	18.7	18.0	22.7
	minimum	17.9	17.5	21.1	24.5	21.1	22.9	22.5	22.2	22.3	22.0	13.5	13.9	13.5
	day	3,12	2	11	2,16	3	20	22	6	19,30	18	22	25	22/11
2002	mean	24.5	27.4	29.1	31.2	30.1	29.3	28.5	28.0	27.8	27.8	27.0	26.1	28.1
	mean max.	30.8	33.5	35.4	38.2	36.2	34.9	33.2	32.8	31.7	32.6	31.8	31.5	33.6
	maximum	33.6	36.2	38.4	39.7	39.5	36.5	35.6	35.1	34.0	34.4	35.0	34.2	39.7
	day	25,26	27	15	18,21	2	(3)	15	1	12	17	16	1,	18,21/04
	mean min.	17.2	20.5	22.0	23.5	23.1	24.8	24.8	23.8	24.1	23.3	21.8	20.6	22.5
	minimum	13.6	18.4	17.6	20.5	21.0	23.1	23.0	22.3	23.1	19.2	17.6	16.1	13.5
	day	4	(3)	9	10	27	2	31	21	3,	10	6	22	4/01
2003	mean	24.1	26.9	29.3	31.3	30.7	29.7	29.8	28.7	27.9	28.7	27.6	24.0	28.0
	mean max.	30.1	33.4	34.5	37.5	36.5	33.2	33.8	33.1	32.4	33.6	33.6	30.5	33.5
	maximum	32.0	35.7	37.0	38.7	40.8	35.3	36.3	35.4	34.5	34.6	35.2	33.3	40.8
	day	26,27	25	19	13,21	7	22	19	15	18	(3)	20	9,11	7/05
	mean min.	17.7	19.8	21.8	24.1	25.4	25.2	24.8	25.0	24.7	24.2	22.2	17.6	22.7
	minimum	15.2	16.0	18.7	22.1	23.2	23.6	23.0	23.7	23.3	21.8	18.0	14.1	14.1
	day	24	8	4	24	2	8	1	4	14	27	30	22	22/12
mean	mean	25.0	26.8	29.0	30.7	29.8	29.2	28.6	28.2	28.1	28.0	26.6	24.9	27.9
mean	mean max.	31.7	33.4	35.5	37.0	35.3	34.2	33.1	32.5	32.3	32.6	31.8	30.9	33.4
ext.	maximum	35.4	38.4	39.5	40.5	41.5	39.2	37.6	35.8	35.2	35.7	35.6	35.3	41.5
mean	mean min.	19.0	20.7	23.3	25.0	25.0	25.1	24.9	24.7	24.6	24.0	21.8	19.4	23.1
ext.	minimum	11.6	14.0	17.6	20.5	21.0	22.3	22.5	22.2	22.3	17.1	13.5	8.9	8.9

remarks : in line day, if the number of days with maximum or minimum temperature greater than 2 days,the number of days is shown in parenthesis,other number(s) showing the day with maximum or minimum temperature in that month.

Computer Section
Climatology division
Meteorological department

ตารางที่ 3.5 Hont6hly Relative Humicity

Station : 378201 PHITSANULOK

YEAR		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
1994	mean	64	61	67	66	77	81	81	83	81	75	68	69	73
	mean max.	84	79	84	81	90	92	93	93	92	90	86	87	88
	mean min.	37	38	47	45	59	64	65	69	65	55	46	45	53
1995	mean	67	61	60	60	71	75	79	82	81	78	72	65	71
	mean max.	85	80	77	77	86	89	91	93	92	91	88	84	86
	mean min.	43	38	39	40	51	57	64	68	64	60	53	41	52
1996	mean	66	65	66	70	77	79	78	80	83	77	76	67	74
	mean max.	86	82	83	86	91	91	90	92	93	90	90	85	88
	mean min.	40	43	43	50	58	60	62	68	67	60	57	43	54
1997	mean	67	62	64	63	65	64	77	80	80	78	77	67	70
	mean max.	86	82	81	81	82	83	90	92	92	91	88	85	86
	mean min.	39	37	41	41	43	43	58	64	63	59	49	42	48
1998	mean	66	63	60	61	67	70	78	78	80	77	74	69	70
	mean max.	85	82	77	81	83	86	91	91	92	91	89	86	86
	mean min.	40	38	37	39	47	51	61	63	63	58	54	46	50
1999	mean	69	66	61	73	79	79	79	81	81	80	75	66	74
	mean max.	86	84	80	88	92	91	92	93	92	92	89	83	89
	mean min.	47	42	36	52	62	63	62	66	63	63	58	45	55
2000	mean	68	67	61	71	76	80	80	80	81	81	77	69	74
	mean max.	84	85	79	88	90	92	92	91	92	92	88	86	88
	mean min.	44	44	39	49	58	63	63	64	64	64	63	47	54
2001	mean	71	66	72	62	77	77	78	79	80	79	70	68	73
	mean max.	88	83	87	78	91	90	91	91	92	92	87	85	88
	mean min.	48	40	53	42	58	59	61	64	64	61	49	47	54
2002	mean	69	68	66	59	70	75	78	80	82	77	76	76	73
	mean max.	86	84	82	78	87	89	90	91	92	90	90	90	87
	mean min.	45	45	45	37	49	56	61	62	67	58	55	55	53
2003	mean	73	68	69	63	68	78	77	78	81	74	69	62	72
	mean max.	90	86	87	81	86	90	90	91	92	89	86	81	87
	mean min.	49	43	46	41	47	62	59	61	64	53	46	38	51
mean	mean	68	65	65	65	73	76	79	80	81	78	72	68	73
mean	mean max.	86	83	82	82	88	89	91	92	92	91	88	85	87
mean	mean min.	43	41	43	44	53	58	62	64	64	59	52	45	52

3.3 ทิศทางและความเร็วลม จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

ผังลมเป็นผังแสดงทั้งทิศทางและความเร็วของลมผิวพื้นในบริเวณหนึ่ง ๆ เอกสารฉบับนี้แสดงผังลมของอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยวิเคราะห์จากข้อมูลในรอบ 20 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2524-2543 ของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งทำการตรวจวัดลมวันละ 5-8 เวลา ตามเวลามาตรฐานท้องถิ่น ดังนี้ คือ 01.00, 04.00, 07.00, 10.00, 13.00 16.00, 19.00 และ 22.00 น.

ลมผิวพื้นในที่นี้แบ่งออกเป็น 16 ทิศ คือ ทิศเหนือค่อนไปทางตะวันออกทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกค่อนไปทางเหนือ ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกค่อนไปทางใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก ทิศใต้ ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกค่อนไปทางใต้ ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกค่อนไปทางเหนือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศเหนือค่อนไปทางตะวันตก สำหรับความเร็วลม ในแต่ละทิศแบ่งออกเป็น 6 ช่วง คือ

ก) 1-3 นอต (1-5 ก.ม/ช.ม) (0.28-1.39 เมตร/วินาที่)

ข) 4-6 นอต (6-11 ก.ม/ช.ม) (1.67-3.06 เมตร/วินาที่)

ค) 7-10 นอต (12-19 ก.ม/ช.ม) (3.33-5.28 เมตร/วินาที่)

ง) 11-16 นอต (20-28 ก.ม/ช.ม) (5.56-7.78 เมตร/วินาที่)

จ) 17-21 นอต (29-38 ก.ม/ช.ม) (8.06-10.56 เมตร/วินาที่)

ฉ) > 21 นอต (> 38 ก.ม/ช.ม) (> 10.56 เมตร/วินาที่)

โดยชุดของเส้นความเร็วลม แสดงให้เห็นว่าลมพัดมาจากทิศทางใดเข้าสู่ศูนย์กลางหรือพัดเข้าหาสถานี ส่วนความเร็วลมในแต่ละช่วงจะแทนด้วยขนาดความกว้างและความเข้มของสีต่าง ๆ และขนาดความยาวของแต่ละสัญลักษณ์ จะเป็นสัดส่วนกับเปอร์เซ็นต์ความถี่ของความเร็วในช่วงนั้น ๆ เปอร์เซ็นต์ความถี่ของลมสงบ และวงกลมรอบศูนย์กลางแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่ต่าง ๆ ตั้งแต่ 1 %, 2% และ 3 %

การจัดทำผังลมในเอกสารฉบับนี้ได้แยกเป็นรายเดือน โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ รหัสสถานี ละติจูด ลองติจูด ความสูงของสถานีจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และความสูงของศรลมจากพื้นดิน ซึ่งแสดงไว้อยู่ที่มุมบนทั้งสองด้าน รวมทั้งตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความถี่ของทิศทางและความเร็วลม ซึ่งอยู่ที่ด้านล่างของผังลม

ผังลมที่แยกเป็นรายเดือนดังกล่าว จะแสดงเฉพาะเดือนในฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นของอากาศต้องการกระแสลมพัดเพื่อช่วยให้เกิดความรู้สึกสบาย เพราะลมพัดพาความชื้นให้ระเหย (โดยความร้อนแฝง) ออกจากร่างกาย โดยจะแสดงเฉพาะของเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และ ตุลาคม เท่านั้น

ตารางที่ 3.6 Monthly mean wind speed (knots) and prevailing wind

STATION : 378201 PHITSANULOK

YEAR		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1981	spd.	.9	1.6	2.1	2.4	2.3	1.4	1.4	2.2	1.3	1.3	1.3	1.2
	prev.	W	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	NW
1982	spd.	1.2	.5	2.7	2.1	2.5	2.4	1.8	1.5	1.6	1.1	1.0	1.1
	prev.	NW	SW	S	S	S	S	S	S	S	NW	NW	NW
1983	spd.	1.4	2.1	2.8	3.5	3.0	2.2	2.0	1.7	1.2	1.4	1.1	1.3
	prev.	NW	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N
1984	spd.	.9	1.4	2.1	2.4	2.0	1.9	1.5	1.4	1.0	1.0	.9	.6
	prev.	NW	S	S	S	S	S	S	S	S	N	NW	NW
1985	spd.	1.0	1.5	2.1	2.2	1.7	1.6	1.5	1.3	1.0	1.2	1.1	.7
	prev.	SW	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N
1986	spd.	.7	1.2	1.9	2.4	1.7	1.5	1.5	1.0	1.2	1.1	1.2	1.0
	prev.	NW	SW	S	S	S	S	S	SW	W, S	N	N	N
1987	spd.	.8	1.4	1.8	2.2	2.2	1.9	1.5	1.9	1.1	.7	.9	1.1
	prev.	NW	S	S	S	S	S	S	SE	NW	SE	NW	NE, N
1988	spd.	.9	1.8	2.2	2.0	1.6	1.8	1.7	1.6	1.0	1.1	1.4	.8
	prev.	NW	SE	S	S	S	SW	SE	SE	SE	NW	N	NW
1989	spd.	1.1	1.6	2.0	2.7	2.2	1.6	1.6	1.1	1.3	1.1	.9	.9
	prev.	SE	SE	S	S	S	SE	S	S	SE	N	NE	N
1990	spd.	.9	1.7	1.9	1.7	1.8	1.6	1.3	1.5	.9	1.2	.8	.7
	prev.	S,SE	SE	S	S	S	SE	SE	SE	SW	N	N	NW
1991	spd.	.8	.6	0.2	2.0	1.6	1.7	1.4	1.1	.7	.9	.7	.9
	prev.	S	SW	S	S	SE	SE	SE	SE	SE	NE	N	NE
1992	spd.	.7	1.2	1.5	1.6	2.0	1.8	1.5	1.0	1.2	1.3	1.0	1.1
	prev.	NE, N	S	S	S	SE	SE	SE	SW	SW	NW	NW	NW
1993	spd.	.8	1.1	2.0	2.0	2.2	1.8	1.4	1.3	1.3	.9	.8	.8
	prev.	SW, S	SW	S	S	SE	SE	SE	SE	SE	SW	NE	NW
1994	spd.	.8	1.8	1.7	1.7	1.4	1.3	1.3	1.1	.7	1.0	.8	.7
	prev.	SW	SE	S	SE	S	SE	S	S	SW	SW,NE	N	N
1995	spd.	.7	1.0	1.6	1.4	1.2	1.2	.8	.9	.9	.8	.8	.8
	prev.	SW	SW	S	S	SE	S	SE	SE	SE	N	NW, N	NW
1996	spd.	.8	1.3	1.5	1.5	1.1	1.3	1.5	1.4	.9	.9	.8	1.0
	prev.	NW	NE	S	S	SW	SW	S	SE	SW	N	N	NE
1997	spd.	1.0	1.2	1.8	2.0	1.9	1.9	1.8	1.4	1.2	1.0	.8	.7
	prev.	SW	SW	SW	SW	SE	SW	SE	SE	SW	N	W	SW
1998	spd.	.9	1.1	1.8	1.7	1.8	1.7	1.1	1.2	1.0	.7	.9	.8
	prev.	SW	SW	S	S	SW	SW	SE	SE	SW	N	NW	N
1999	spd.	1.0	1.1	1.5	1.3	1.3	1.1	1.3	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2
	prev.	S	S	S	S	S	S	S	SW	SW	N	N	N
2000	spd.	.7	1.2	1.4	1.8	1.4	1.2	1.1	1.2	.9	1.1	1.1	.7
	prev.	W	SW	S	S	S	S	S	S	S	N	N	SW
mean spd.		.9	1.3	1.9	2.0	1.9	1.5	1.5	1.4	1.1	1.0	1.0	1.0
prev. wind		NW	SW	S	S	S	S	S	SE	S,SW	N	N	N,NW

- is missing value/incomplete data

DATA PROCESSING SUB-DIVISION
CLIMATOLOGY DIVISION
METEOROLOGICAL DEPARTMENT

ตารางที่ 3.5 Hont6hly Relative Humicity

ตารางที่ 3.7 Extreme Maximum wind 1981-2000 : PHITSANULOK

station : 378201 PHITSANULOK

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
1981	8	16	10	20	22	15	16	20	30	15	10	10	30
1982	10	12	27	15	28	25	20	15	15	11	11	10	28
1983	10	17	14	22	30	38	20	22	15	15	11	13	38
1984	12	15	30	15	15	19	27	14	18	15	12	8	30
1985	12	11	13	20	15	18	16	20	15	12	9	7	20
1986	8	10	12	32	30	25	24	16	15	13	12	8	32
1987	10	11	14	17	18	20	17	20	20	15	13	9	20
1988	9	22	18	25	19	15	15	27	14	14	12	10	27
1989	14	12	19	17	27	15	18	15	17	14	10	8	27
1990	11	15	17	25	20	21	16	15	17	11	10	8	25
1991	9	8	21	15	30	28	20	13	10	13	7	9	30
1992	13	13	13	23	30	20	15	18	20	13	8	12	30
1993	13	9	15	20	20	20	20	18	13	9	9	10	20
1994	10	13	15	17	15	15	15	15	15	12	9	11	15
1995	7	10	15	15	17	15	12	15	10	10	9	9	17
1996	9	12	15	14	15	20	15	15	15	13	11	10	20
1997	15	12	23	35	20	23	23	20	18	18	12	8	35
1998	11	17	13	22	23	15	20	15	15	15	13	9	23
1999	8	13	17	20	18	18	17	20	15	15	14	13	20
2000	9	13	10	23	19	15	21	20	13	20	10	10	23
Ext.	15	22	30	35	30	38	27	27	30	20	14	14	38

Computer Section
Climatology division
Meteorological department
10-Jun-2005

บทที่ 4

การออกแบบลักษณะช่องเปิดและปีกอาคาร

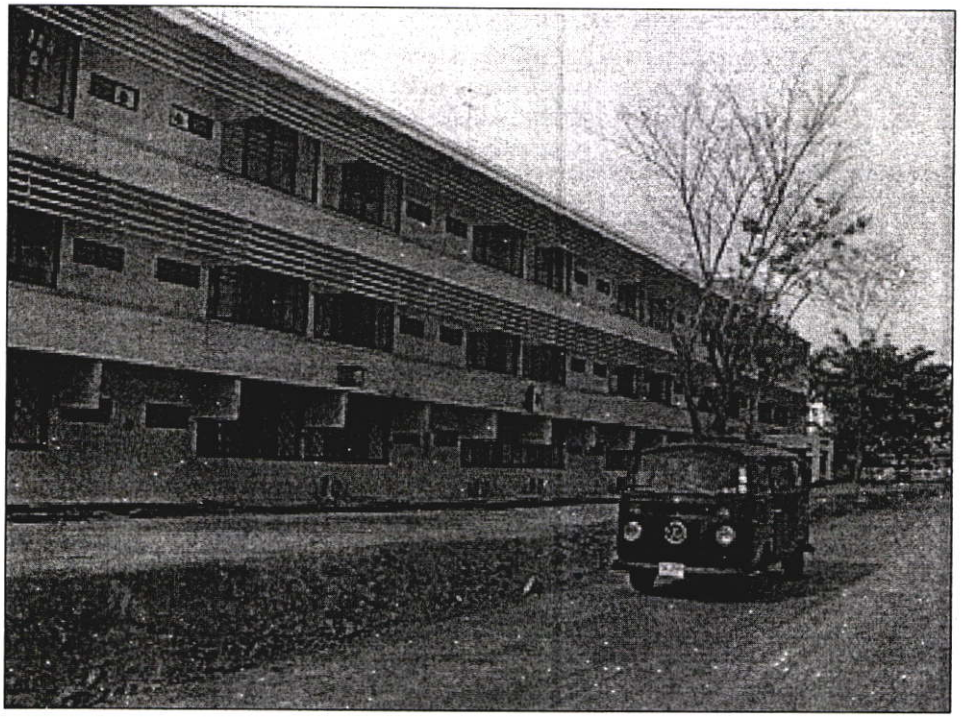
4.1 อาคารตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพปีกอาคารและช่องเปิด

โครงการวิทยนิเวศน์

ที่ตั้ง ถนนสนามบิน อำเภอเมือ จังหวัดพิษณุโลก

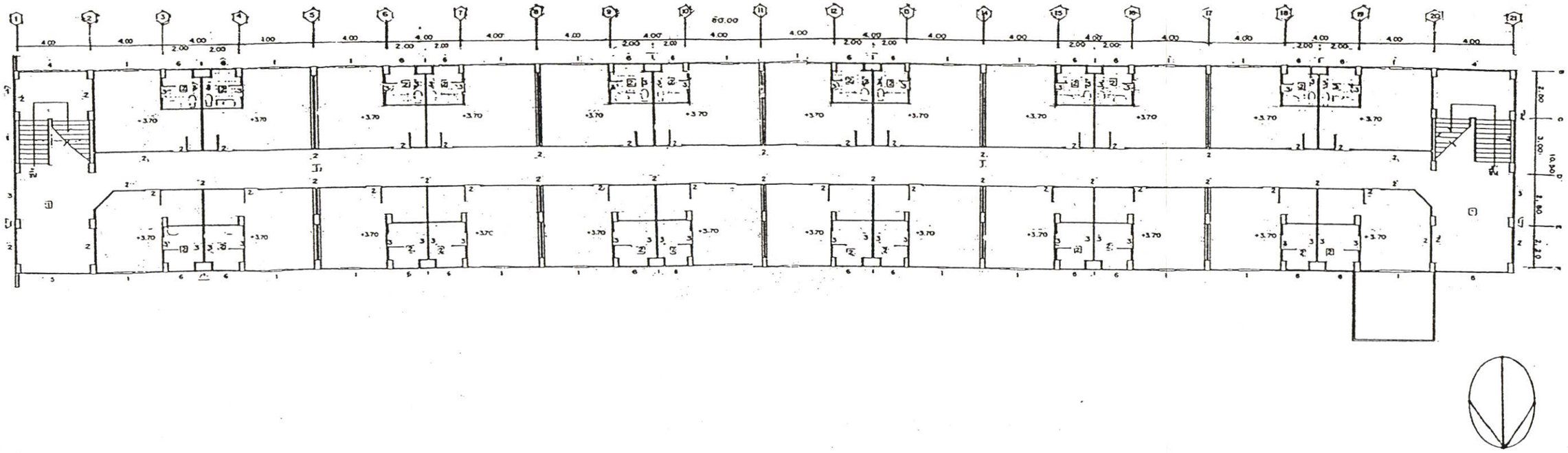
เจ้าของโครงการ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ลักษณะอาคาร เป็นอาคารชุดพักอาศัยสูง 3 ชั้น รวม 68 ยูนิต

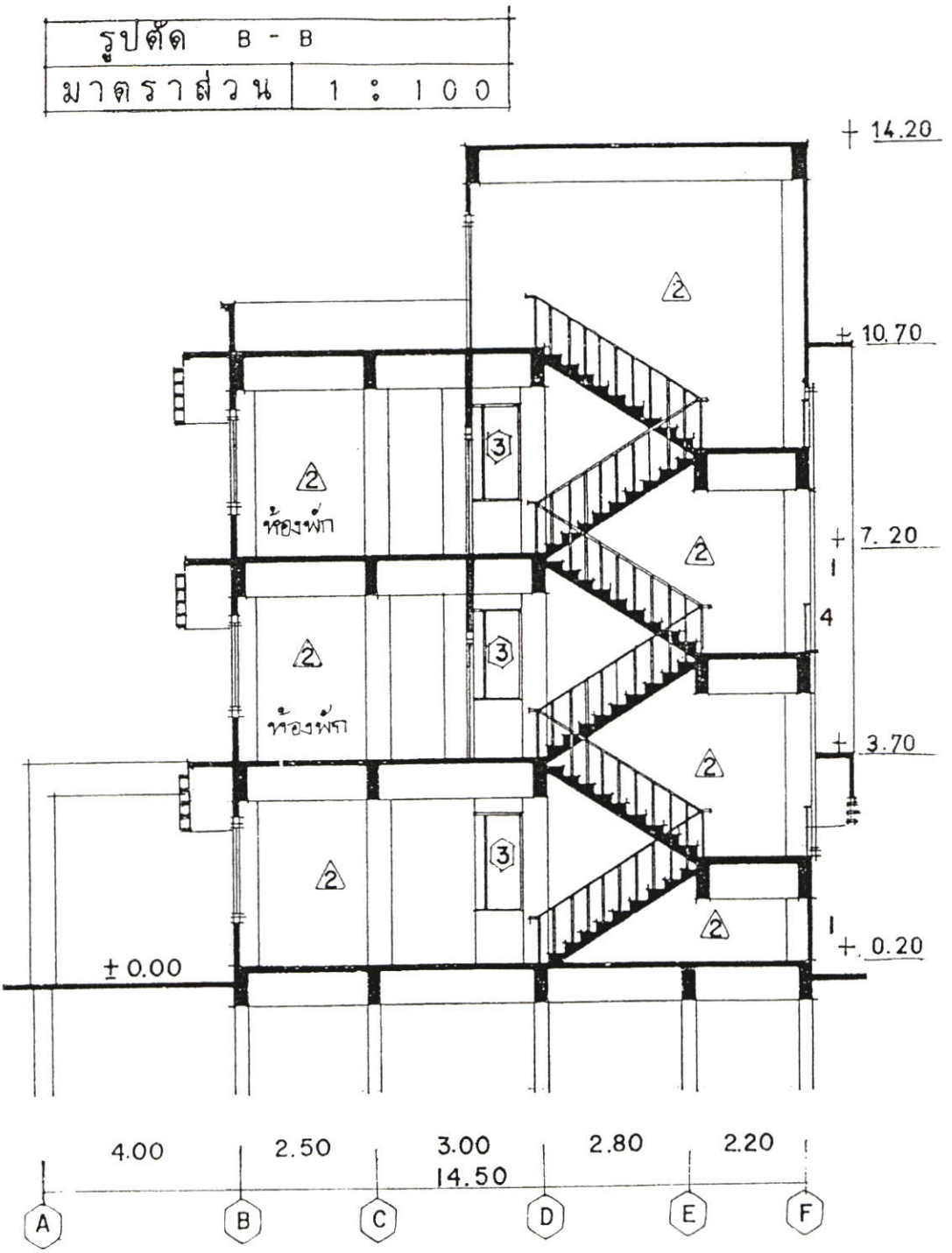


ภาพที่ 4.1 อาคารตัวอย่างเพื่อการวิจัยอาคารหอพักอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร

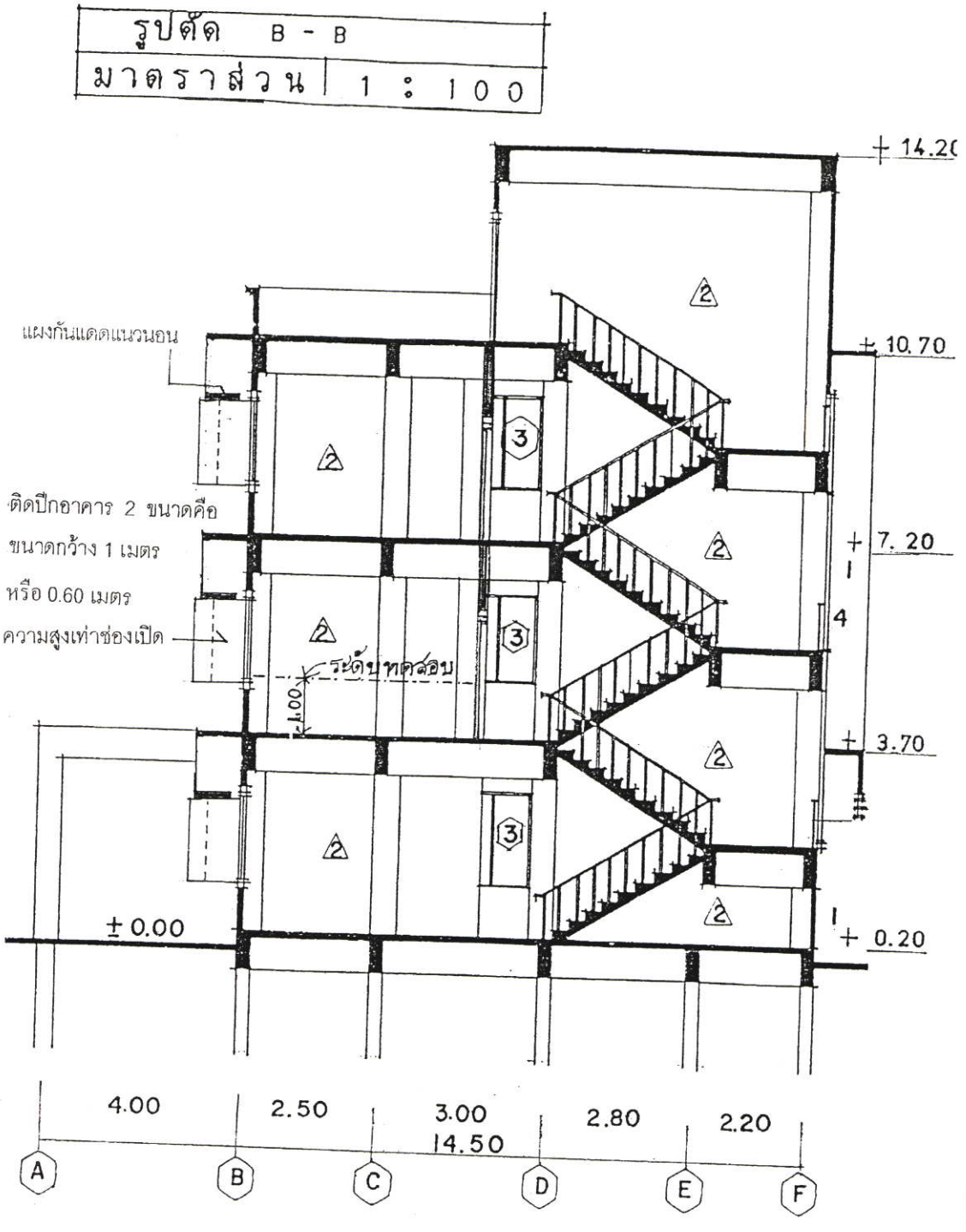
ภาพที่ 4.2 แผนผังมหาวิทยาลัยนเรศวร (ส่วนสนามบิน)



ภาพที่ 4.3 แปลนพื้นชั้น 2 ชั้นที่ทำการทดสอบ



ภาพที่ 4.4 รูปลักษณะเดิมของอาคารตัวอย่าง



ภาพที่ 4.5 รูปตัดเมื่อปรับปรุงปีกอาคาร ตัดแผงกันแดดเดิม ตัดแผงกันแดดแนวนอนลักษณะตายตัว

4.2 วิธีการคำนวณหาความเร็วลมในแต่ละชั้นความสูงและการหาค่าความเร็วลมที่ระดับทดสอบ

ในการคำนวณหาความเร็วลมในแต่ละชั้นความสูงต่างๆ มีวิธีการคือ

- การนำข้อมูลความเร็วลมมาจากกรมอุตุนิยมวิทยาข้อมูลความเร็วลมอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
- การหาจากสูตรคำนวณ Power Law

การนำข้อมูลมาจากกรมอุตุนิยมวิทยาจะได้ค่าความเร็วลมที่ค่อนข้างแม่นยำ อย่างไรก็ตาม ในการนำข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา จำเป็นต้องนำสูตรการคำนวณมาใช้เพื่อการหาค่าความเร็วลมในแต่ละชั้นความสูง เพื่อจะได้นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองในอุโมงค์ลม และหารูปแบบของปีกอาคารและช่องเปิดที่เหมาะสมต่อไป

จากเอกสารคำสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดย ผศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ มีการกำหนดวิธีคำนวณหาค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆ เรียกว่า POWER LAW โดยมีสูตรการคำนวณคือ

$$Vz = Vg\,(Z / Zg)^{a}$$

โดยที่ Vz คือ ความเร็วลมในระดับความสูงที่ต้องการ (กม./ชม.)

Vg คือ ความเร็วลมสูงสุดคงที่ (Gradient Veleity กม./ชม.)

Z คือ ระดับความสูงเหนือพื้นดินที่ต้องการ

Zg คือ ระดับความสูงอ้างอิง (เมตร)

a คือ ค่าคงที่ของสัมประสิทธิความเร็วลมตามลักษณะภูมิประเทศ

a = 0.16, Zg = 274 เมตร เมื่อสภาพพื้นที่เป็นทุ่งโล่ง หรือมีสิ่งก่อสร้างน้อยมาก

a = 0.28, Zg = 396 เมตร เมื่อสภาพพื้นที่เป็นเมืองเล็กๆ หรือชานเมืองซึ่งมีสิ่งก่อสร้างหนาแน่นปานกลางและสูงไม่เกิน 10-20 เมตร

a = 0.40, Zg = 518 เมตร เมื่อสภาพพื้นที่เป็นเมืองที่มีสิ่งก่อสร้างหนาแน่น และมีอาคารขนาดใหญ่มากมาย

การนำค่าความเร็วลมของอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มาปรับค่าเพื่อการทดสอบ

จากค่า ข้อมูลค่าสภาพภูมิอากาศช่วงปี ค.ศ. 1971-2000 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีความสูงของเครื่องวัดความเร็วและทิศทางกระแสลม (High of Wind Vane above Ground) เท่ากับ 12.50 เมตร มีค่า ความเร็วเฉลี่ย เฉลี่ยต่ำที่สุด 0.9 knots ซึ่งเป็นค่าที่จะแปลงมาทดสอบในอุโมงค์ลมที่ระดับความสูงจากพื้นชั้นสอง 1 เมตร คือค่าที่ระดับความสูง 4.7 เมตรจากระดับดิน(ค่าความเร็ว

ลมเฉลี่ยที่สูงกว่านี้ย่อมได้ผลดีกว่านี้ จึงใช้ค่าต่ำสุดซึ่งให้ผลการระบายอากาศน้อยที่สุด ค่าสูงสุดอยู่ที่ 2.1 knots หรือ 1.082 m/sec)

ค่าความเร็ว 0.9 knots เท่ากับ 0.464 m/sec

ใช้สูตร Power Law $Vz = Vg \left(\frac{Z}{Zg} \right)^{a}$

$$0.464 = Vg \left(\frac{12.50}{396} \right)^{0.28}$$

$$0.464 = Vg \times 0.38$$

$$Vg = 1.22$$

ถ้าใช้ค่า Vz เท่ากับระดับความสูงทดสอบ = 4.7 เมตร

$$Vz = 1.22 \left(\frac{4.7}{396} \right)^{0.28}$$

$$Vz = 1.22 \times 0.29$$

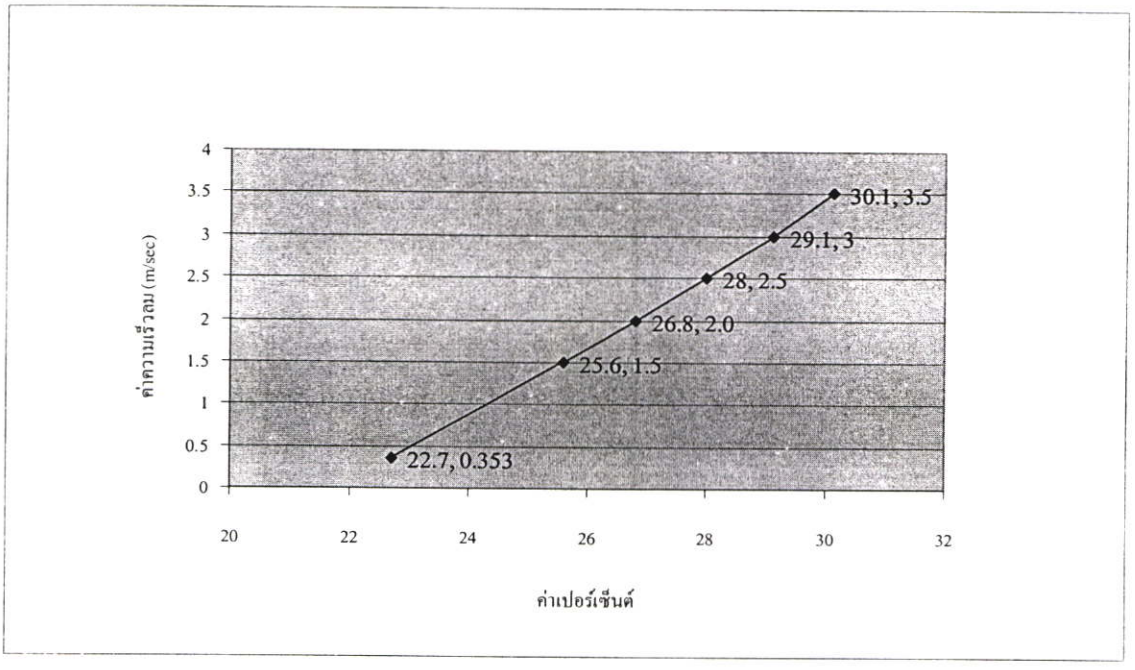
(Vz ที่ 4.7 เมตร) $Vz = 0.353$ m/sec.

ได้ผลสรุปคือ ค่าความเร็วลม 0.9 knots หรือ 0.464 m/sec ที่ความสูง 12.5 เมตร เมื่อแปลงมาเป็นความเร็วลมที่ความสูงระดับทดสอบ คือ 4.7 เมตร (สูงจากพื้นชั้นสอง 1 เมตร) จะได้ค่าความเร็วลมที่ 0.353 m/sec

การทดสอบประสิทธิภาพการระบายอากาศ โดยใช้หุ่นจำลอง ใช้ค่าความเร็วลมหน้าหุ่นจำลองในอุโมงค์ลม 2.5 m/sec แต่ค่าความเร็วลมที่แท้จริง ณ ความสูงตำแหน่งทดสอบ เพียง 0.353 m/sec และจากการทดสอบพบว่าเมื่อลมแรง เปอร์เซ็นต์ความเร็วลมภายในหุ่นจำลองเปรียบเทียบกับลมภายนอกจะได้เปอร์เซ็นต์สูงกว่าเมื่อลมอ่อนแรงลง และการปรับค่าความเร็วของพัดลมในอุโมงค์ลมหน้าหุ่นจำลองในอุโมงค์ลมปรับได้ต่ำสุดเพียง 1.5 m/sec จึงต้องหาเส้น โค้งแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ลมภายนอกและภายในหุ่นจำลองที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อลมแรงและเบาลงมาที่ 0.353 m/sec

ความเร็วลมหน้าหุ่นจำลอง (m/sec)	ความเร็วลมภายในหุ่นจำลอง (m/sec)	เปอร์เซ็นต์ตัวเปรียบเทียบ (%)
3.5	1.05	30
3	0.87	29.1
2.5	0.70	28
2	0.54	26.8
1.5	0.38	25.6

นำมา PLOT CURVE เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบที่ควรเกิดขึ้น เมื่อความเร็วลม 0.353 m/sec ซึ่งเป็นค่าความเร็วลมที่แท้จริง ที่เกิดขึ้นหน้าหุ่นจำลองได้ ค่าเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ เท่ากับ 22.7% ตามนี้

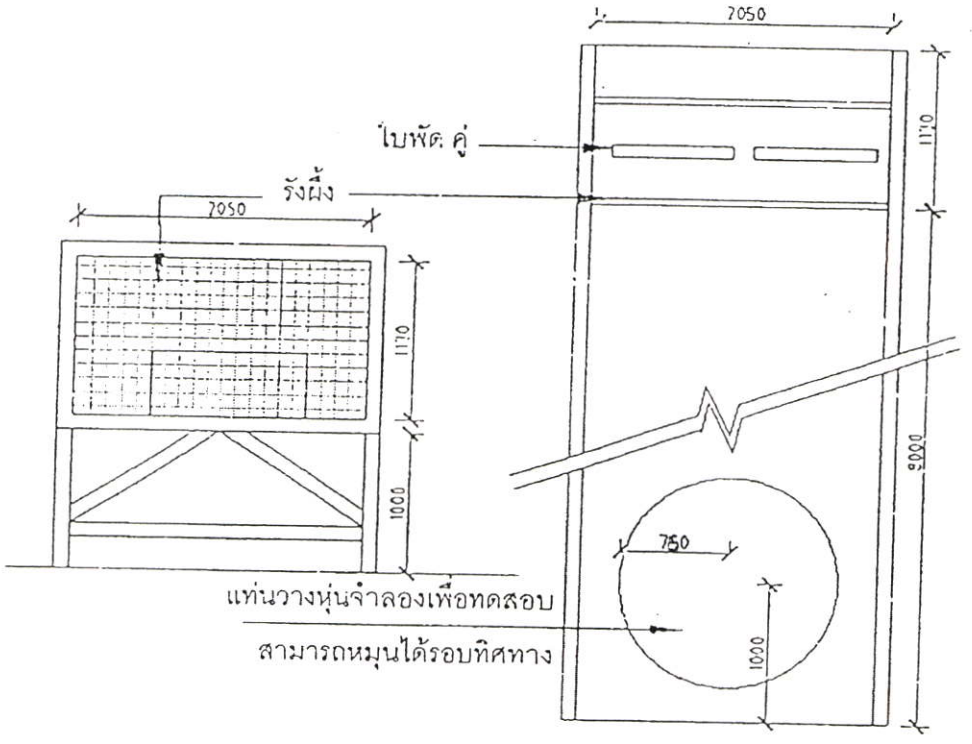


ภาพที่ 4.6 CURVE เปอร์เซ็นต์ความเร็วลมภายในห้องที่ลดลงเมื่อความเร็วภายนอกลดลง

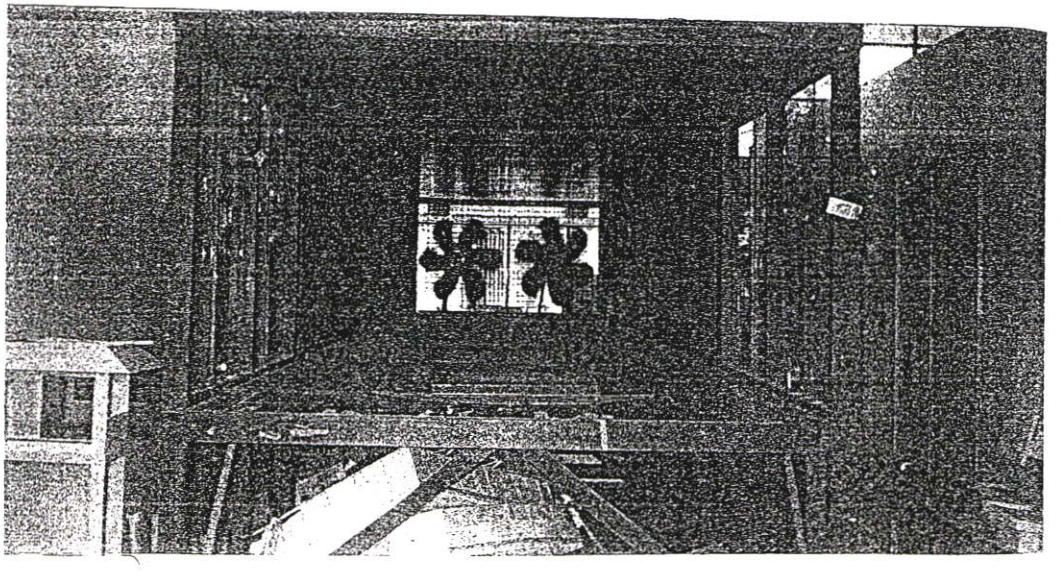
4.3 เครื่องมือในการทำวิจัย

4.3.1 อุโมงค์ลม (Wind Tunnel)

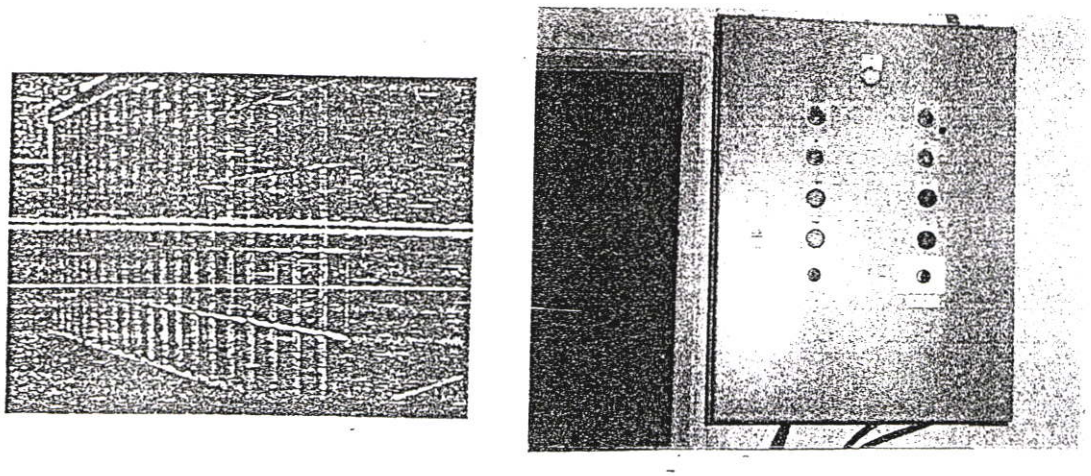
อุโมงค์ลมที่ใช้ในการทดสอบหุ่นจำลองเพื่องานวิจัยเป็นของภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีขนาดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.7 อุโมงค์ลมของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร



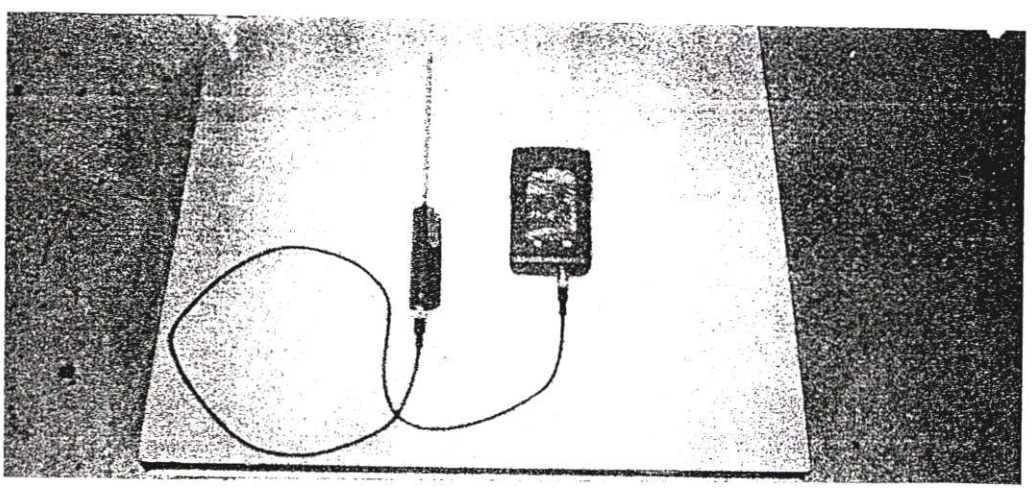
ภาพที่ 4.8 ภาพถ่ายอุโมงค์ลม



ภาพที่ 4.9 แสดงภาพถ่ายรวงผึ้ง และแผงควบคุมความเร็วของใบพัดตามลำดับ

4.3.2 เครื่องวัดความเร็วลม Hot-Wire Anemometer

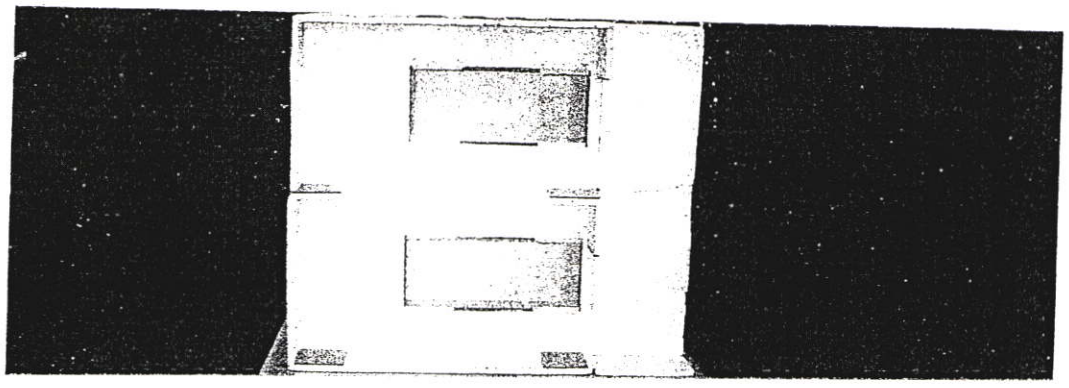
ขอบเขตของความเร็วที่สามารถวัดได้	0 ถึง 30 เมตร/วินาที
ความละเอียดในการวัด	0.1 เมตร /วินาที
แบตเตอรี่	9 โวลท์ (Alkaline Maganese)
ขนาดของเครื่องวัด	130 x 70 x 36 ม.ม.
ขนาดของก้านวัด	400 x 8 ม.ม. ตรงส่วนหัว 12 ม.ม.
น้ำหนักของเครื่องวัด	250 กรัม
น้ำหนักของก้านวัด	150 กรัม



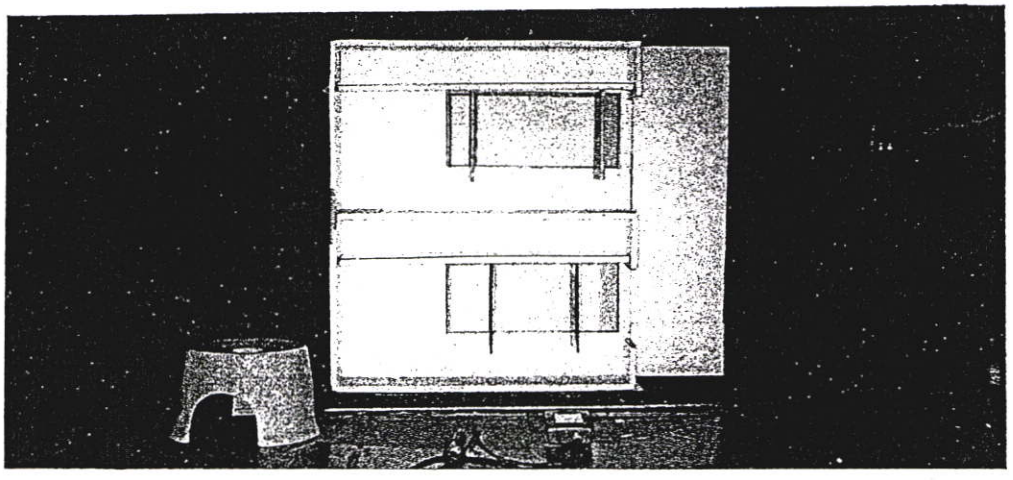
ภาพที่ 4.10 เครื่องวัดความเร็วลม (Hot-Wire Anemometer)

4.3.3 หุ่นจำลอง

เพื่อทดสอบผลการหมุนเวียนของกระแสลมภายในห้อง ทั้งก่อนและหลังจากมีการปรับปรุงช่องเปิด และปีกอาคาร โดยทำการวัดค่าความเร็วลมภายใน ทั้งก่อนและหลังจากมีการออกแบบช่องเปิดและปีกอาคาร เพื่อทำการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมภายหลัง



ภาพที่ 4.11 หุ่นจำลองของอาคารตัวอย่างก่อนมีการปรับปรุงช่องเปิด และปีกอาคาร มาตราส่วน 1: 10

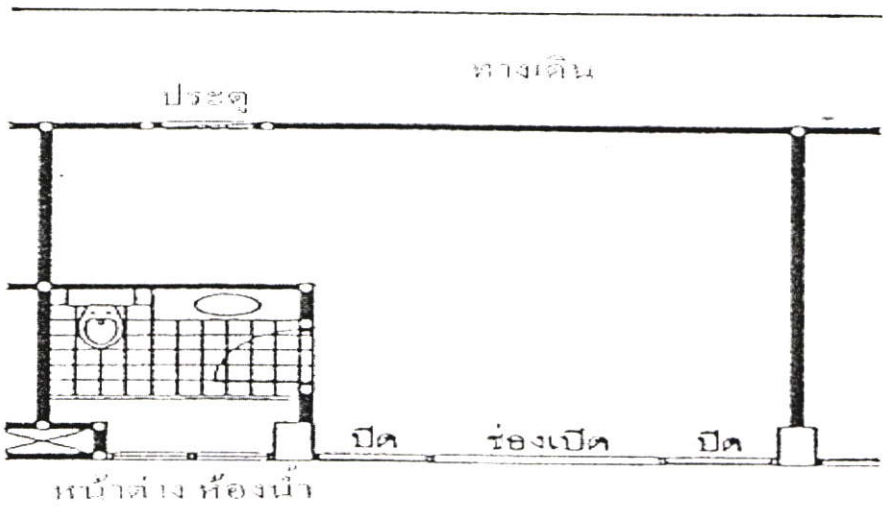


ภาพที่ 4.12 หุ่นจำลองของอาคารตัวอย่างหลังจากมีการปรับปรุงช่องเปิด และปีกอาคาร มาตราส่วน 1:10

4.4 การออกแบบการชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกัน และผลการทดสอบ

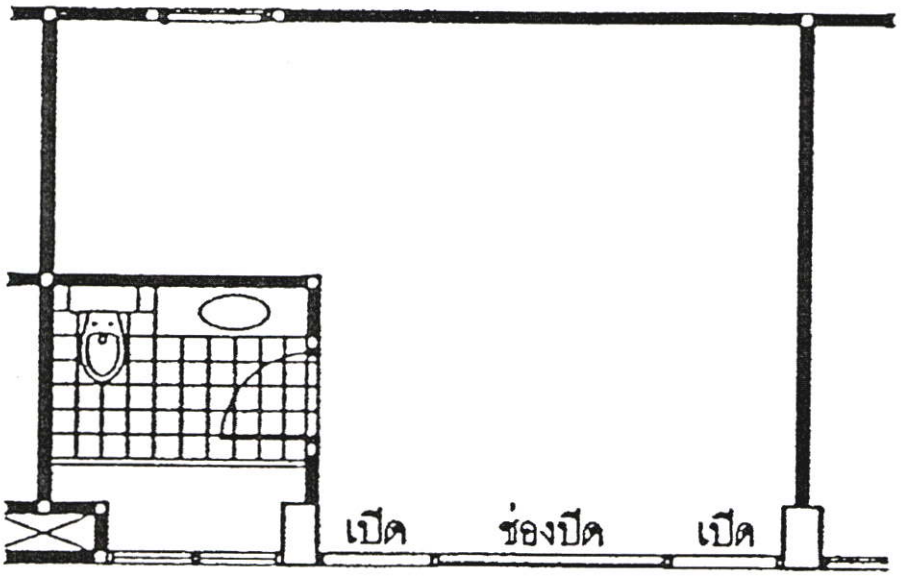
จากบทที่ 2 เรื่องทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ ข้อ 2.3 เรื่องการระบายอากาศภายในอาคาร และความสำคัญของการระบายอากาศภายในอาคาร, ข้อ 2.4 ปัญหาของการระบายอากาศเนื่องจากมีช่องหน้าต่างอยู่บนผนังด้านเดียว และข้อ 2.5 การใช้ปีกอาคารเพื่อชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกัน และนำการออกแบบไปทำหุ่นจำลองเพื่อทดสอบผลการชักนำการระบายอากาศต่อไป แนวทางการออกแบบคือ

4.4.1 การออกแบบการชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวโดยการออกแบบปรับปรุงช่องเปิดจากช่องเปิดเดี่ยวกลางห้อง เป็นช่องเปิด 2 ช่องแยกจากกันอยู่ที่ริมห้อง



ภาพที่ 4.13 แปลนช่องเปิดเดิมของอาคารตัวอย่าง

ช่องเปิดของอาคารตัวอย่างเพื่อการทดลองเป็นอาคารที่มีผนังภายนอกด้านเดียว มีช่องเปิดเป็นบานเลื่อนคู่กว้างครึ่งหนึ่งของผนังเปิดเลื่อนแยกออกจากกันจากกึ่งกลางเลื่อนไปสู่ผนัง 2 ด้าน ตามภาพ



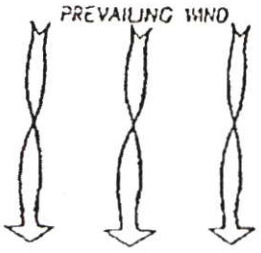
ภาพที่ 4.14 แปลนการปรับปรุงจากช่องเปิดเดี่ยวกลางห้องเป็นช่องเปิด 2 ช่องริมห้อง

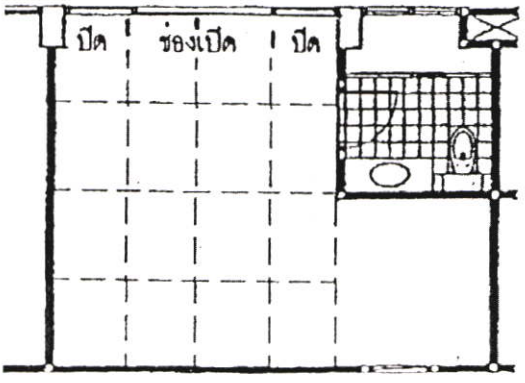
การปรับปรุงช่องเปิดในเบื้องต้น จะเจาะช่องเปิดที่ริมห้อง 2 ช่อง โดยทำเป็นลักษณะบานเลื่อนกว้างประมาณ ¼ ของผนังหรือประมาณ 1 เมตร เลื่อนเข้าหากันมาที่กลางห้อง ซึ่งจะทำการทดสอบประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้อง เปรียบเทียบกับห้องที่มีช่องเปิดช่องเดียวตรงกลางของลักษณะช่องเปิดเดิม

เมื่อทดสอบความเร็วลมภายในห้องโดยใช้หุ่นจำลองในอุโมงค์ลม ทดสอบตามรูปแบบของอาคารตัวอย่างตามลักษณะเดิมที่มีช่องเปิดกว้างประมาณครึ่งหนึ่งของผนังอยู่กลางผนังอาคารช่องเดียว เมื่อคำนวณปรับค่าความเร็วลมภายนอกหน้าอุโมงค์เท่ากับลมธรรมชาติ พบว่าความเร็วลมพัดผ่านเข้ามาในห้องผ่าน 16 จุดทั่วห้องที่ทดสอบน้อยมาก มีความเร็วลมเปรียบเทียบกับลมภายนอกเฉลี่ยเพียง 2.4% มีความเร็วลมเฉลี่ยเพียง 0.008 m/sec แต่เมื่อออกแบบช่องเปิดใหม่โดยเจาะช่องเปิดที่ริมห้อง 2ช่องกว้างช่องละประมาณ ¼ ของผนัง ตรงกลางที่เดิมเป็นช่องเปิดเปลี่ยนเป็นช่องปิด ผลการทดสอบสามรถเพิ่มความเร็วลมเฉลี่ยเป็น 9.7% เทียบกับลมหน้าอุโมงค์ลมที่ปรับค่าเท่ากับลมธรรมชาติ หรือมีความเร็วลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 0.028 m/sec ตามแสดงในภาพผลการทดสอบข้างตามภาพที่ 4.15 และ 4.16 ท้ายนี้

.005 1.3%	.02 5.2%	.02 5.2%	.005 1.3%
.01 3.6%	.007 1.9%	.004 1.6%	.007 1.9%
.004 1%	.007 1.9%	.004 1%	.005 1.3%
.02 4.6%	.007 2.0%	.005 1.3%	.005 1.3%

ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.008 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.02 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.004 m/sec

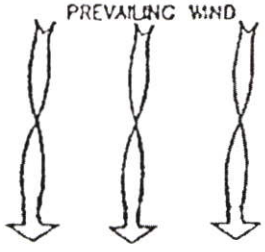


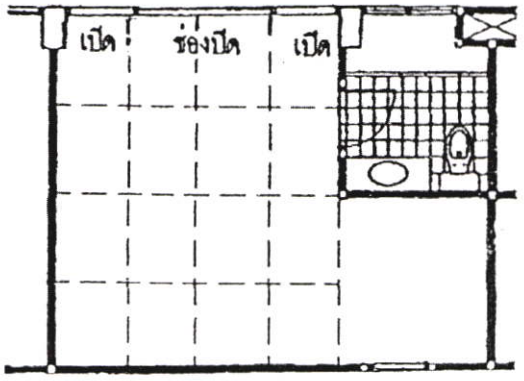


ภาพที่ 4.15 ช่องเปิดเดิมเป็นช่องเปิดขนาดใหญ่กลางผนังและผลการทดสอบ

.07 18.5%	.01 3.9%	.01 3.9%	.01 21.7%
.04 11.4%	.02 6.2%	.03 7.8%	.05 14.6%
.04 11.4%	.009 2.6%	.01 2.9%	.05 14.3%
.04 10%	.01 3.3%	.02 5.2%	.04 10%

ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.028 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.07 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.009 m/sec





ภาพที่ 4.16 การปรับช่องเปิดเป็น 2 ช่องชิดผนังและผลการทดสอบ

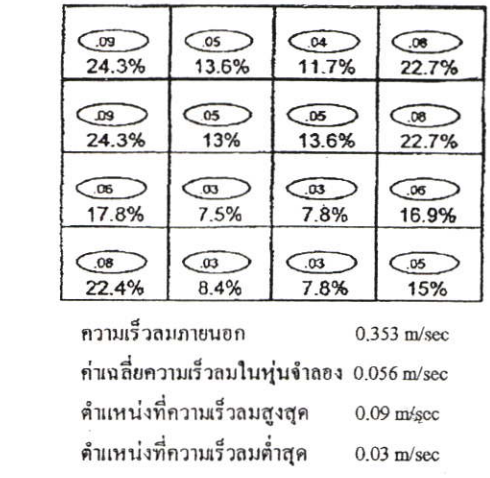
4.4.2 การออกแบบการชักนำการระบายอากาศของหน้าต่างที่อยู่บนผนังด้านเดียวกันโดยการใช้ปีกอาคารติดที่ช่องเปิดแบบที่แยกจากกันเป็น 2 ช่องชิดผนังและผลการทดสอบ

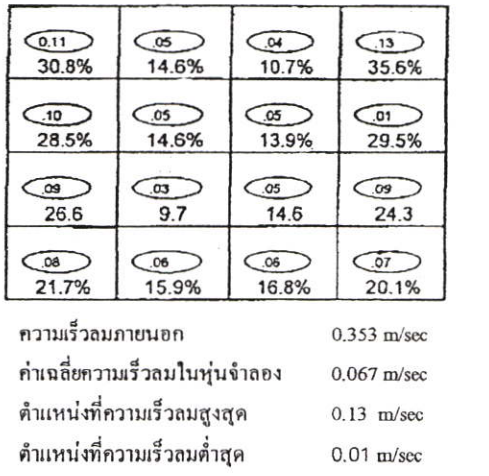
เนื่องจากทิศทางลม (Prevailing Wind) ส่วนใหญ่ของอาคารตัวอย่างอยู่ในตำแหน่งที่ส่วนใหญ่พัดจากทางทิศใต้ตั้งฉากกับอาคาร ซึ่งศึกษาจากผลการทดลองของ B.Givoni ตามข้อ 2.5 ปีกอาคารที่ไม่ยื่นจากอาคารยาวมาก เช่น ยื่นเพียงขนาดเท่าช่องเปิด หรือยื่นเพียงประมาณ 1 เมตร จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องดีกว่าการยื่นปีกอาคารออกมายาวๆ จึงจะออกแบบเพิ่มปีกอาคารขนาดเท่าช่องเปิดหรือประมาณ 1 เมตร เพราะนอกจากให้ผลดีสอดคล้องกับการทดลองของ B.Givoni แล้ว ถ้าปีกอาคารกว้างมากๆ ก็จะมีผลต่อโครงสร้าง เพราะเป็นการต่อเติมอาคารที่ไม่ได้เตรียมโครงสร้างไว้ และปีกอาคารที่ต่อเติมควรต้องใช้วัสดุเบาซึ่งถ้ากว้างมากๆ ก็จะแกว่งด้วยแรงลม

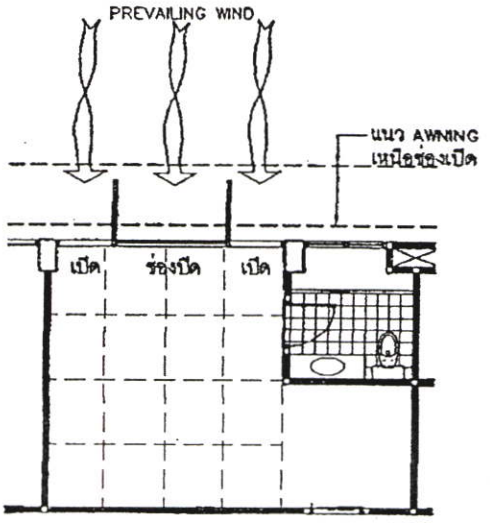
การทดสอบของ B.Givoni ดังกล่าว ทดสอบปีกอาคารแค่ 2 ขนาด คือ ขนาดกว้างกว่าช่องเปิด 1 เท่าตัวและกว้างเท่าช่องเปิด ซึ่งลมพัดตั้งฉากกับผนังห้อง ปีกอาคารขนาดเท่าช่องเปิด ให้ผลชักนำการระบายอากาศภายในอาคารที่ดีกว่า B.Givoni ไม่ได้ทดสอบปีกอาคารที่กว้างน้อยกว่าช่องเปิด ดังนั้นการออกแบบวิจัยนี้จะทดสอบปีกอาคารที่แคบกว่าช่องเปิดด้วย โดยจะใช้ความกว้าง 0.60 เมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เป็นสัดส่วนที่เหมาะสม สำหรับขนาดของวัสดุที่จะนำมาใช้ เช่น กระเบื้องแผ่นเรียบ(ขนาด 4 ฟุต x 8 ฟุตหรือประมาณ 1.2 เมตร x 2.4 เมตร และสอดคล้องกับระบบประสานทางพิกัด (Modular Coordination) ซึ่งใช้สำหรับการออกแบบใน plan ใช้พื้นฐานเท่ากับ 0.30 เมตร x 0.30 เมตร และตัวคูณ และในการติดปีกอาคารนี้จะมีการติดกันสาดแนวนอนที่ระดับวงกบบนด้วย เป็นแผงกันแดดแทนแผงกันแดดเดิมที่ปิดกั้นลมสู่อาคารโดยติดในลักษณะตายตัว

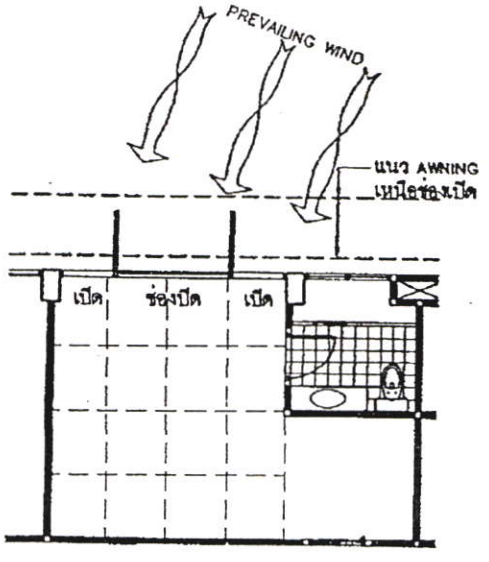
รูปแบบของการออกแบบการใช้องค์ประกอบของช่องเปิดและการใช้ปีกอาคารติดกับช่องเปิด ผสมผสานกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้อง จะใช้รูปแบบของช่องเปิด 2 ช่องริมผนัง ซึ่งผลการทดลองตามข้อ 4.4.1 มีผลออกมาช่วยการระบายอากาศดีกว่าการมีช่องเปิดขนาดใหญ่ตรงกลางผนังเพียงช่องเดียว เป็นหลักนำมาใช้เป็นต้นแบบที่จะใช้ปีกอาคารขนาดความกว้างที่เหมาะสมกับอาคารเพื่อการทดสอบดังกล่าวแล้ว คือ ใช้ขนาดกว้าง 1 เมตร และขนาดกว้าง 0.60 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิด ติดตั้งตำแหน่งต่างๆ ที่ริมช่องเปิด หรือกลางช่องเปิดติดตั้งทำมุมตั้งฉาก คือ 90° และมุมเอียงโดยใช้ค่ากึ่งหนึ่งของมุมฉากเป็นตัวแทนของมุมเอียงคือมุม 45° กับช่องเปิด ซึ่งจะเหมาะสมกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้วย และทดสอบในทิศทาง 3 ทิศทางที่ลมธรรมชาติพัดมามากที่สุด คือ พัดมาจากทิศใต้ตั้งฉากกับอาคารและพัดเอียงจากทิศใต้ไปทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกด้านละ 22.5° การติดตั้งปีกอาคารกับช่องเปิดดังกล่าวได้พยายามให้ได้รูปลักษณะขนาดต่างๆ มากที่สุด เพื่อให้ผลการทดสอบได้คำตอบที่ชัดเจนที่สุดเท่าที่จะทำได้ซึ่งได้รูปลักษณะจำนวน 66 กรณี ดังแสดงต่อจากนี้

4.4.2.1 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดความกว้าง 1 เมตร และขนาดความกว้าง 0.60 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ตั้งฉากกับอาคารโดยทำเสาเอ็นคอนกรีตเสริมเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสหนาเท่าผนังเป็นที่ติดปีกอาคาร ทดสอบกระแสลมจาก 3 ทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้ (ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) รวมการทดสอบ 6 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดัง 6 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 4.17 ถึงภาพที่ 4.22 ที่แสดงเรียงลำดับดังต่อไปนี้



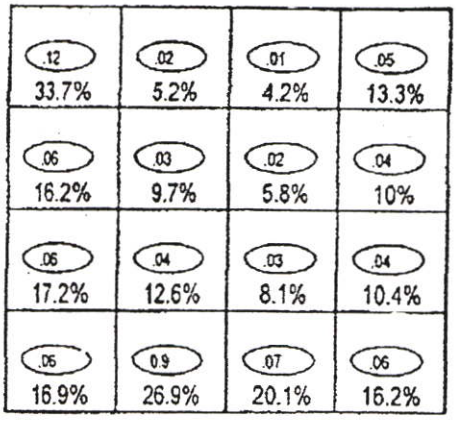




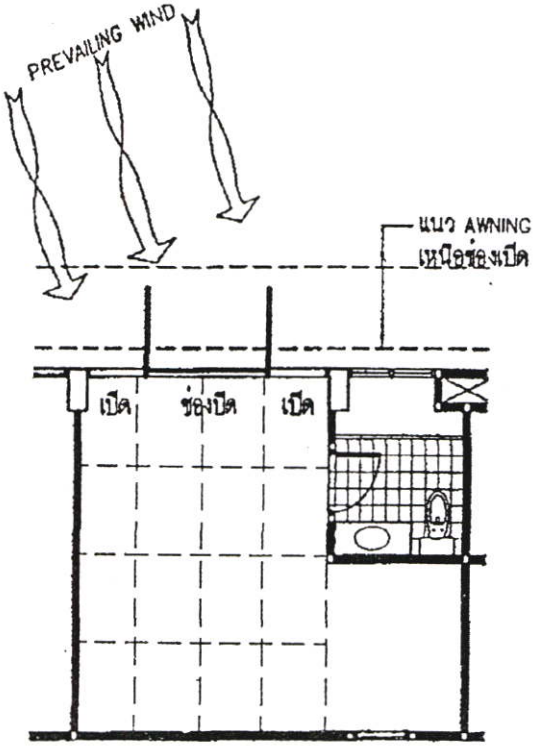


ภาพที่ 4.17 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิด ลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบทดสอบ

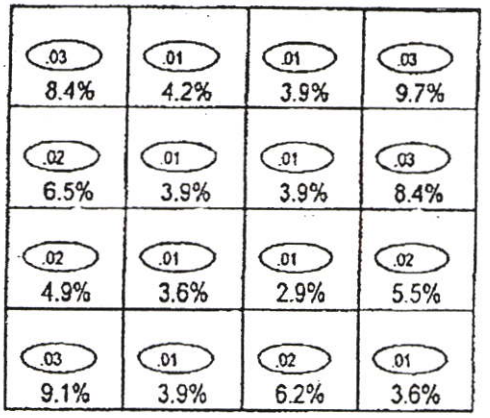
ภาพที่ 4.18 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิด ลมพัดเอียง 22.5° ทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



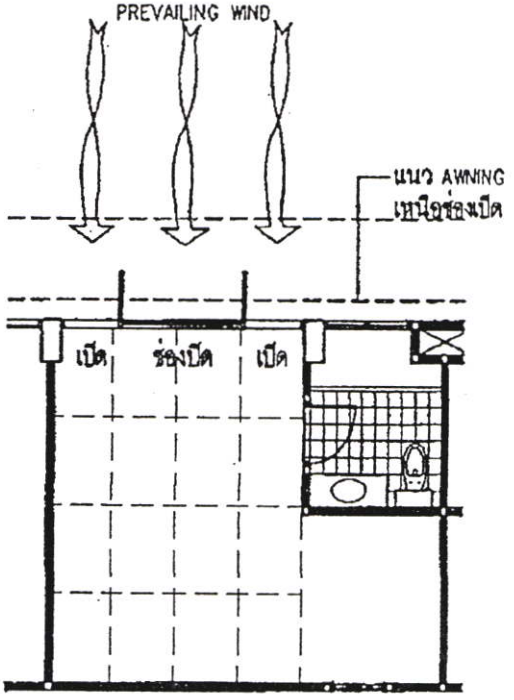
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.05 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.12 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.19 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิด ลมพัดเอียง 22.5° ทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



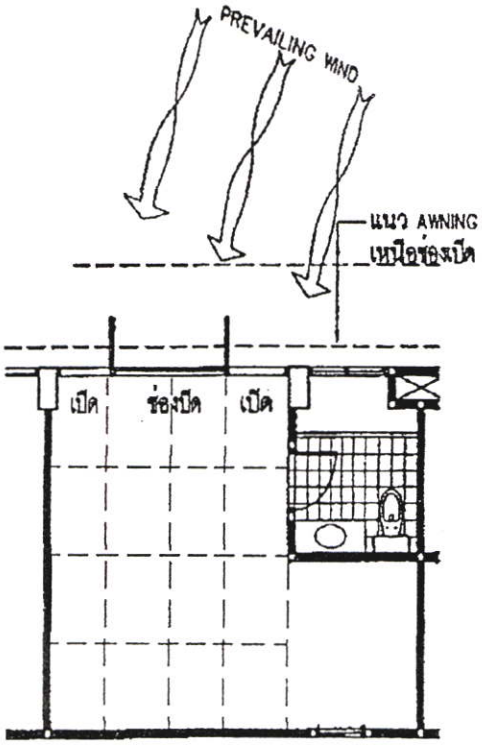
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.018 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.03 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.20 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 0.60 ม. จากที่ริมในของช่องเปิด ลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบ

.06 17.8%	.04 12.3%	.03 9.7%	.14 39.9%
.08 22.7%	.03 9.4%	.04 10.4%	.13 35.6%
.09 24.3%	.04 10.7%	.06 15.6%	.05 14.6%
.06 17.8%	.05 13.3%	.07 19.4%	.04 12.7%

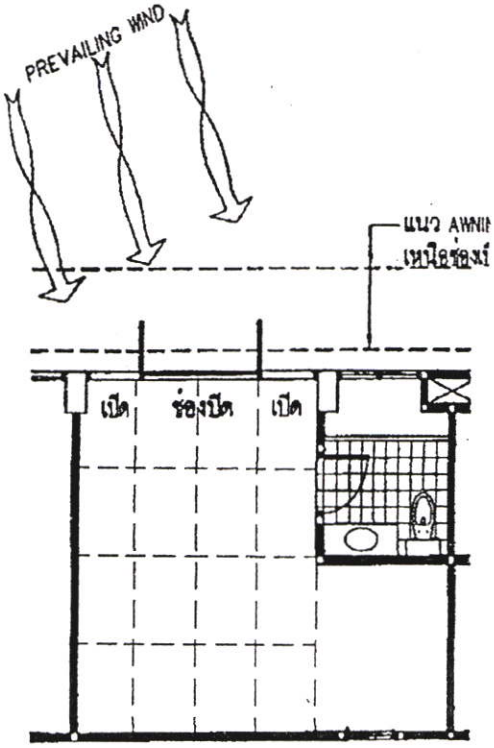
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.063 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.14 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.03 m/sec



ภาพที่ 4.21 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 0.60 ม.ที่ริมในของช่องเปิด ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

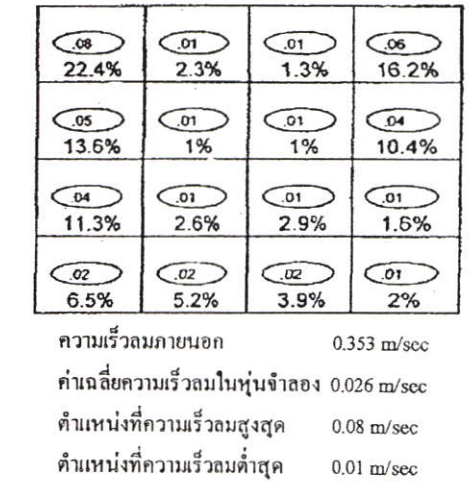
.09 24.3%	.05 13.6%	.01 3.2%	.04 12.6%
.01 2.9%	.02 6.2%	.02 5.2%	.02 6.5%
.01 2.3%	.01 3.9%	.01 3.9%	.03 7.1%
.03 8.1%	.03 8.7%	.01 3.9%	.01 3.2%

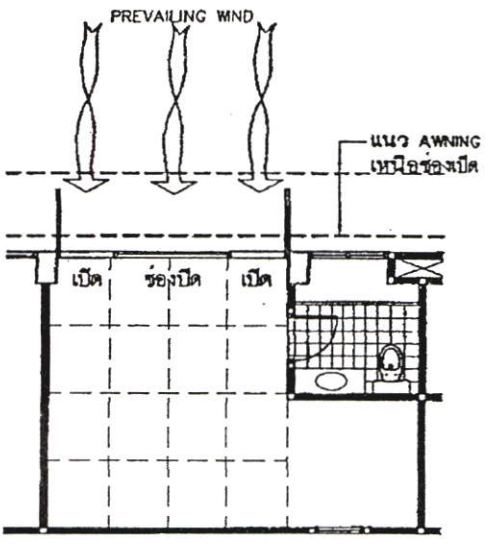
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.025 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.09 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



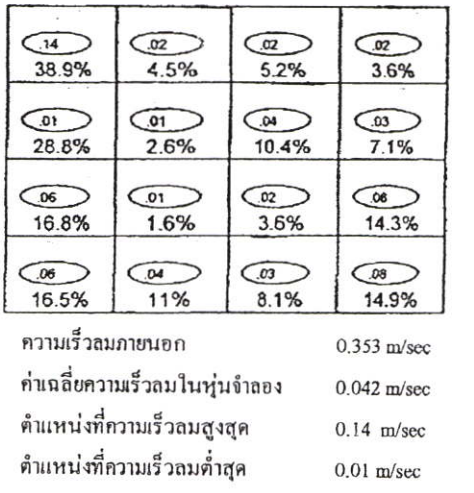
ภาพที่ 4.22 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 0.60 ม ที่ริมในของช่องเปิด ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

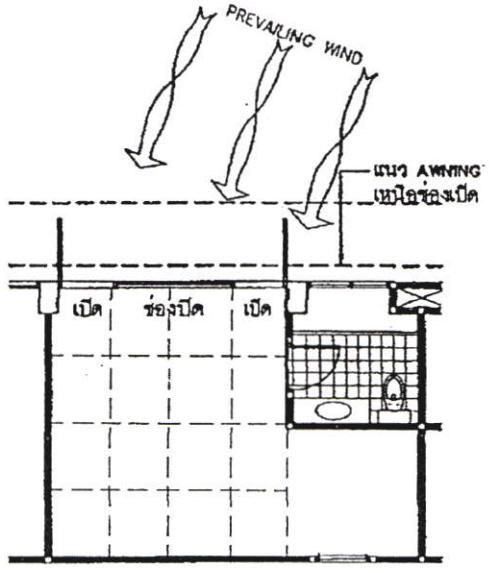
4.4.2.2 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดความกว้าง 1 เมตร และขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ตั้งฉากกับอาคารติดที่เสาเอ็น ค.ส.ล ทำนองเดียวกับที่ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 เมตร ทดสอบกระแสลมจาก 3 ทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้(ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) รวมการทดสอบ 6 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดง 6 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 4.23 ถึงภาพที่ 4.28 ที่แสดงเรียงลำดับดังต่อไปนี้





ภาพที่ 4.23 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิด ลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบ

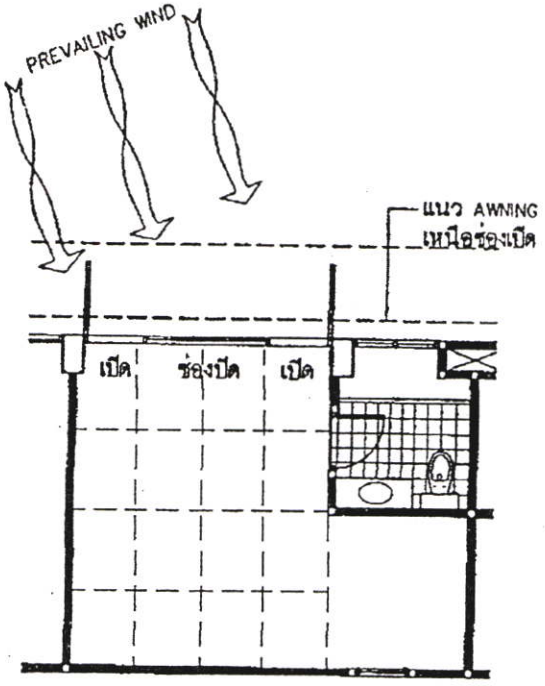




ภาพที่ 4.24 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 1 ที่ริมนอกของช่องเปิด ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.03 7.1%	.01 3.9%	.01 1.9%	.05 24%
.01 3.9%	.02 5.2%	.01 2.9%	.09 25.3%
.01 3.6%	.03 8.4%	.01 3.2%	.05 13.9%
.01 3.6%	.02 6.8%	.02 4.5%	.02 4.5%

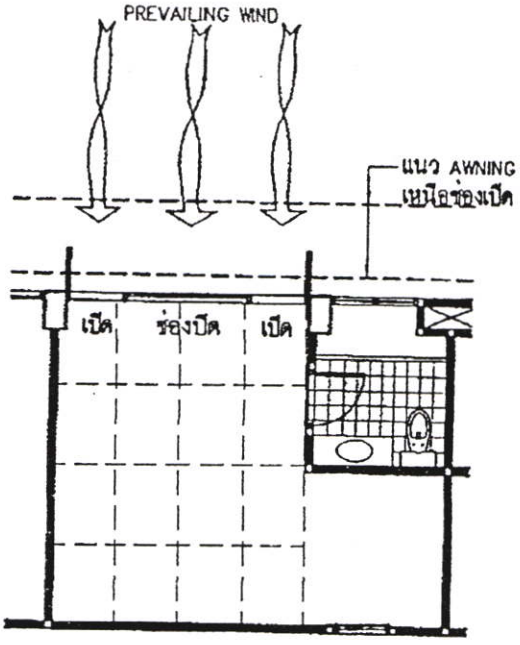
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.025 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.09 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



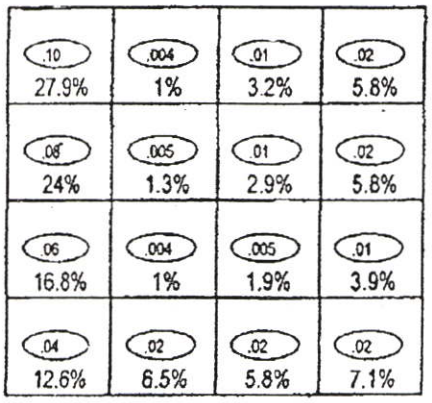
ภาพที่ 4.25 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิด ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.04 10.4%	.007 1.9%	.006 1.6%	.03 8.1%
.01 3.2%	.01 2.3%	.01 1.3%	.01 2.9%
.01 2.6%	.01 2.6%	.01 2.3%	.02 4.2%
.01 2.3%	.01 2.6%	.01 2.6%	.02 3.9%

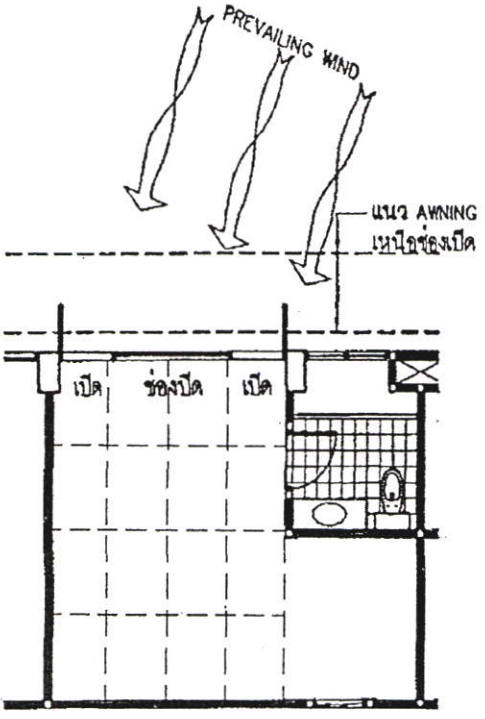
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.014 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.006 m/sec



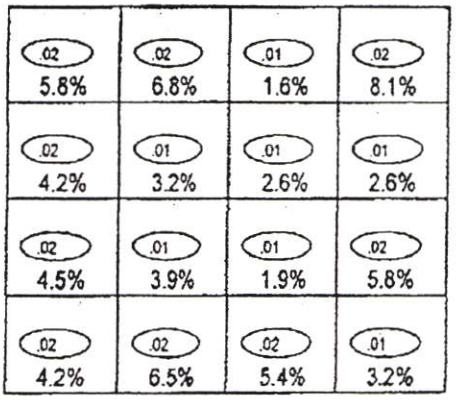
ภาพที่ 4.26 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 0.60 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิด ลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบ



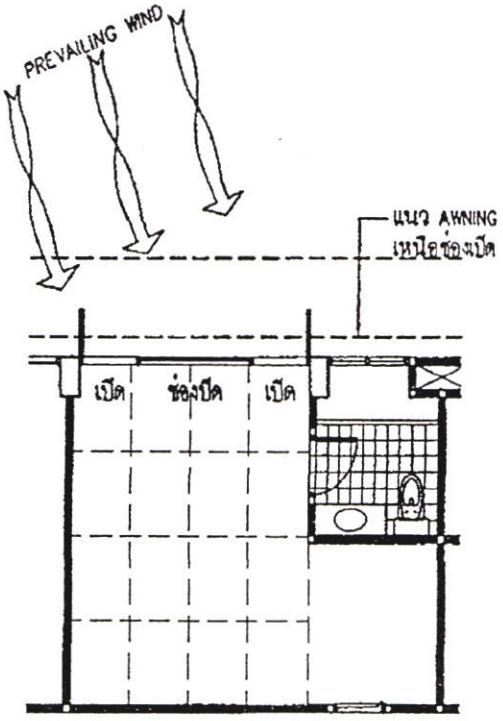
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.027 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.10 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.004 m/sec



ภาพที่ 4.27 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 0.60 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิด ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

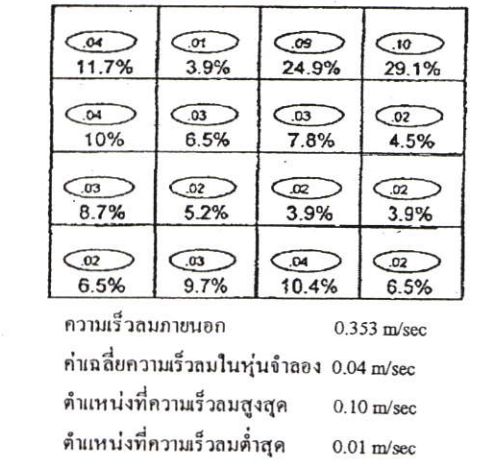


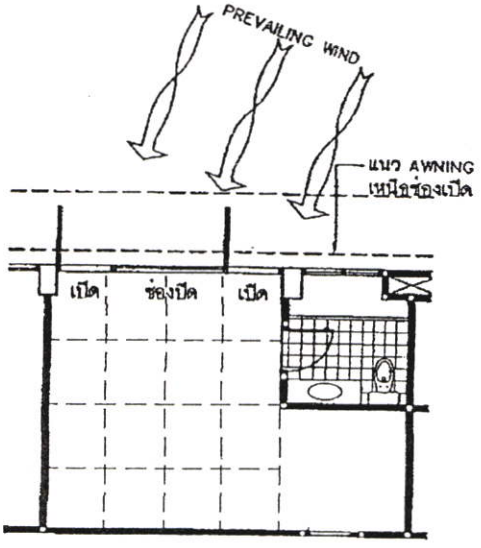
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.016 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.02 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



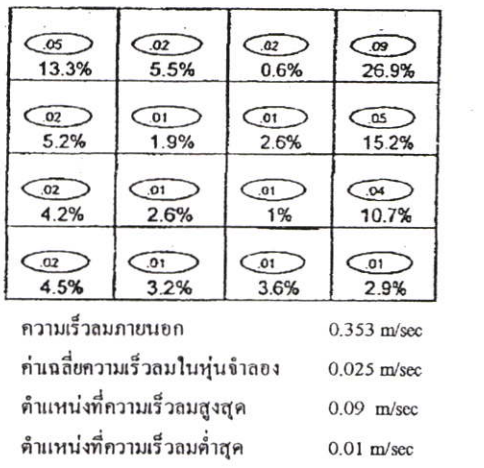
ภาพที่ 4.28 ติดปีกอาคารตั้งฉากขนาดกว้าง 0.60 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิด ลมพัดลมพัดเอียงพัดลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

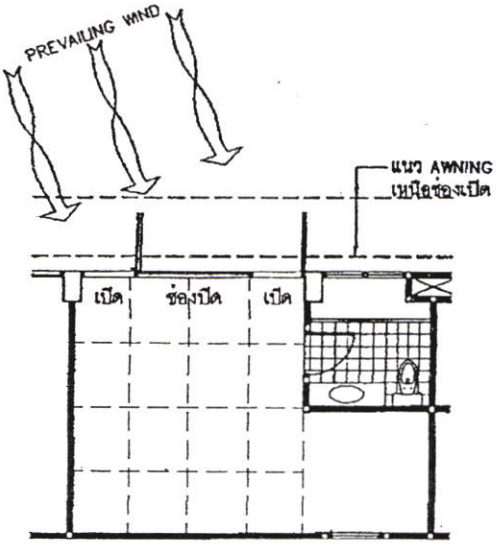
4.4.2.3 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดความกว้าง 1 เมตร และขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในและด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องสลับกัน ตั้งฉากกับอาคารที่ริมด้านในติดที่เสาเอ็น ค.ส.ล สี่เหลี่ยมจัตุรัสหนาเท่าผนังที่ทำขึ้น ส่วนริมนอกของช่องเปิด ติดปีกอาคารโดยใช้เหล็กฉากยึดกับเสาอาคาร 3 ตำแหน่ง คือ ส่วนบน กลาง และส่วนล่างของปีกอาคาร ทดสอบกระแสลมจาก 2 ทิศทางที่ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) ซึ่งเป็นลมเอียงเข้าสู่ช่องเปิดให้เกิดลักษณะช่องทางลมเข้า และช่องทางลมออกชัดเจนมีผลดีต่อการระบายอากาศภายใน รวมการทดสอบ 4 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดัง 4 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 4.29 ถึงภาพที่ 4.32 ที่แสดงเรียงลำดับดังต่อไปนี้





ภาพที่ 4.29 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดผนัง ที่ริมในด้านใกล้ห้องน้ำ ลมพัดเอียง 22.50° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และผลการทดสอบ





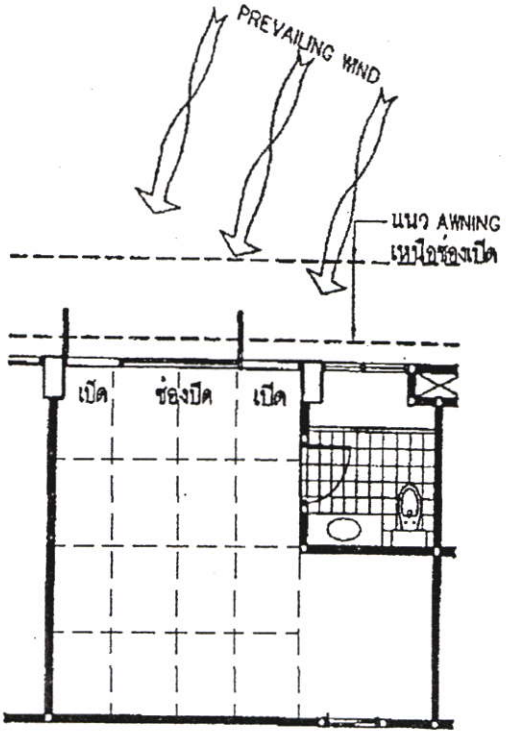
ภาพที่ 4.30 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ ด้านริมในของช่องเปิดด้านชิดผนัง ลมพัดเอียง 22.50° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.03 7.8%	.02 4.2%	.04 11.7%	.06 17.2%
.02 5.5%	.02 5.2%	.02 4.2%	.01 2.6%
.02 4.9%	.02 3.2%	.01 1.6%	.01 1.6%
.02 4.5%	.02 5.2%	.02 5.2%	.01 2.6%

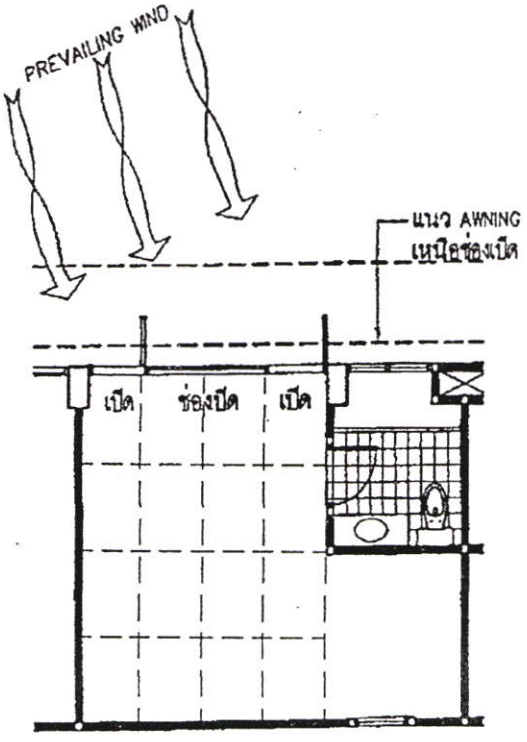
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.022 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.06 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec

.01 3.6%	.03 7.1%	.01 2.6%	.05 13%
.01 3.9%	.02 4.5%	.01 2.3%	.02 4.9%
.01 3.2%	.01 2.3%	.01 3.9%	.02 5.2%
.01 1.6%	.01 2.9%	.01 2.6%	.01 2.3%

ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.017 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.31 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดผนัง ที่ริมในด้านใกล้ห้องน้ำ ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

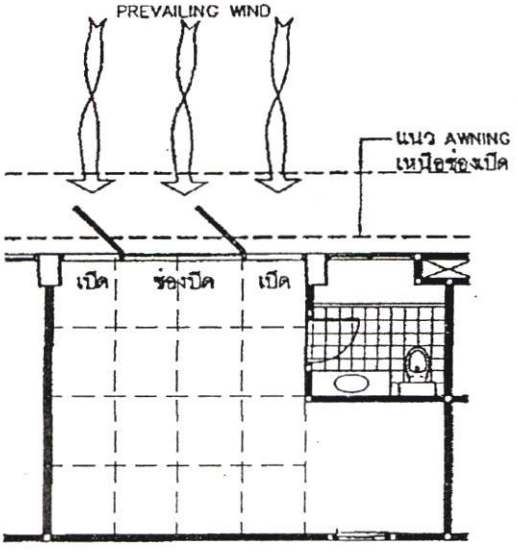


ภาพที่ 4.32 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ ที่ริมในด้านชิดผนัง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

4.4.2.4 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดความกว้าง 1 เมตร และขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง เอียง 45° กับอาคารเอียงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทดสอบกระแสลมจาก 3 ทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้ (ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5 จากทิศใต้) รวมการทดสอบ 12 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบ 12 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 4.33 ถึงภาพที่ 4.44 ที่แสดงเรียงลำดับดังต่อไปนี้

.03 9.1%	.02 5.2%	.02 5.5%	.09 26.9%
.08 22.4%	.01 3.2%	.02 5.8%	.10 29.5%
.05 15.2%	.02 5.2%	.02 5.2%	.05 15.2%
.04 12.6%	.05 13.9%	.03 9.7%	.05 13.6%

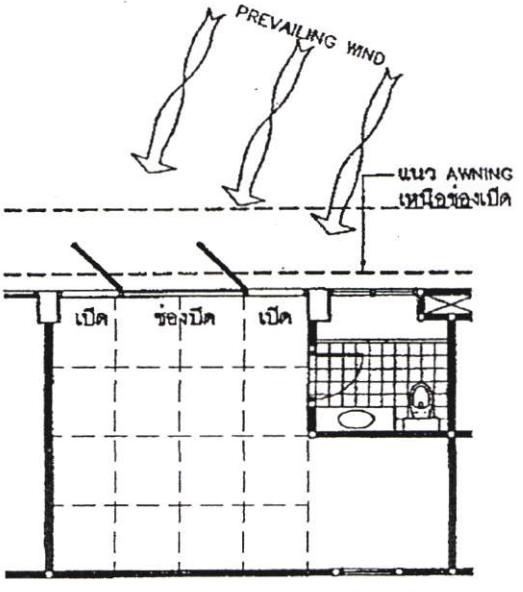
ความเร็วลมภายนอก	0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง	0.043 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด	0.10 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด	0.01 m/sec



ภาพที่ 4.33 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดผนัง ที่ริมในด้านใกล้ห้องน้ำ ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.10 27.2%	.05 13.9%	.04 12.6%	.16 44.7%
.11 30.5%	.04 12.3%	.03 9.1%	.16 44.7%
.10 29.2%	.04 12%	.06 16.8%	.07 20.7%
.07 18.5%	.06 17.5%	.08 22%	.05 14.6%

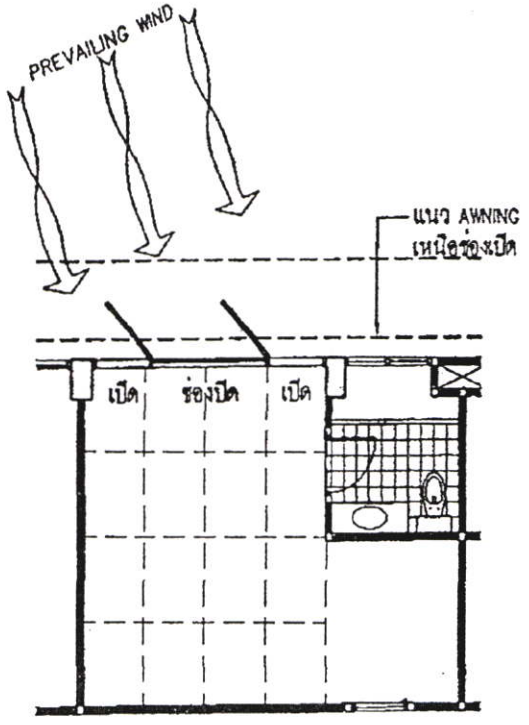
ความเร็วลมภายนอก	0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง	0.076 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด	0.16 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด	0.03 m/sec



ภาพที่ 4.34 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. ตั้งฉากที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดผนัง ที่ริมในด้านใกล้ห้องน้ำ ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.02 5.8%	.03 9.1%	.03 8.7%	.04 12%
.03 7.8%	.01 3.6%	.02 6.2%	.02 6.8%
.03 8.1%	.02 4.5%	.02 4.2%	.02 6.2%
.01 2.9%	.03 8.1%	.03 7.1%	.02 4.5%

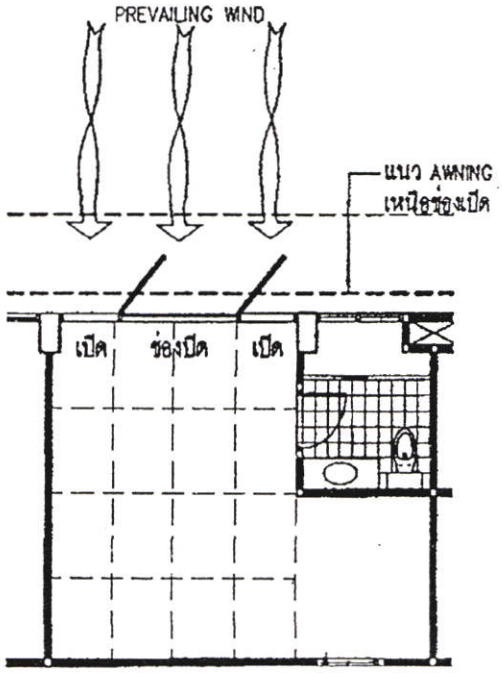
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.024 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.35 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออก เฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ

.08 22.7%	.0 1%	.0 1%	.03 7.8%
.04 10.7%	.0 1.3%	.01 1.6%	.03 7.8%
.04 10.7%	.01 1.3%	.01 2.6%	.02 6.5%
.02 4.5%	.02 4.5%	.03 8.4%	.03 9.1%

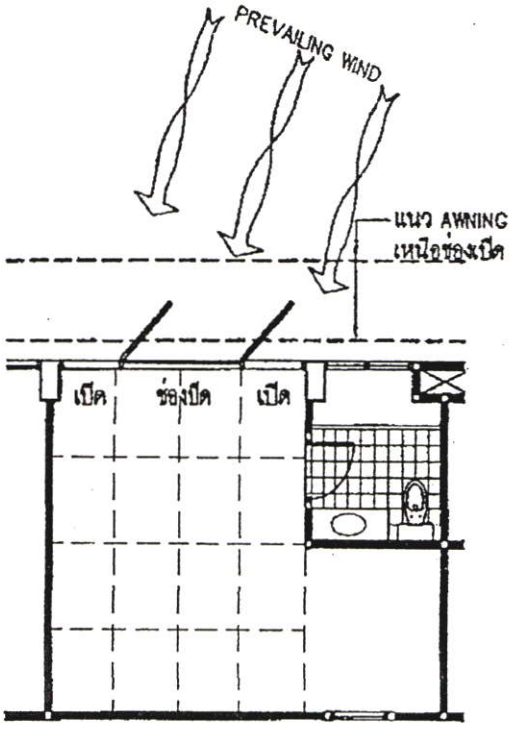
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.023 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.08 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.00 m/sec



ภาพที่ 4.36 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออก เฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.07 18.2%	.10 29.1%	.07 19.4%	.07 18.5%
.06 18.5%	.09 29.1%	.04 19.4%	.06 18.5%
.08 21.7%	.05 15.2%	.03 9.1%	.05 4.6%
.06 16.8%	.06 16.8%	.06 16.2%	.06 15.6%

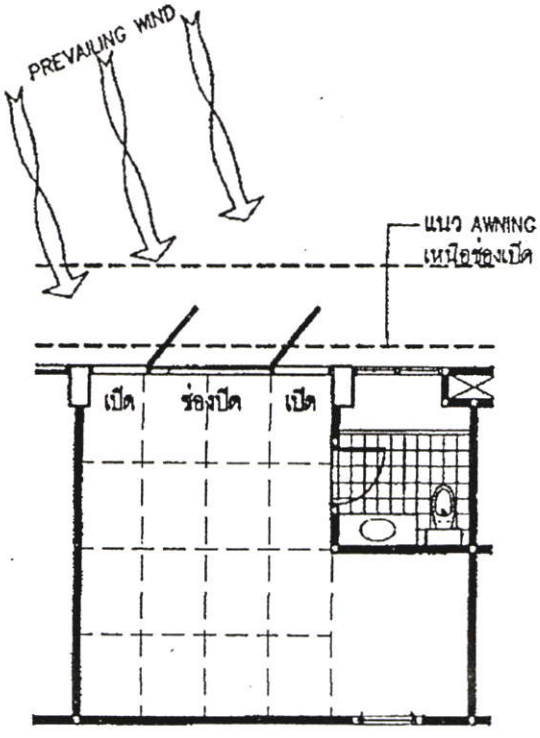
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.063 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.10 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.03 m/sec



ภาพที่ 4.37 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม.เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออก เฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และผลการทดสอบ

.11 30.8%	.11 31.4%	.01 2.9%	.04 10%
.06 16.2%	.06 15.6%	.03 7.8%	.04 11%
.05 13%	.05 14.6%	.03 7.1%	.03 6.8%
.04 12%	.05 13.9%	.05 14.6%	.05 14.6%

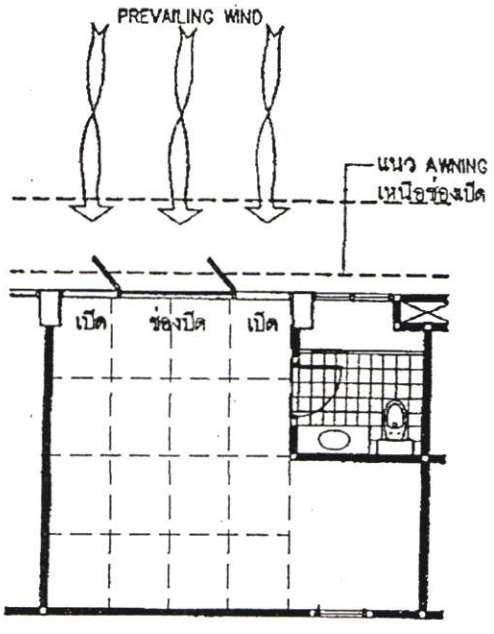
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.051 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.11 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.38 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้ และผลการทดสอบ

.04 12.6%	.01 2.9%	.01 3.6%	.05 23%
.04 11%	.02 4.5%	.01 2.9%	.05 14.6%
.06 15.6%	.01 2.9%	.02 5.8%	.04 10.7%
.02 8.4%	.03 10%	.02 6.2%	.03 9.1%

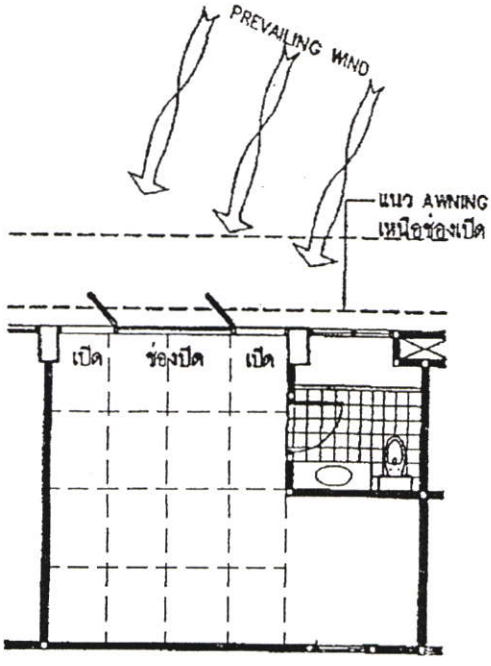
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.029 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.06 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



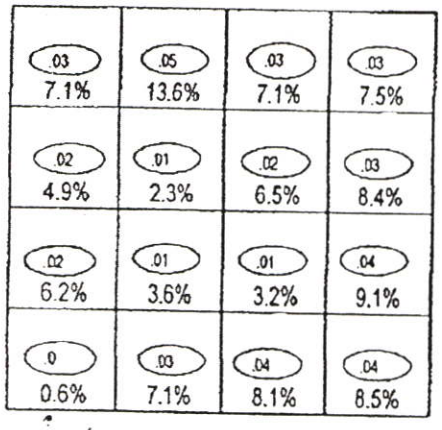
ภาพที่ 4.39 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ

.10 27.5%	.06 15.6%	.03 8.1%	.19 54.4%
.09 26.2%	.04 11.7%	.06 16.8%	.13 37.3%
.09 25.6%	.04 11.7%	.07 21.1%	.08 23%
.04 12.3%	.04 11.3%	.06 17.5%	.04 12.6%

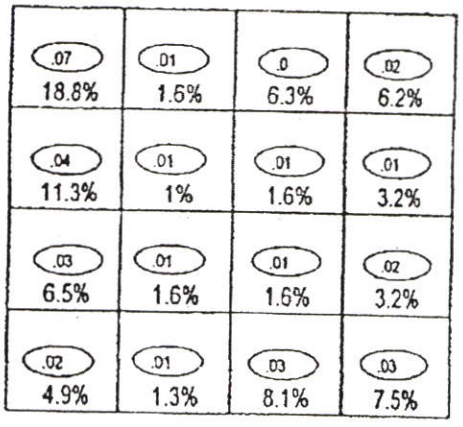
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.073 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.19 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.03 m/sec



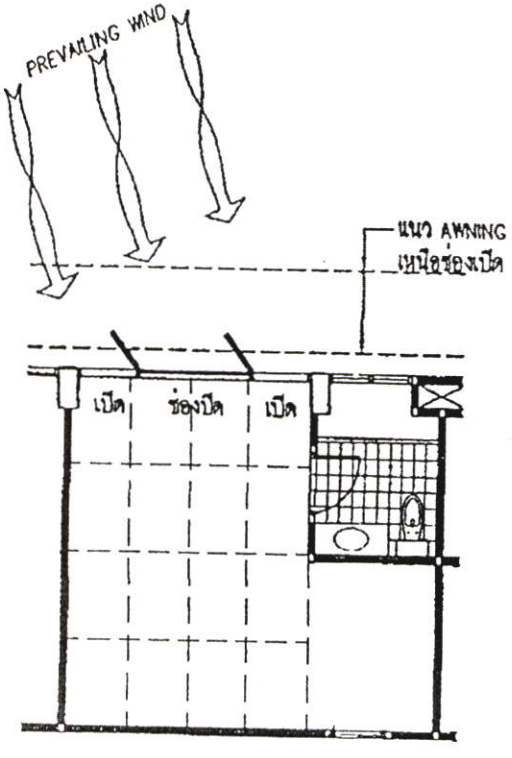
ภาพที่ 4.40 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม.เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



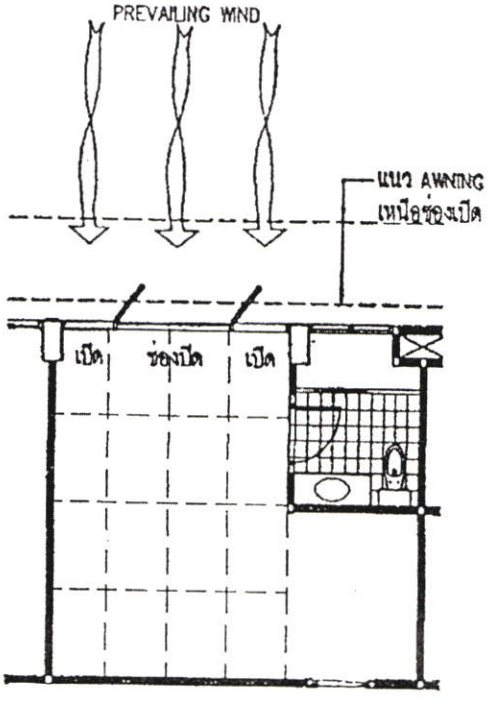
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.026 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.021 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.07 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



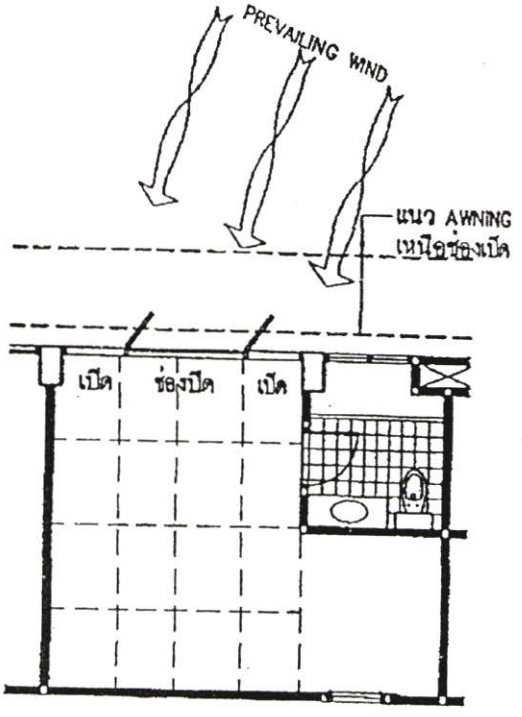
ภาพที่ 4.41 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออก เฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° กับอาคารจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ และผลการทดสอบ



ภาพที่ 4.42 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากด้านทิศใต้และผลการทดสอบ

.05 13.3%	.09 24.3%	.16 44.7%	.03 9.1%
.04 12%	.09 25.3%	.03 9.7%	.05 14.6%
.07 19.4%	.03 9.1%	.02 6.2%	.04 13%
.06 17.5%	.04 11.3%	.04 12.6%	.04 13.6%

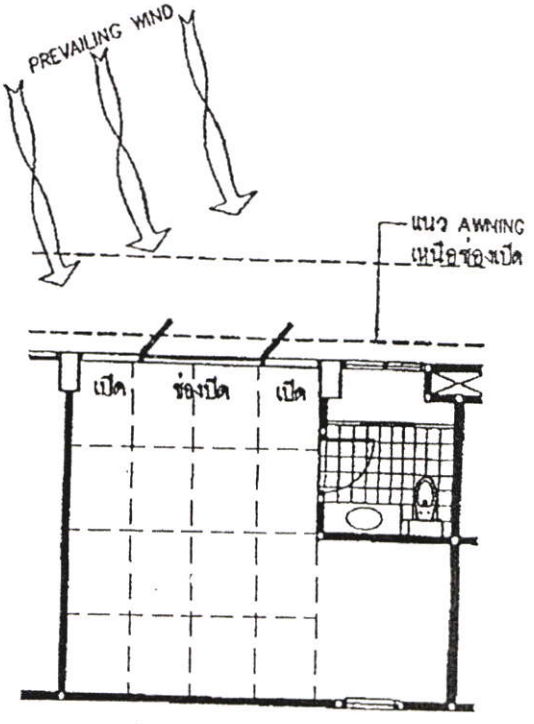
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.056 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.16m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.02 m/sec



ภาพที่ 4.43 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

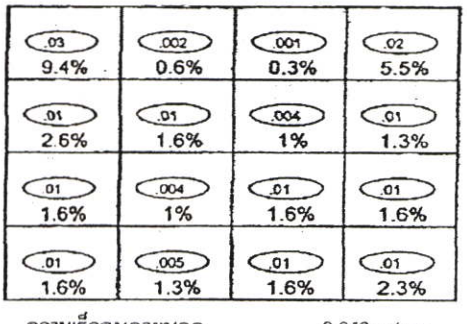
.05 13.3%	.04 11.3%	.01 1.3%	.04 11%
.03 9.4%	.02 5.5%	.01 2.3%	.02 4.9%
.03 7.1%	.02 5.8%	.02 5.5%	.02 6.2%
.02 6.2%	.02 6.2%	.03 7.1%	.02 6.9%

ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.025 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec

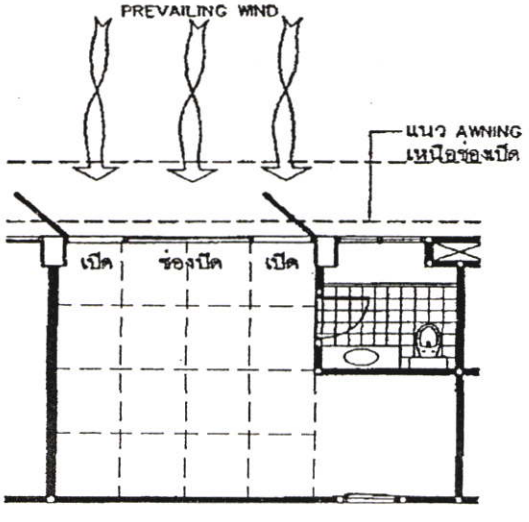


ภาพที่ 4.44 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45°กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

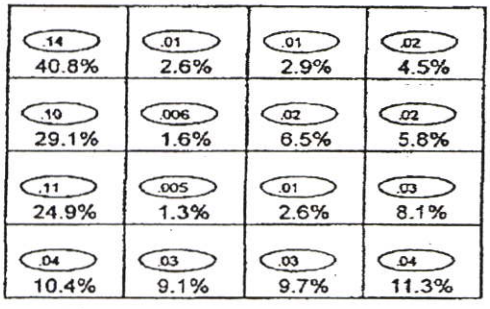
4.4.2.5 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดความกว้าง 1 เมตร และขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง เอียง 45° กับอาคารเอียงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทดสอบกระแสลมจาก 3 ทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้ (ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) รวมการทดสอบ 12 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบ 12 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 4.45 ถึงภาพที่ 4.56 ที่แสดงรียงลำดับดังต่อไปนี้



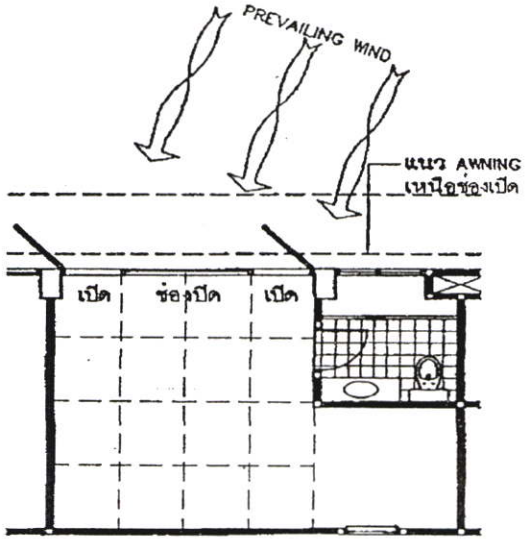
ความเร็วลมภายนอก 0.053 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.01 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.03 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.001 m/sec



ภาพที่ 4.45 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบ



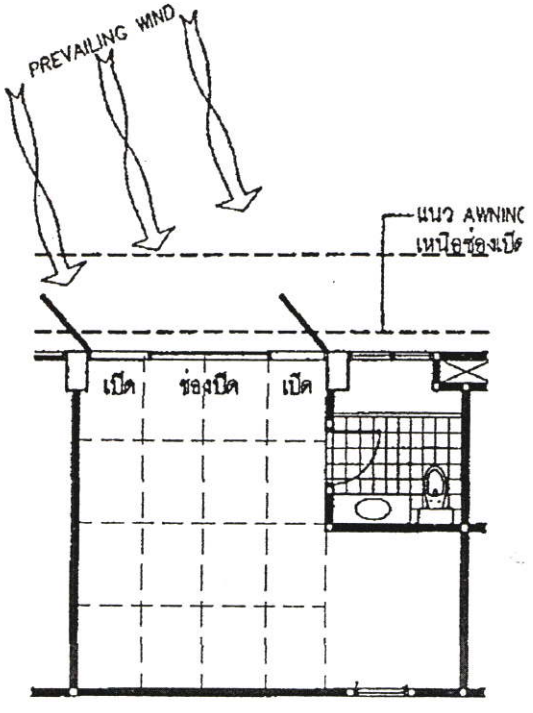
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.041 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.14 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.005 m/sec



ภาพที่ 4.46 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม.เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัด เอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.10 2.6%	.004 3.2%	.01 2.3%	.02 6.8%
.08 3.9%	.005 1.9%	.01 2.6%	.02 4.5%
.06 2.9%	.004 2.6%	.005 2.9%	.01 3.6%
.04 1.3%	.02 3.6%	.02 3.6%	.02 2.9%

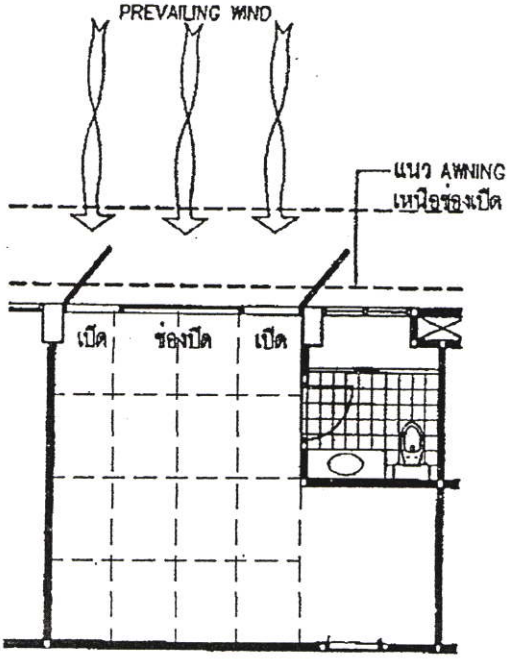
ความเร็วลมภายนอก	0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง	0.027 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด	0.10 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด	0.005 m/sec



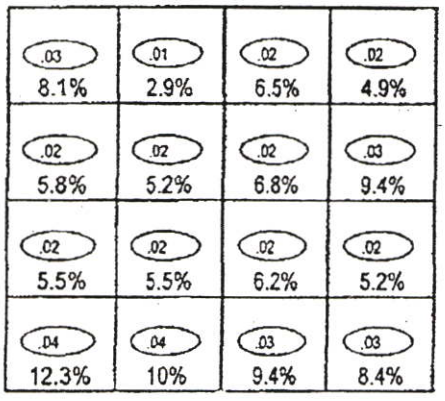
ภาพที่ 4.47 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.02 11.3%	.02 0.6%	.01 1%	.03 9.1%
.02 4.2%	.01 0.3%	.01 0.6%	.01 1.3%
.02 1.6%	.01 0.6%	.01 1.9%	.02 1.6%
.02 2.6%	.02 1.3%	.02 2.9%	.01 1%

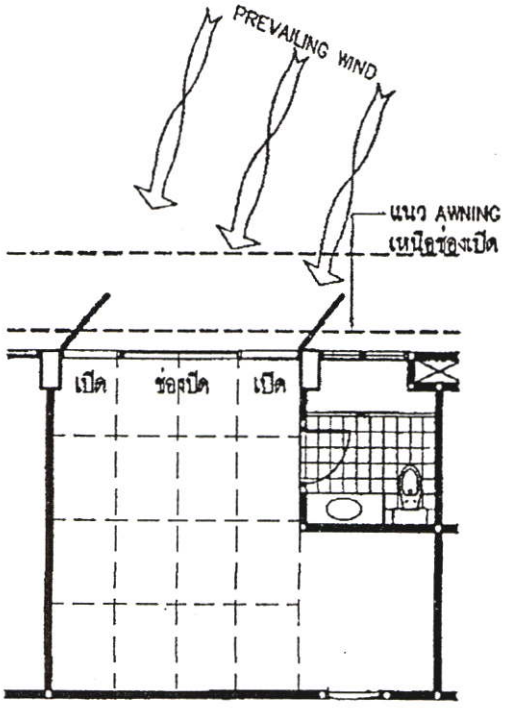
ความเร็วลมภายนอก	0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง	0.016 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด	0.03 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด	0.01 m/sec



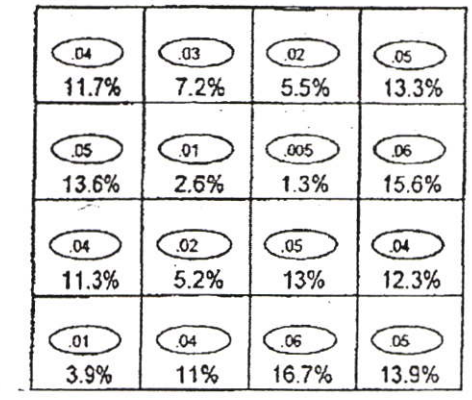
ภาพที่ 4.48 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม.เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบ



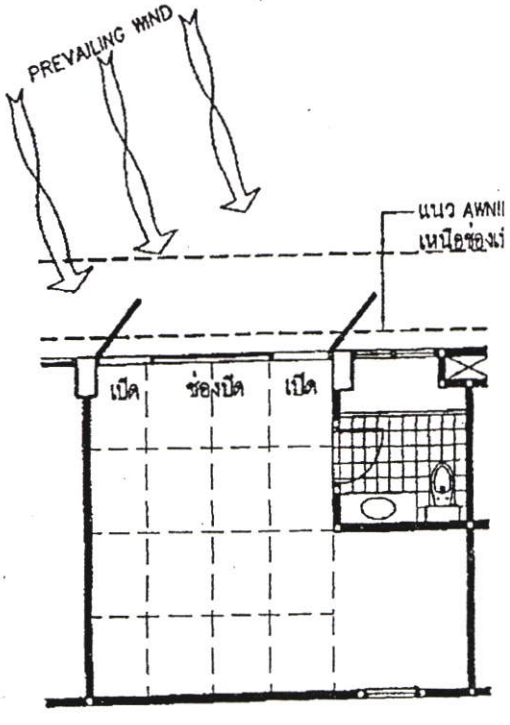
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.024 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



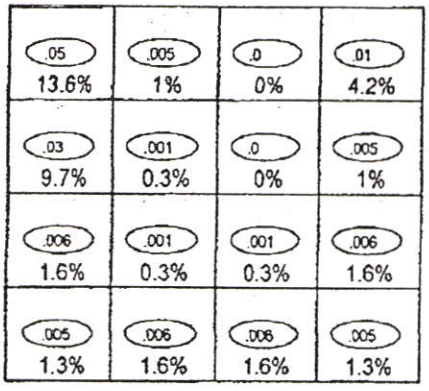
ภาพที่ 4.49 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตก เฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตก เฉียงใต้และผลการทดสอบ



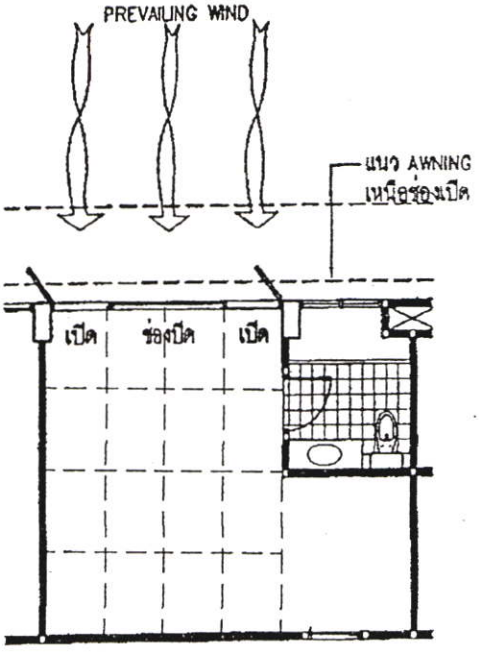
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.036 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.06 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.005 m/sec



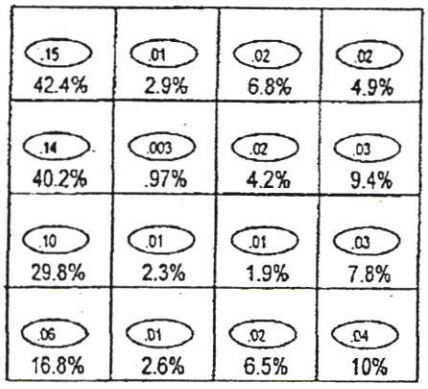
ภาพที่ 4.50 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตก เฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออก เฉียงใต้และผลการทดสอบ



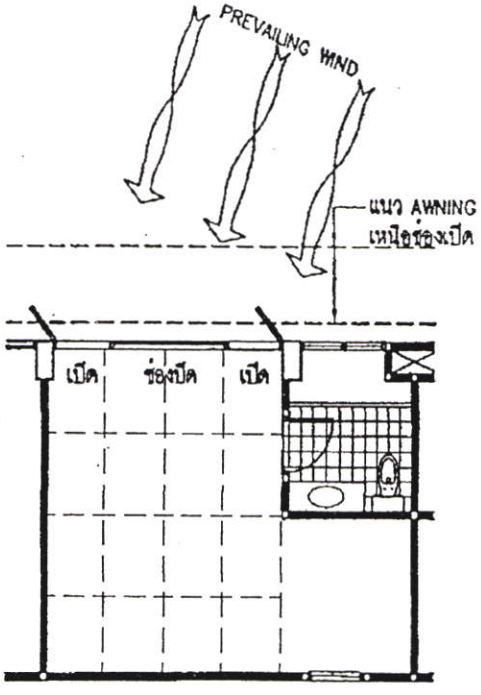
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.008 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.001 m/sec



ภาพที่ 4.51 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ



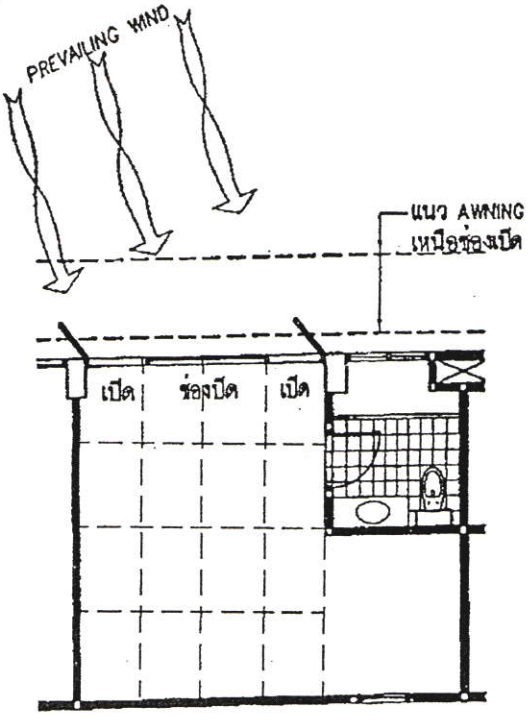
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.042 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.15 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.52 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.006 1.6%	.01 2.3%	.005 1.3%	.006 1.6%
.006 1.6%	.003 1%	.001 0.3%	.01 4.2%
.01 2.3%	.003 1%	.01 3.9%	.02 5.2%
.003 1%	.01 2.3%	.01 2.3%	.01 2.6%

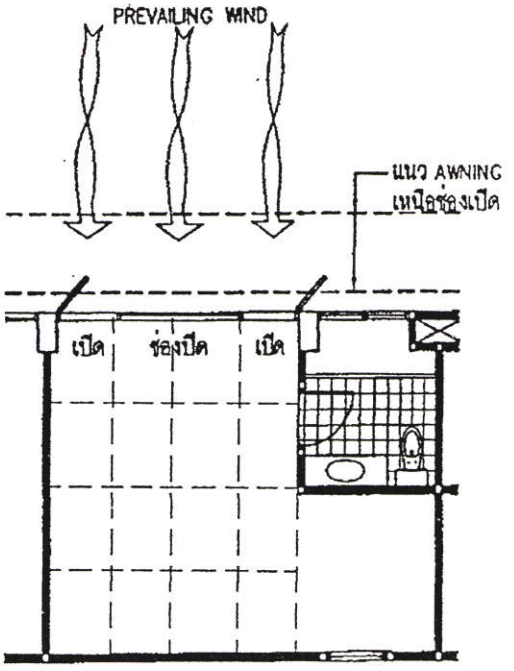
ความเร็วลมภายนอก 0.053 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.007 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.02 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.001 m/sec



ภาพที่ 4.53 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.02 6.8%	.001 0.3%	.001 0.3%	.04 10.7%
.01 4.5%	.001 0.3%	.001 0.3%	.01 4.2%
.006 1.6%	.001 0.3%	.001 0.3%	.006 1.9%
.002 0.6%	.004 1.3%	.002 0.6%	.002 0.6%

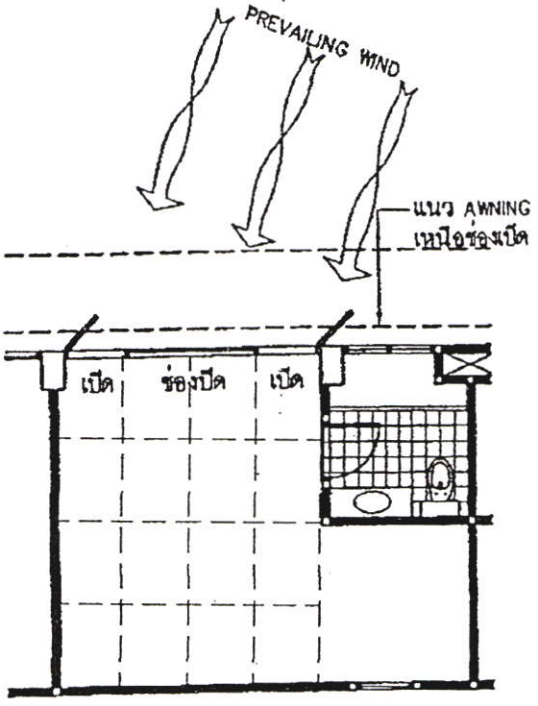
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.007 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.001 m/sec



ภาพที่ 4.54 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ

.09 27.2%	.02 5.2%	.04 10%	.02 4.9%
.06 17.8%	.002 0.6%	.006 1.6%	.02 49%
.05 15.9%	.01 3.2%	.003 1%	.02 6.2%
.03 8.1%	.02 5.5%	.02 5.8%	.02 5.8%

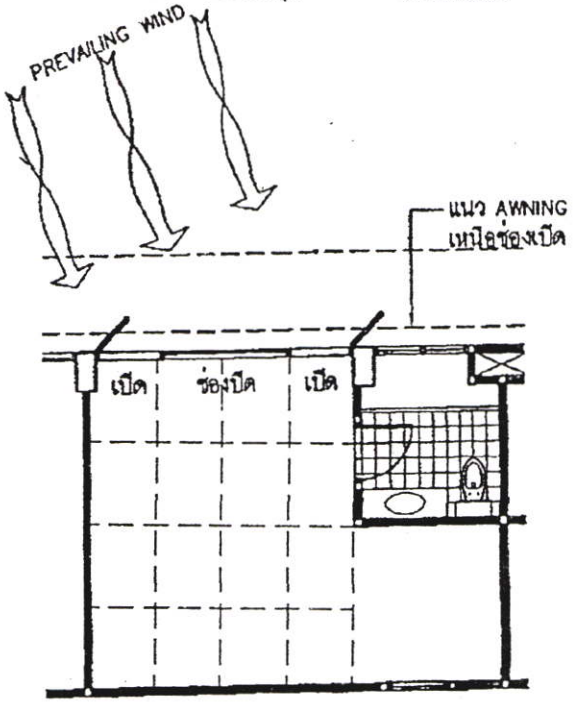
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.027 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.09 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.002 m/sec



ภาพที่ 4.55 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.03 7.5%	.02 4.9%	.006 1.6%	.02 5.8%
.03 9.9%	.004 1.3%	.002 0.6%	.01 3.2%
.03 9.9%	.01 2.3%	.002 0.6%	.03 9.4%
.01 3.6%	.02 5.8%	.03 7.2%	.03 7.2%

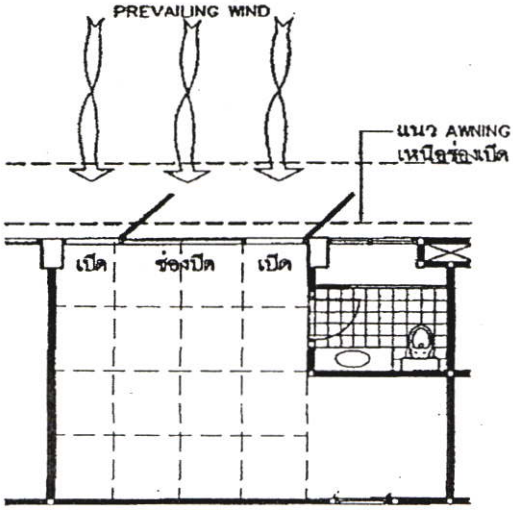
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.018 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.03 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.002 m/sec



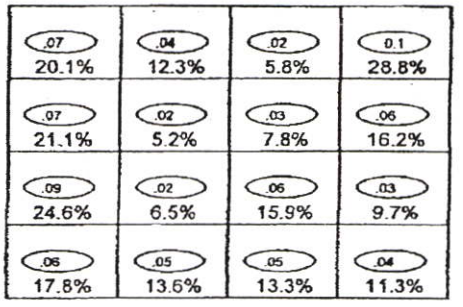
ภาพที่ 4.56 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

4.4.2.6 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดความกว้าง 1 เมตร และขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในของช่องเปิดช่องหนึ่ง และที่ริมด้านนอกของช่องเปิดอีกช่องหนึ่ง เอียง 45° กับอาคารเอียงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทดสอบกระแสลมจาก 3 ทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้ (ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) รวมการทดสอบ 10 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบ 10 ภาพ ตั้งแต่ภาพที่ 4.57 ถึงภาพที่ 4.66 ที่แสดงเรียงลำดับดังต่อไปนี้

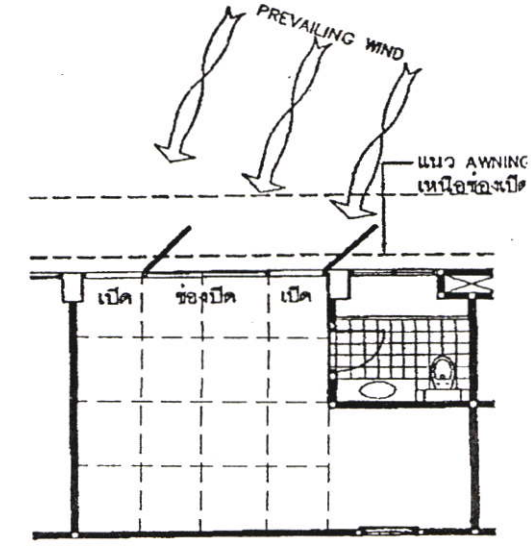
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.12 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.004 m/sec



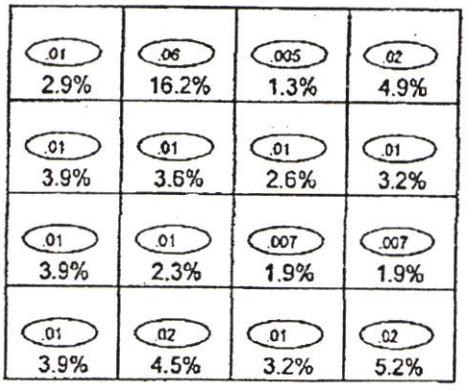
ภาพที่ 4.57 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมใน ลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบ



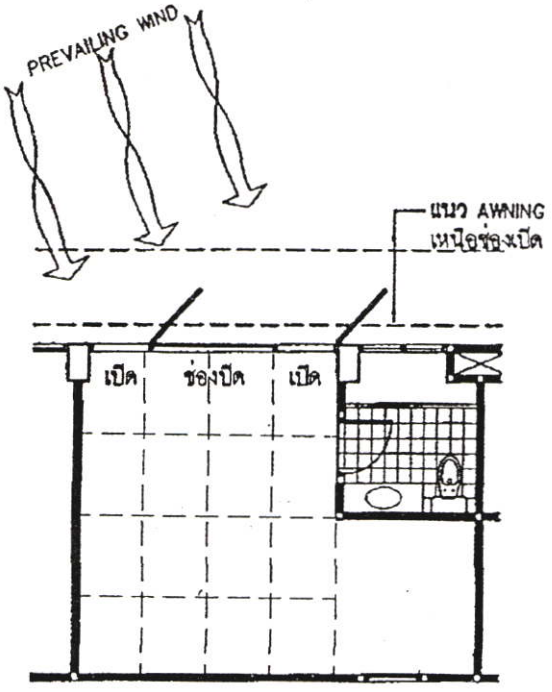
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.051 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.1 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.02 m/sec



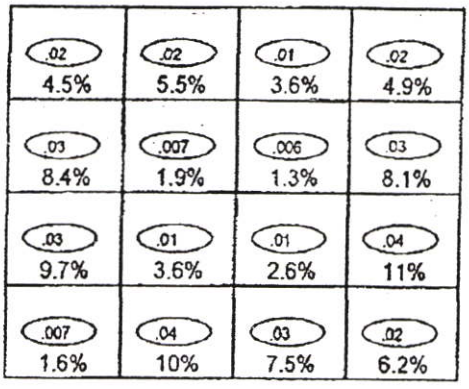
ภาพที่ 4.58 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมใน ลมพัดเอียง 22.5° ทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



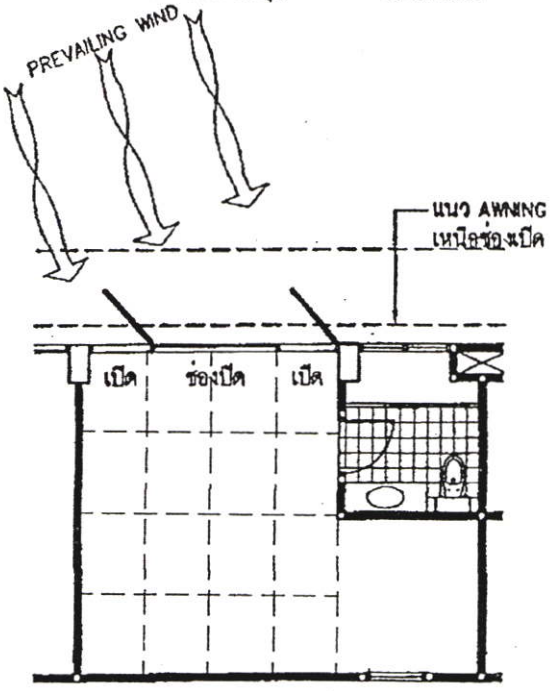
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.14 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.06 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.005 m/sec



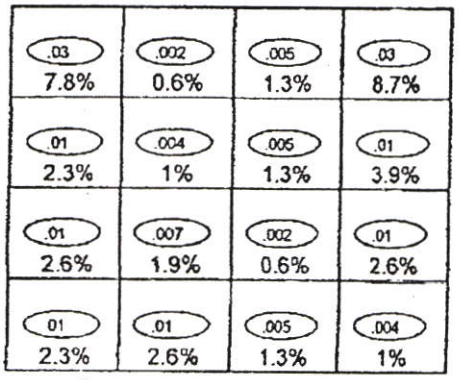
ภาพที่ 4.59 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมใน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



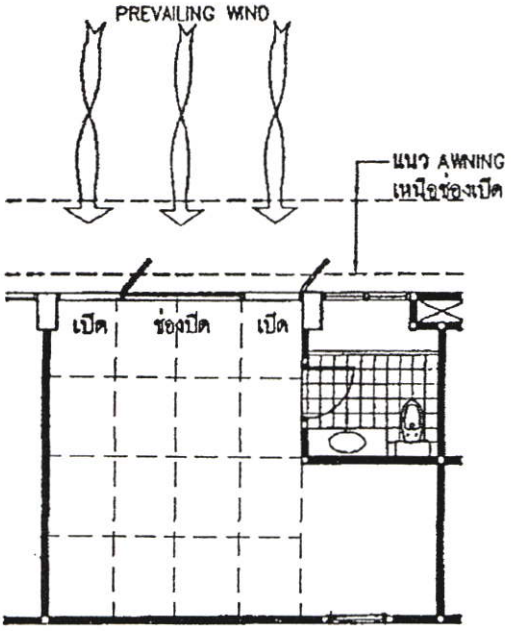
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.02 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.006 m/sec



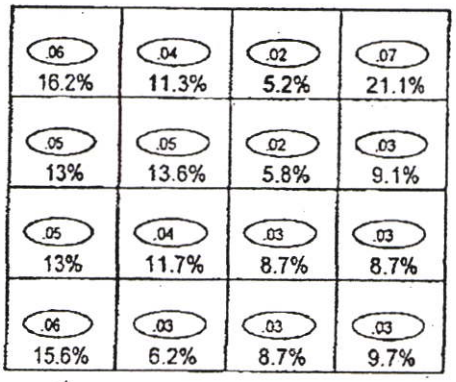
ภาพที่ 4.60 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ด้านช่องเปิดชิดห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังห้องติดที่ริมใน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



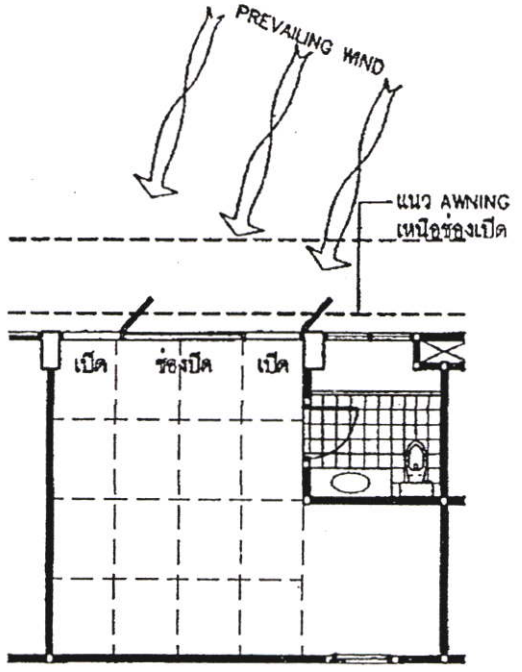
ความเร็วลมภายนอก 0.393 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.01 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.03 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.002 m/sec



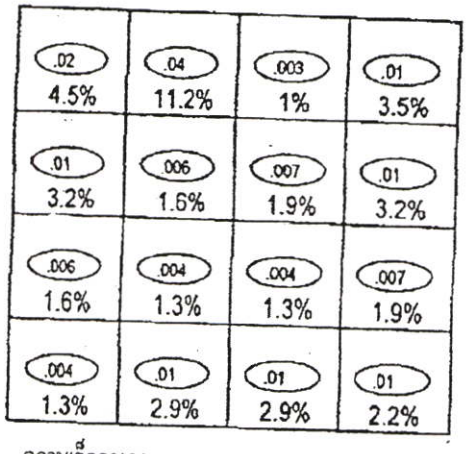
ภาพที่ 4.61 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดริมห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังติดที่ริมใน ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทางทิศใต้และผลการทดสอบ



ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.07 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.02 m/sec



ภาพที่ 4.62 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดริมห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังติดที่ริมใน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

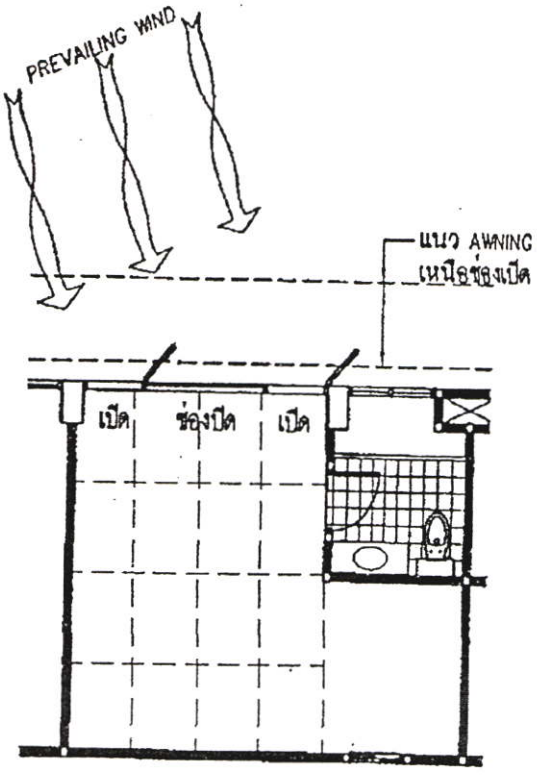


ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec

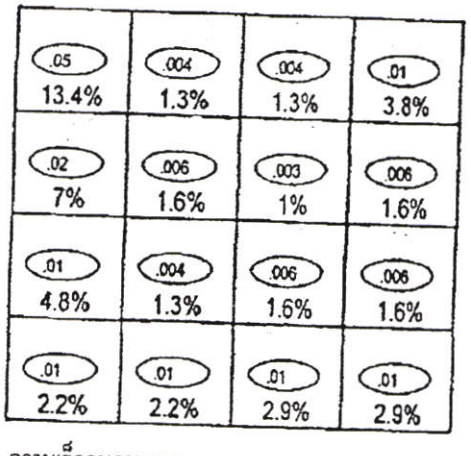
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.01 m/sec

ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec

ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.003 m/sec



ภาพที่ 4.63 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้านช่องเปิดริมห้องน้ำติดที่ริมนอกด้านช่องเปิดชิดผนังติดที่ริมใน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

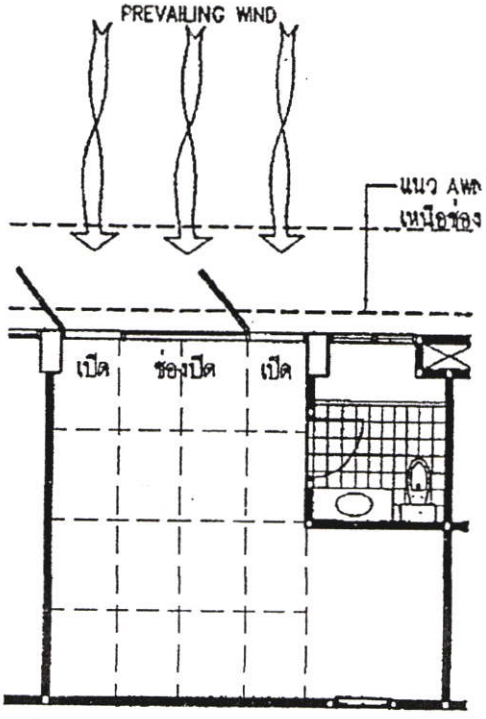


ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec

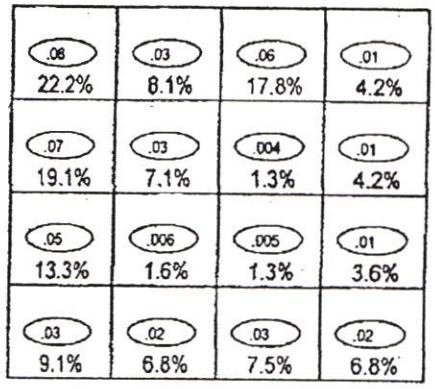
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.011 m/sec

ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05 m/sec

ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.003 m/sec



ภาพที่ 4.64 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° เอียง 45° กับอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ช่องเปิดด้านชิดผนังติดที่ริมนอกช่องเปิดที่ชิดห้องน้ำติดที่ริมในลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทางทิศใต้และผลการทดสอบ

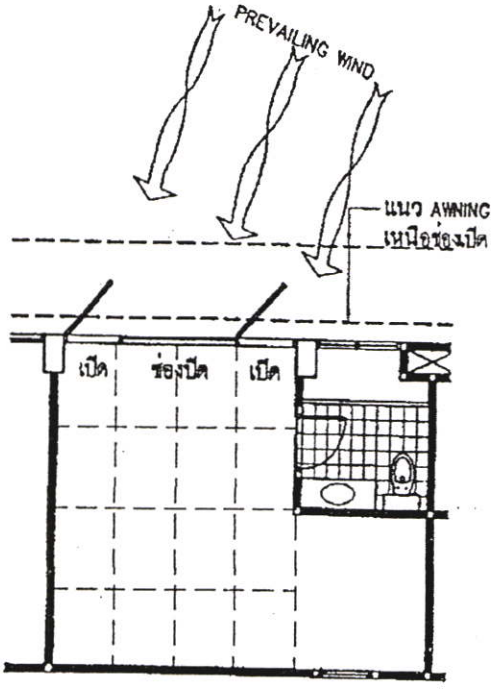


ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec

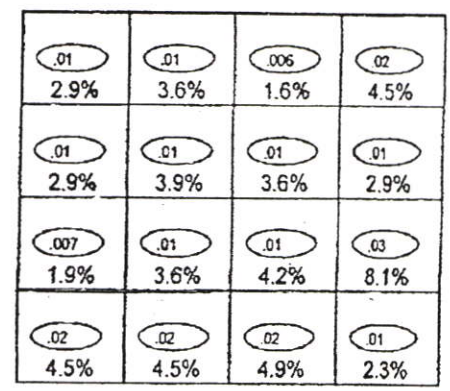
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.31 m/sec

ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.08 m/sec

ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.004 m/sec



ภาพที่ 4.65 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ที่ช่องเปิดทั้ง 2 ช่องด้านชิดผนังติดที่ริมนอก ด้านชิดห้องน้ำติดที่ริมใน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และผลการทดสอบ

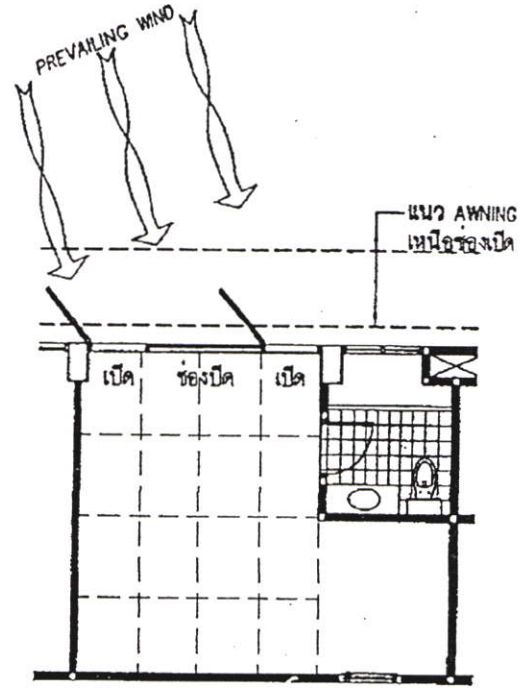


ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec

ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.013 m/sec

ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.03 m/sec

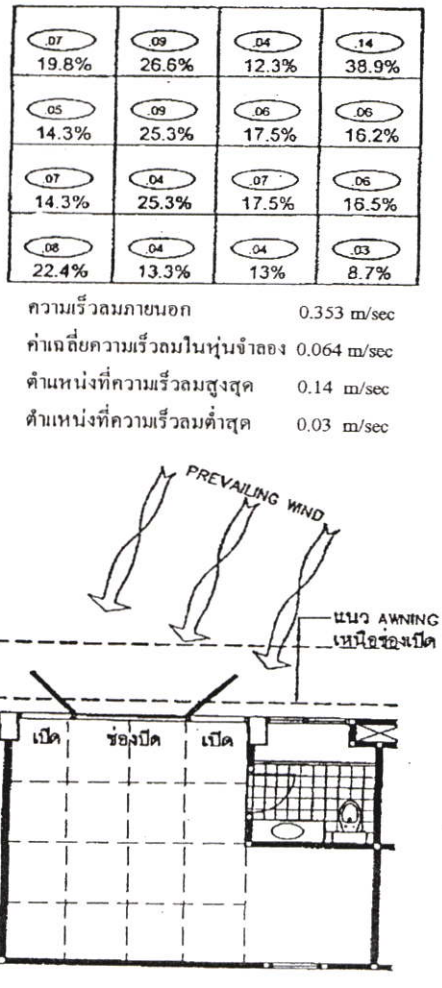
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.006 m/sec



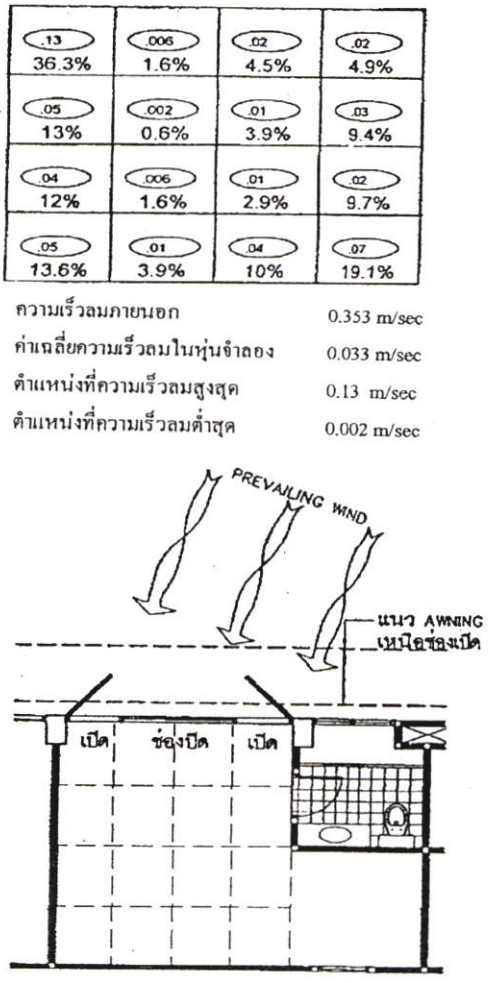
ภาพที่ 4.66 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. เอียง 45° กับผนังอาคารไปทางทิศตะวันออก เฉียงใต้ ที่ช่องเปิดทั้ง 2 ช่องด้านชิดผนัง ติดที่ริมนอก ด้านชิดห้องน้ำติดที่ริมใน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้ และผลการทดสอบ

4.4.2.7 การติดตั้งปีกอาคารขนาดความกว้าง 1 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง เอียง 45° กับอาคารไปต่างทิศทาง คือ ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทางตะวันออกเฉียงใต้ ทดสอบกระแสลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) ซึ่งจะมีลักษณะเกิดช่องทางลมเข้าสู่ภายในห้องและออกจากห้องชัดเจน รวมการทดสอบ 1 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.69

4.4.2.8 การติดตั้งปีกอาคารขนาดความกว้าง 1 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง เอียง 45° กับอาคารเอียงเข้าหากัน ทดสอบกระแสลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) ซึ่งจะมีลักษณะเกิดช่องทางลมเข้าสู่ภายในห้องและออกจากห้องชัดเจน รวมการทดสอบ 1 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.68

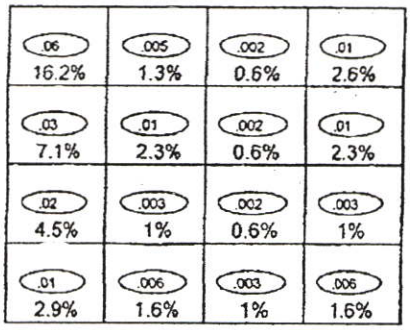


ภาพที่ 4.67 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียง 45° แยกออกจากกัน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

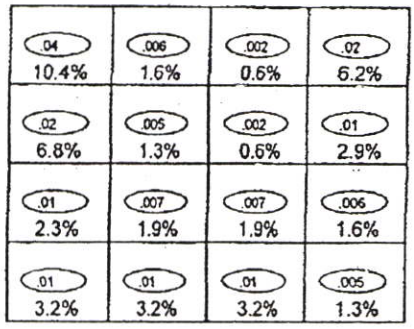


ภาพที่ 4.68 ติดปีกอาคารกว้างขนาด 1 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียง 45° กับผนังอาคารเอียงเข้าหากัน ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

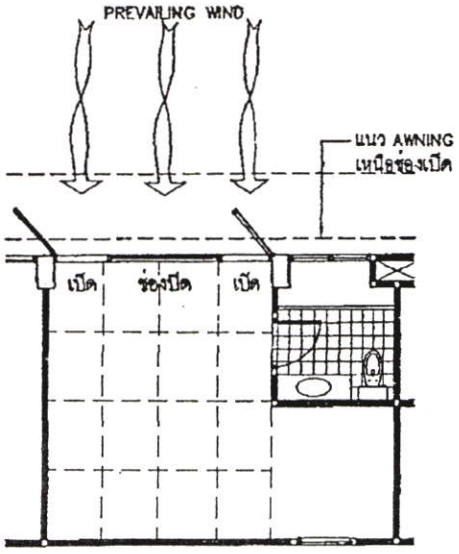
4.4.2.9 การติดตั้งปีกอาคารขนาดความกว้าง 1 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง เอียง 45° กับอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ชุดหนึ่ง และเอียง 45° กับอาคารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ชุดหนึ่ง ทดสอบกระแสลมจากทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้ (ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) รวมการทดสอบ 2 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.69 และภาพที่ 4.70



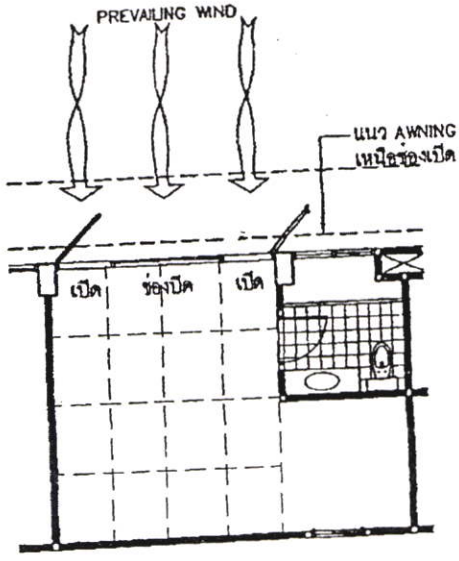
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.011 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.06 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.002 m/sec



ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.012 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.002 m/sec



ภาพที่ 4.69 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียงไปทางเดียวกันคือเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ



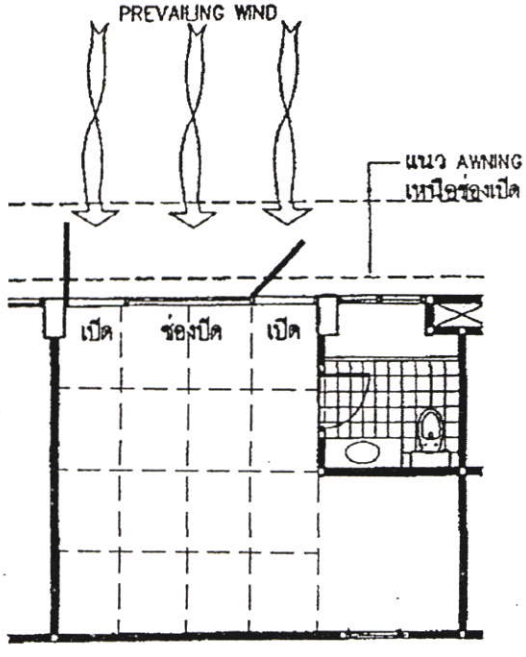
ภาพที่ 4.70 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องเอียงไปทางเดียวกัน คือเอียง 45° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ

4.4.2.10 การติดตั้งปีกอาคารขนาดความกว้าง 1 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านนอกของช่องเปิดด้านชิดผนังตั้งฉากกับอาคารและริมด้านในของช่องเปิดด้านใกล้ห้องน้ำ เอียง 45° กับอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทดสอบกระแสลมจากทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้ (ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) รวมการทดสอบ 1 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.71

4.4.2.11 การติดตั้งปีกอาคารขนาดความกว้าง 1 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในของช่องเปิดด้านใกล้ผนัง เอียงทำมุม 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และอีกช่องเปิดด้านใกล้ห้องน้ำติดตั้งที่ริมด้านนอกตั้งฉากกับอาคาร ทดสอบกระแสลมจากทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้ (ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) รวมการทดสอบ 1 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.72

.09 25.9%	.01 3.2%	.007 1.9%	.02 5.2%
.06 17.2%	.01 2.3%	.005 1.3%	.03 8.4%
.06 18.1%	.01 2.9%	.01 3.6%	.02 4.5%
.04 10%	.03 9.4%	.04 10%	.05 13.6%

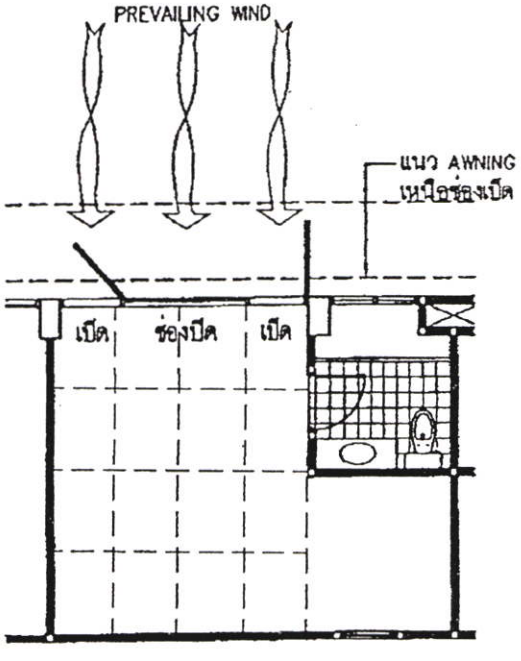
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.03 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.09 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.71 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ช่องเปิดด้านชิดผนังติดริมนอกตั้งฉากกับอาคาร ที่ช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำติดริมในเอียง 45° กับผนังไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ

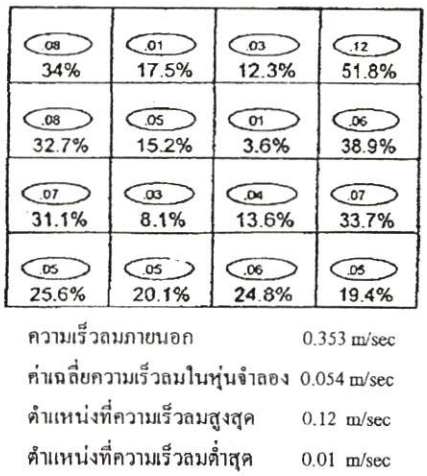
.08 23.3%	.01 4.2%	.03 8.1%	.08 34%
.08 22.7%	.04 10.4%	.01 3.9%	.06 15.6%
.07 20.7%	.03 8.1%	.04 11.3%	.07 18.8%
.05 15.6%	.05 14.3%	.06 16.5%	.05 15.2%

ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.051 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.08 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec

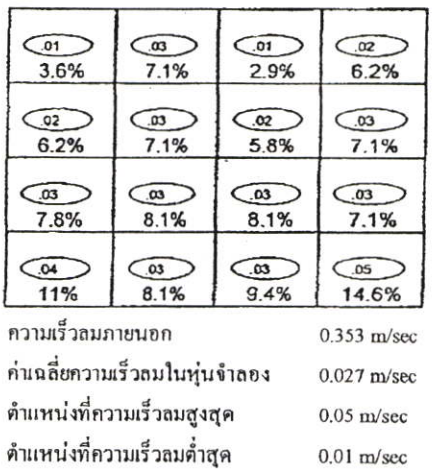


ภาพที่ 4.72 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ช่องเปิดด้านชิดผนังติดริมในเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ที่ช่องเปิดชิดห้องน้ำติดริมนอกตั้งฉากกับผนังอาคาร ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทิศใต้และผลการทดสอบ

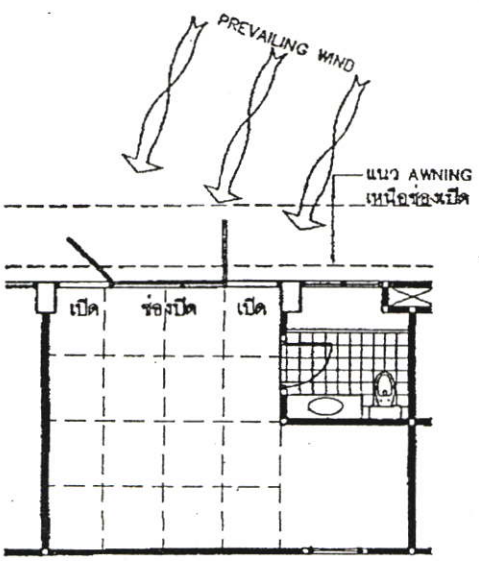
4.4.2.12 การติดตั้งปีกอาคารขนาดความกว้าง 1 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ริมด้านในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ตั้งฉากกับอาคาร 1 ช่อง และเอียง 45° กับอาคารอีก 1 ช่องทดสอบกระแสลมจาก 2 ทิศทาง คือลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) ติดปีกอาคารให้เกิดลักษณะช่องลมเข้าและช่องลมออกชัดเจน รวมการทดสอบ 4 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.73 ถึงภาพที่ 4.76 ที่แสดงเรียงลำดับดังต่อไปนี้



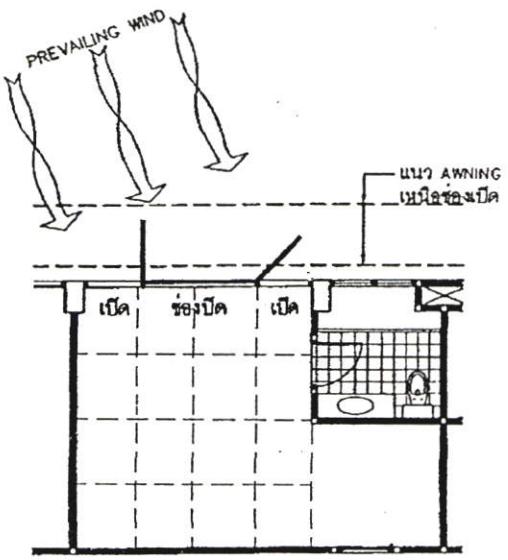
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.054 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.12 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.027 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.73 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องโดยชิดผนังติดเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนช่องเปิดชิดห้องน้ำติดตั้งฉากกับผนังลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



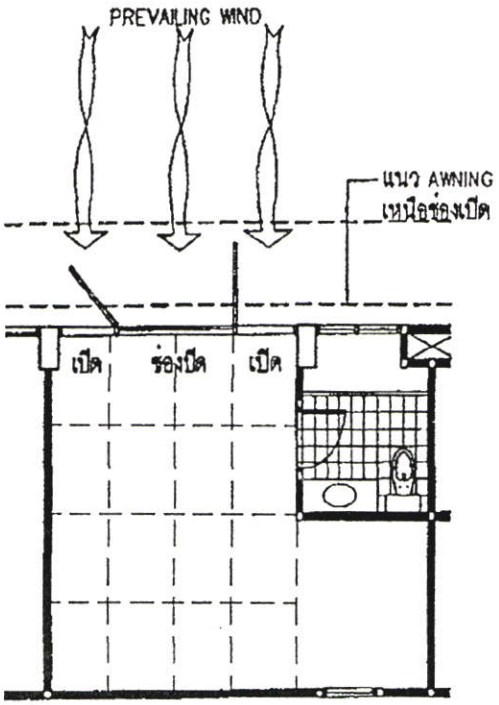
ภาพที่ 4.74 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องโดยชิดผนังติดตั้งฉากกับผนัง ส่วนช่องเปิดชิดห้องน้ำติดเอียง 45° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.02 4.8%	.03 7.7%	.02 6.4%	.05 13.4%
.03 8.3%	.03 8.6%	.01 1.9%	.01 3.2%
.05 14.4%	.02 6.1%	.01 1.9%	.02 5.8%
.05 12.8%	.03 9.6%	.02 5.1%	.02 6.1%

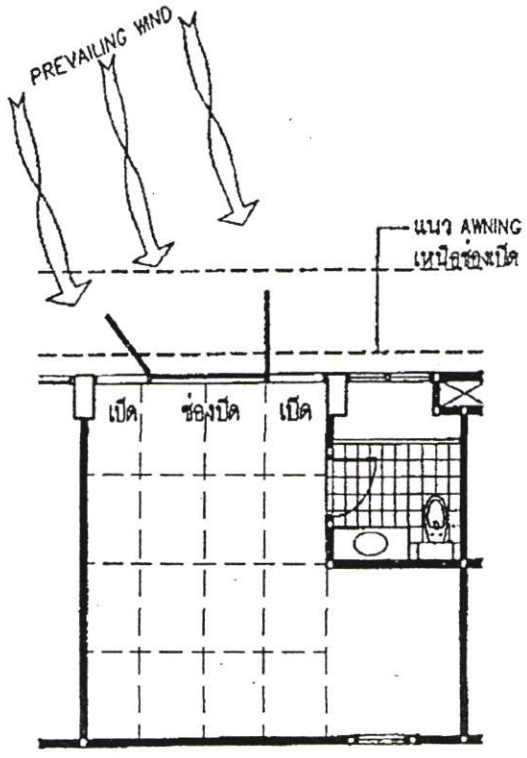
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.026 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.05 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec

.02 7%	.01 3.8%	.01 2.9%	.02 6.1%
.04 10.6%	.01 3.8%	.02 6.1%	.01 3.8%
.03 8%	.03 9.6%	.03 8.6%	.03 9.3%
.01 2.2%	.05 12.8%	.06 15.7%	.02 6.4%

ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.025 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.06 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec

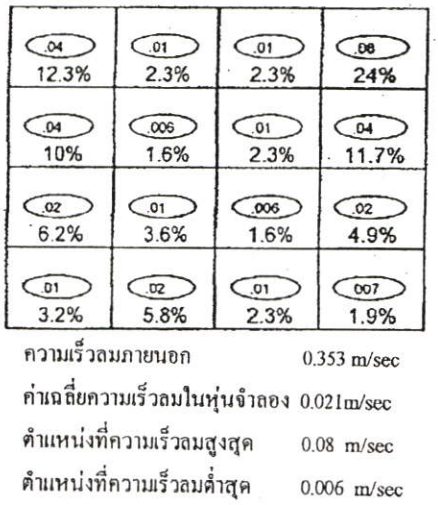


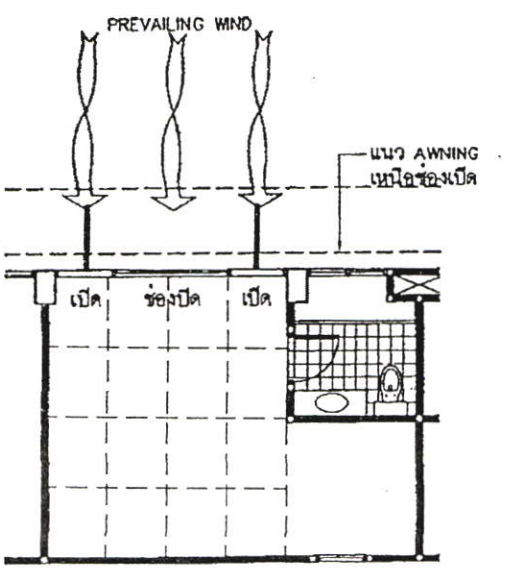
ภาพที่ 4.75 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องโดยช่องชิดผนังติดเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนช่องเปิดชิดห้องน้ำติดตั้งฉากกับผนังอาคารลมพัดตั้งฉากจากทิศใต้และผลการทดสอบ



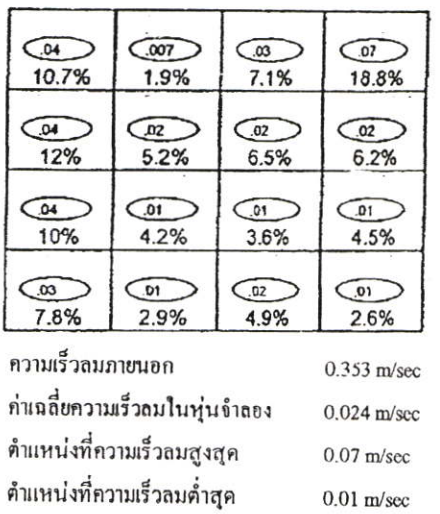
ภาพที่ 4.76 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่องโดยชิดผนังติดเอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนช่องเปิดชิดห้องน้ำติดตั้งฉากกับผนัง อาคารลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

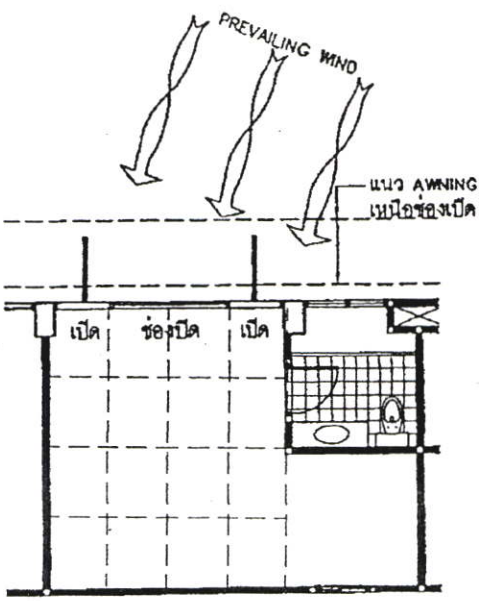
4.4.2.13 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดความกว้าง 1 เมตร และขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่องตั้งฉากกับอาคาร ทดสอบกระแสลมจาก 3 ทิศทางที่พัดมากที่สุดจากแผนผังเส้นทางลมพัดของจังหวัดพิษณุโลก คือ จากทิศใต้(ตั้งฉากกับอาคารหรือช่องเปิด) ลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้ (เอียง 22.5° จากทิศใต้) รวมการทดสอบ 6 กรณี มีรูปแบบและผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.77 ถึงภาพที่ 4.82 ที่แสดงเรียงลำดับดังต่อไปนี้



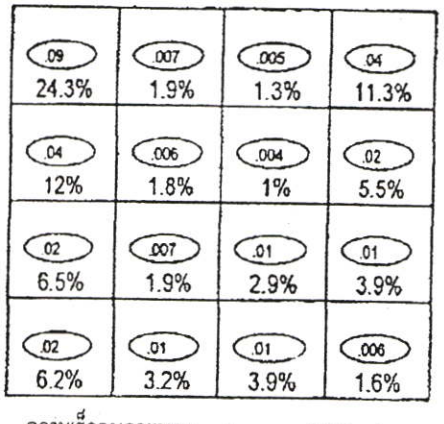


ภาพที่ 4.77 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทางทิศใต้ และผลการทดสอบ

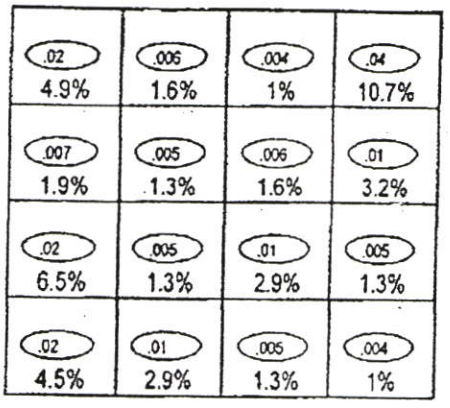




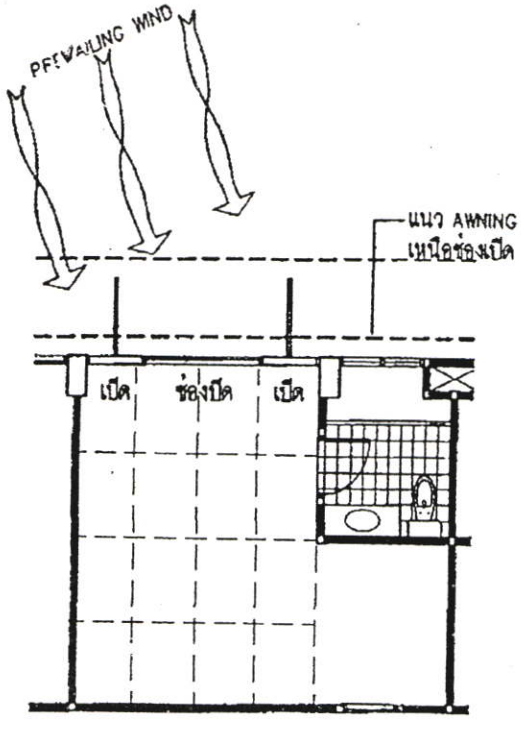
ภาพที่ 4.78 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



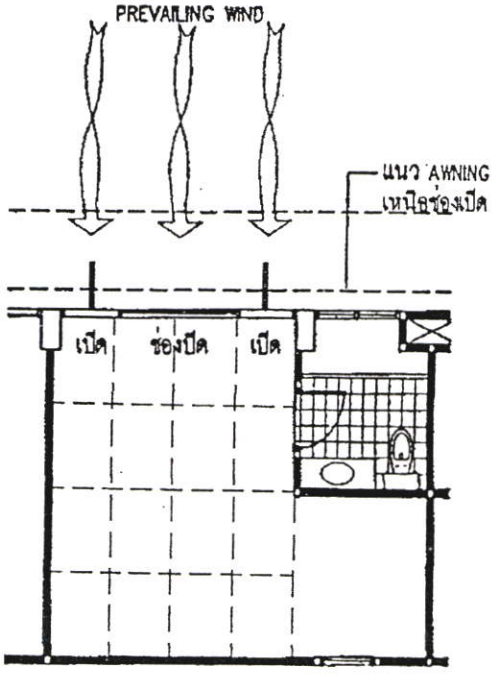
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.019m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.09 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.004 m/sec



ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.011 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.04 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.004 m/sec



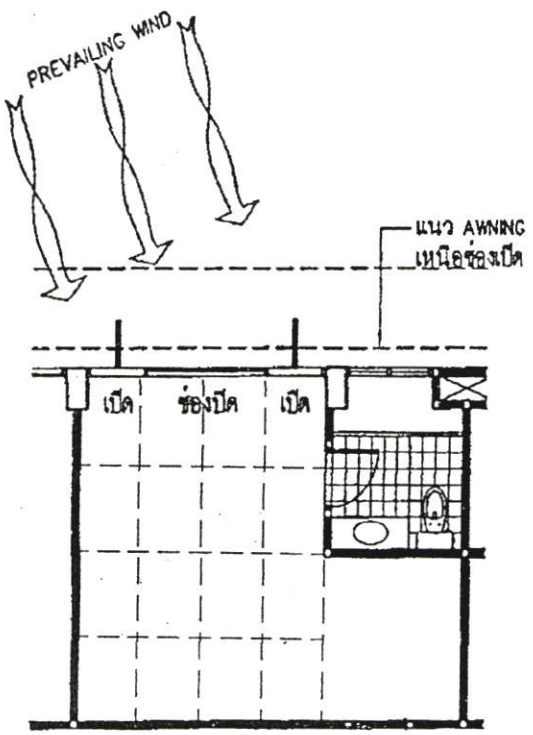
ภาพที่ 4.79 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 1 ม. ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ



ภาพที่ 4.80 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทางทิศใต้และผลการทดสอบ

.04 10.7%	.03 7.1%	.03 7.1%	.10 29.5%
.05 13.6%	.01 3.9%	.01 3.6%	.06 16.5%
.05 15.2%	.01 2.8%	.02 5.5%	.04 11.3%
.04 12.3%	.03 9.1%	.03 9.7%	.02 5.5%

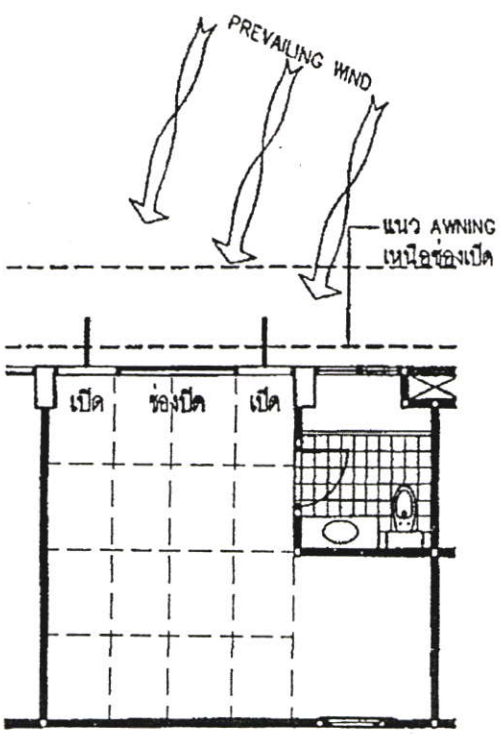
ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.036 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.10 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.01 m/sec



ภาพที่ 4.81 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันออกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

.02 6.8%	.006 1.6%	.004 1%	.02 5.8%
.01 2.6%	.006 1.6%	.002 0.6%	.01 2.3%
.006 1.6%	.006 1.6%	.004 1%	.007 1.9%
.007 1.9%	.01 3.6%	.01 3.9%	.01 2.9%

ความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec
ค่าเฉลี่ยความเร็วลมในหุ่นจำลอง 0.009 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมสูงสุด 0.02 m/sec
ตำแหน่งที่ความเร็วลมต่ำสุด 0.002 m/sec



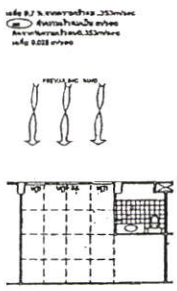
ภาพที่ 4.82 ติดปีกอาคารขนาดกว้าง 0.60 ม. ตั้งฉากกับผนังอาคารที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมพัดเอียง 22.5° จากทิศตะวันตกเฉียงใต้และผลการทดสอบ

บทที่ 5
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

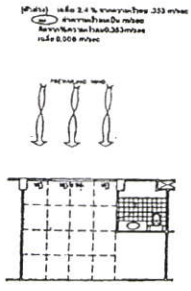
จากผลการทดลองการออกแบบช่องเปิด 2 กรณี และการทดลองการผสมผสานการออกแบบช่องเปิดร่วมกับการติดปีกอาคาร 2 ขนาดคือ ขนาดเท่าช่องเปิดกว้าง 1 เมตร และแคบกว่าช่องเปิด คือ 0.60 เมตร ความสูงเท่าช่องเปิดที่ตำแหน่ง, ทิศทางต่างๆอีก 66 กรณี รวมเป็นการทดสอบกรณีทั้งหมด 68 กรณี ได้ผลสรุปคือ

การที่ห้องมีผนังภายนอกด้านเดียว และโดยทั่วไปนิยมมีช่องเปิดขนาดใหญ่กลางห้องเพียงช่องเดียวเช่นอาคารตัวอย่างที่ทดลองนี้ มีช่องเปิดขนาดกว้างประมาณครึ่งหนึ่งของผนังห้อง ให้ผลการระบายอากาศที่ไม่ดี (POOR) มีกระแสลมหมุนเวียนภายในเปรียบเทียบกับกระแสลมภายนอกที่ปรับค่าเป็นความเร็วลมที่แท้จริงแล้วเพียงประมาณ 2.4% ซึ่งมีค่าความเร็วลมเพียง 0.008 m/sec จากค่าความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec และมีลมที่มีความเร็วมากที่สุดประมาณ 5.2% ซึ่งมีค่าความเร็วลม 0.2 m/sec เฉพาะบริเวณใกล้ช่องเปิด ส่วนบริเวณอื่นภายในห้องมีความเร็วลมน้อยมาก (ดูรายละเอียดภาพการทดลองที่ 4.15 หน้า 65)

เมื่อออกแบบช่องเปิดใหม่ โดยให้มีช่องเปิด 2 ช่อง ชิดริมผนังแต่ละช่องกว้างประมาณ ¼ (กว้างประมาณ 1 เมตร)ของห้อง ตรงกลางเป็นช่องปิด(ช่องเปิดเดิม) กว้างประมาณ ½ ของผนังห้อง จากผลการทดลองพบว่าการระบายอากาศภายในดีขึ้นมาก มีกระแสลมหมุนเวียน ค่าความเร็วลมเฉลี่ยทั่วห้องเปรียบเทียบกับกระแสลมหน้าหุ่นจำลองที่ปรับค่าเป็นความเร็วลมที่แท้จริงแล้ว เพิ่มขึ้นเป็นเฉลี่ย 9.7% ซึ่งมีค่าความเร็วลมภายในเฉลี่ย 0.028 m/sec และความเร็วลมมากที่สุดอยู่ใกล้ช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง คือช่องเปิดใกล้ห้องน้ำมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดที่ 21.7% เปรียบเทียบกับลมหน้าหุ่นจำลอง หรือมีความเร็วลมที่แท้จริง 0.1 m/sec ส่วนอีกช่องหนึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ 18.5% เปรียบเทียบกับลมหน้าหุ่นจำลอง หรือมีความเร็วลม 0.07m/sec ส่วนบริเวณอื่นๆ ก็พบว่ามีกระแสลมกระจายเข้าไปได้อย่างทั่วถึง แต่ความเร็วจะน้อยกว่าใกล้ช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง(ดูรายละเอียดภาพการทดลองที่ 4.16 หน้า 65)



(1) $\overline{V}$ = 0.008 m/sec



(2) $\overline{V}$ = 0.028 m/sec

ภาพที่ 5.1 ภาพ(1) = ช่องเปิดกลางผนังช่องเดียว ให้ผลการระบายอากาศด้อยกว่าภาพ (2) มีช่องเปิด 2 ช่องใกล้ผนัง ช่องเปิดเดิมเปลี่ยนเป็นช่องปิด

($\overline{V}$ = ค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในหุ่นจำลองเปรียบเทียบกับความเร็วลมหน้าหุ่นจำลอง)

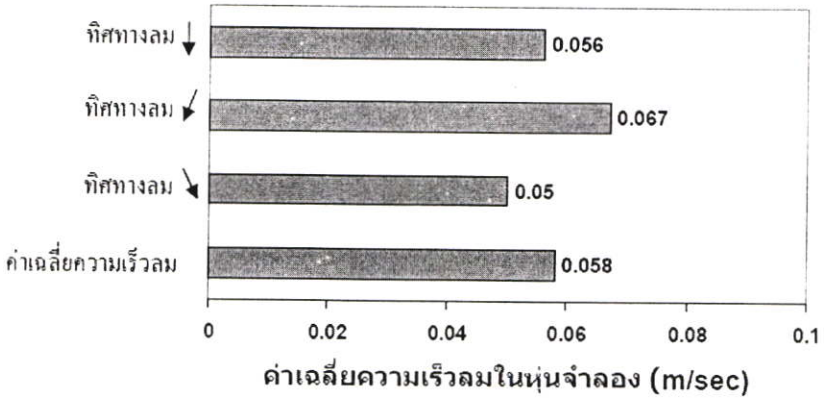
ผลการทดลองสรุปได้ว่าการมีช่องเปิด 2 ช่อง ชิดริมผนัง 2 ด้าน ช่องละ ¼ ของผนังให้ผลดีกว่าการมีช่องเปิดช่องกลางขนาดใหญ่ประมาณ ½ ของผนังเพียงช่องเดียวเป็นอย่างมาก เมื่อได้ผลสรุปเป็นที่แน่ชัดว่า การออกแบบช่องเปิด 2 ช่องที่ริมผนัง ดีกว่าการมีช่องเปิดขนาดใหญ่ช่องเดียวที่กลางผนัง การทดลองขั้นต่อไปคือ การติดปีกอาคารที่ช่องเปิด ก็จะติดเข้ากับช่องเปิดที่ได้ปรับเปลี่ยนเป็น 2 ช่อง

การทดลองติดปีกอาคารเข้ากับช่องเปิดได้ทดลองจำนวน 66 กรณี คือ กรณีใช้ปีกอาคารกว้างประมาณ ¼ ของผนังห้องคือประมาณ 1 เมตร ติดที่ริมด้านในของช่องเปิด ติดที่ริมด้านนอกของช่องเปิด(ด้านชิดผนัง) ;ติดที่ริมด้านนอกและริมด้านในสลับกัน โดยติดตั้งฉากและติดเอียง 45 ° เอียงไปทางด้านเดียวกันเอียงไปคนละด้าน ติดที่กึ่งกลางช่องเปิด ติดตั้งฉาก ติดเอียง 45° เอียงไปทางด้านเดียวกัน และเอียงไปคนละด้าน และกรณีใช้ปีกอาคารกว้างประมาณ 60 เซนติเมตร นำมาติดทำนองเดียวกันกับปีกอาคารขนาด 1 เมตร ดังกล่าวรายละเอียดแล้วในบทที่ 4 ข้อ 4.4.2.1 เรียงลำดับถึงข้อ 4.4.2.13 และตามภาพที่ 4.17 เรียงลำดับจนถึงภาพที่ 4.82

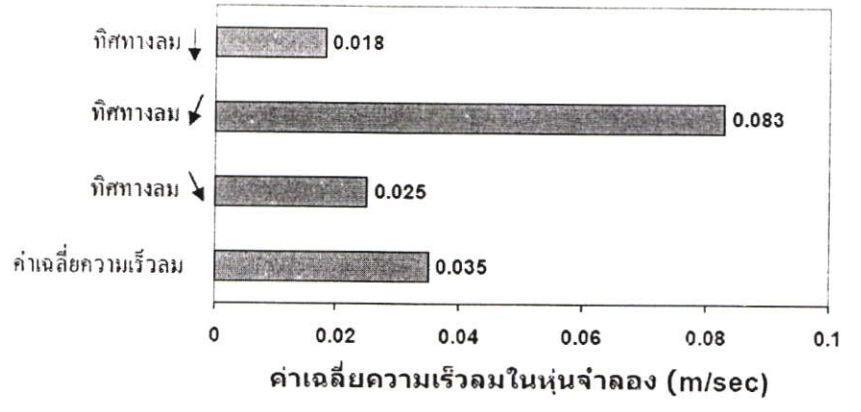
ผลการทดลองนำมาแยกเป็นรายกลุ่ม ตามลักษณะของการติดตั้งปีกอาคาร แสดงค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในหุ่นจำลองที่ใช้ทดสอบจากค่าความเร็วลมหน้าหุ่นจำลองที่เป็นความเร็วลมที่แท้จริง คือ 0.353 m/sec ค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่สูงกว่าถือว่าช่วยให้ผลการระบายอากาศที่ดีกว่าเปรียบเทียบให้เห็นชัดเจนดังต่อไปนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.1 หน้า 67 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และ 0.60 เมตร ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ตั้งฉากกับผนังอาคาร

ตารางที่ 5.1 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร

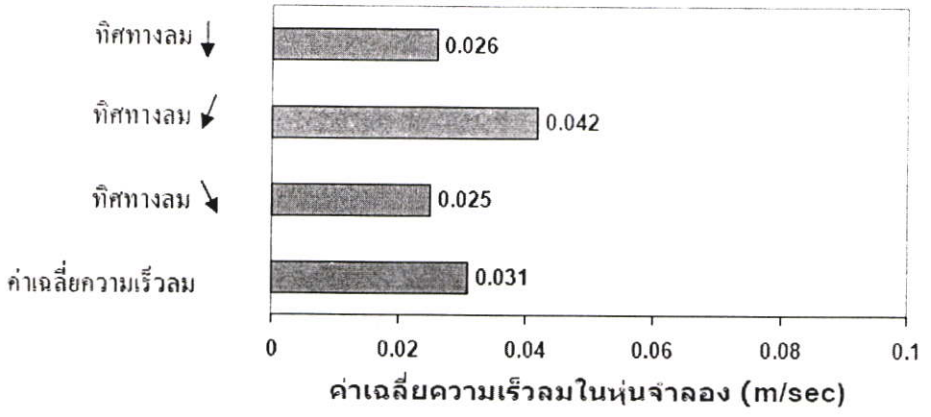


ตารางที่ 5.2 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร

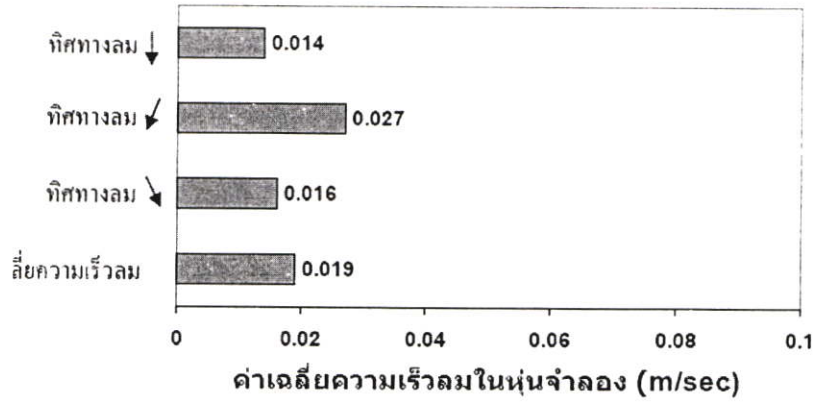


<u>กลุ่มที่ 2</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.2 หน้า 70 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และ 0.60 เมตร ที่ริมด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ตั้งฉากกับผนังอาคาร

ตารางที่ 5.3 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร

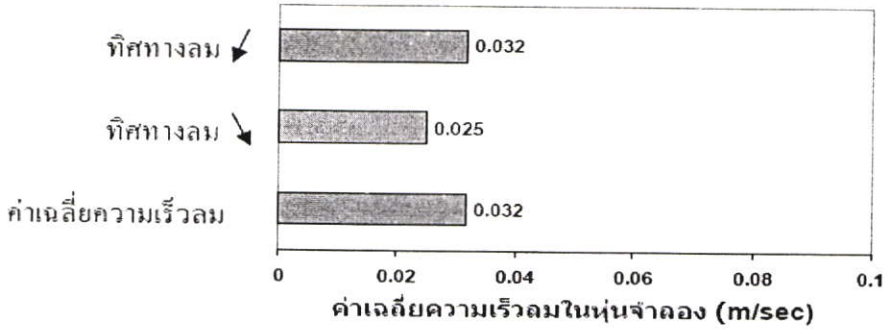


ตารางที่ 5.4 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร

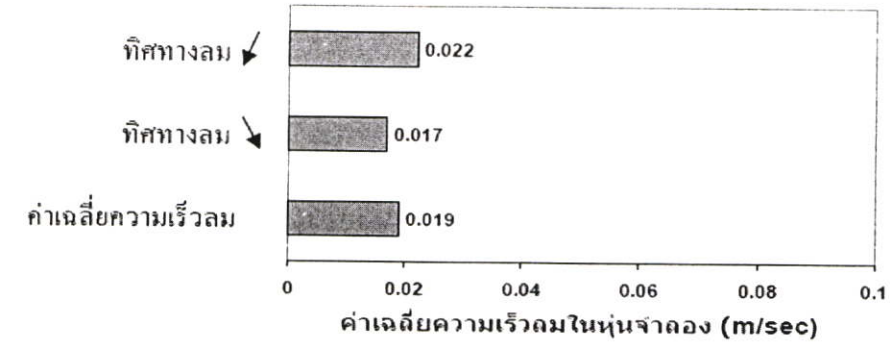


<u>กลุ่มที่ 3</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.3 หน้า 73 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และขนาด 0.60 เมตร ที่ช่องเปิดด้านริมในกับริมนอกสลับกัน ให้เกิดลักษณะเปิดรับลมเข้าสู่ภายใน

ตารางที่ 5.5 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร

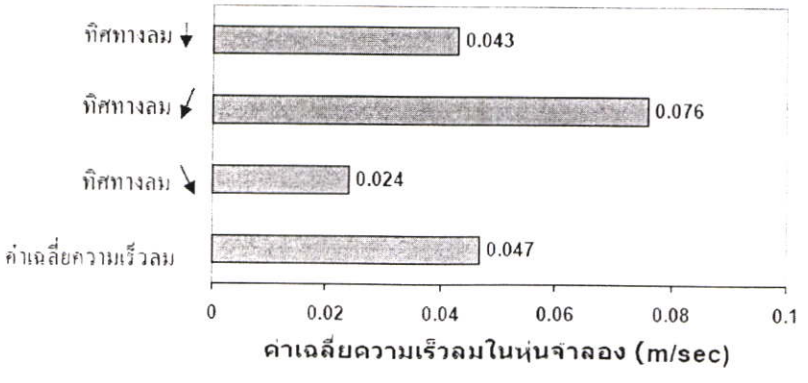


ตารางที่ 5.6 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร

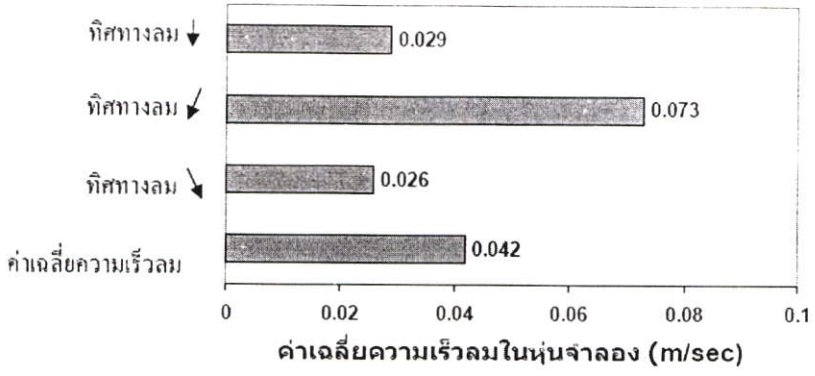


<u>กลุ่มที่ 4.1</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.4 หน้า 75 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และขนาด 0.60 เมตร ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยติดเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.7 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร

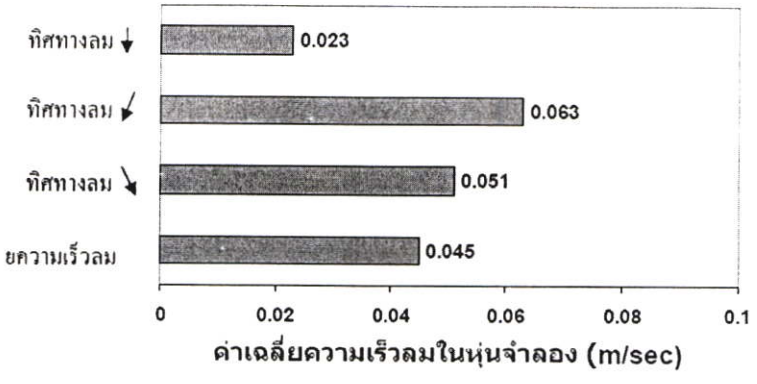


ตารางที่ 5.8 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 0.60 เมตร

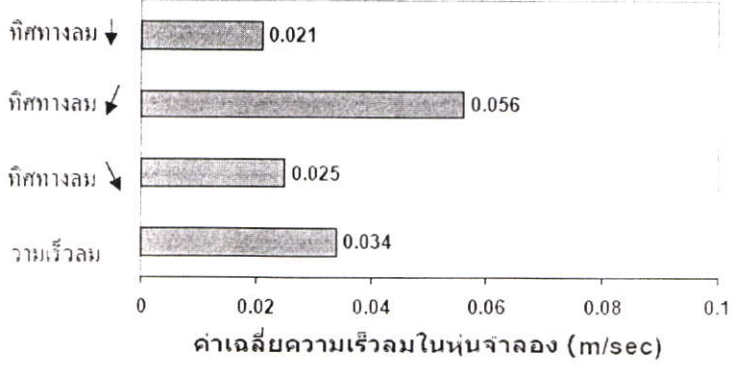


<u>กลุ่มที่ 4.2</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.4 หน้า 75 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และขนาด 0.60 เมตร ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยติดเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.9 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร

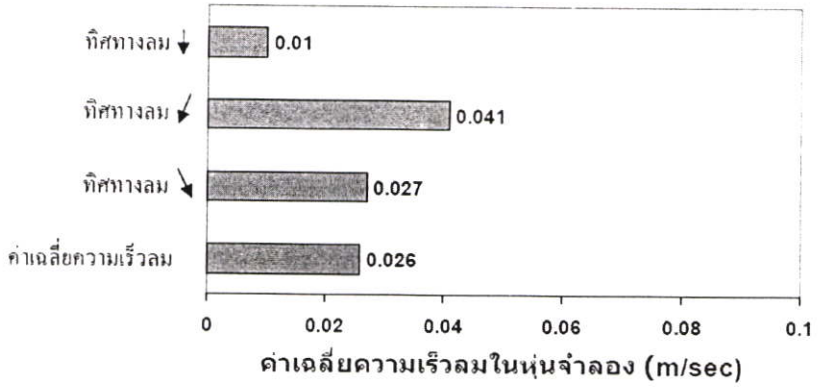


ตารางที่ 5.10 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 0.60 เมตร

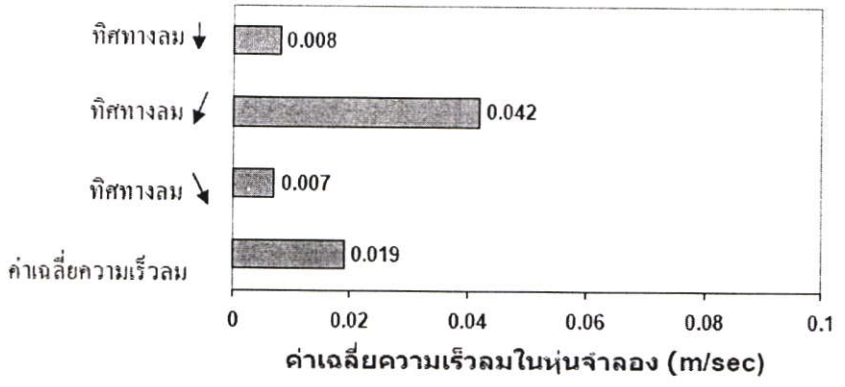


<u>กลุ่มที่ 5.1</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.5 หน้า 81 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และขนาด 0.60 เมตร ที่ริมด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยติดเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.11 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร

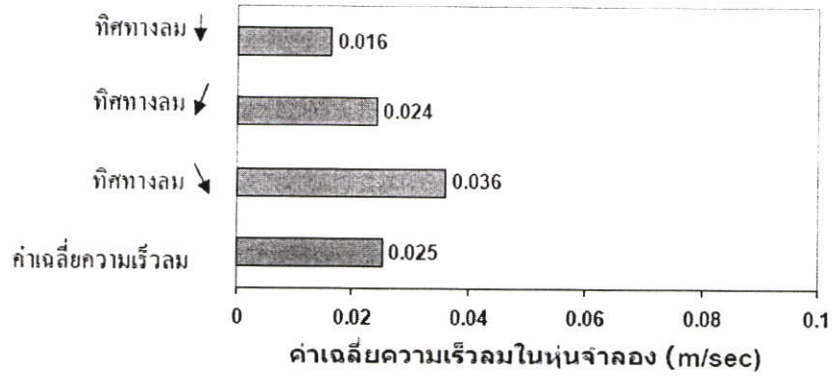


ตารางที่ 5.12 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร

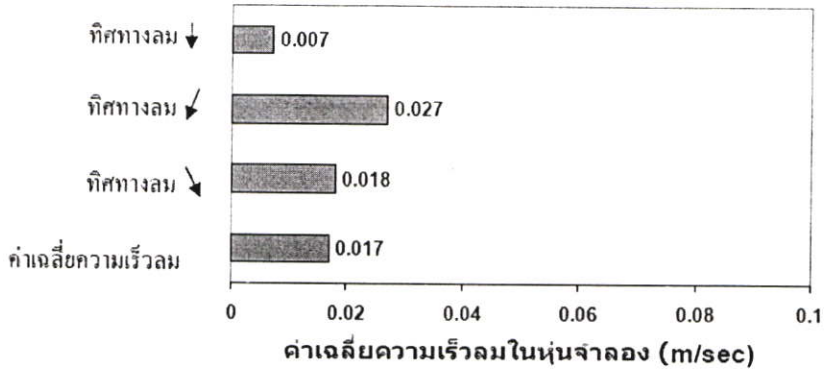


<u>กลุ่มที่ 5.2</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.5 หน้า 81 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และขนาด 0.60 เมตร ที่ริมด้านนอกของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยติดเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.13 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร

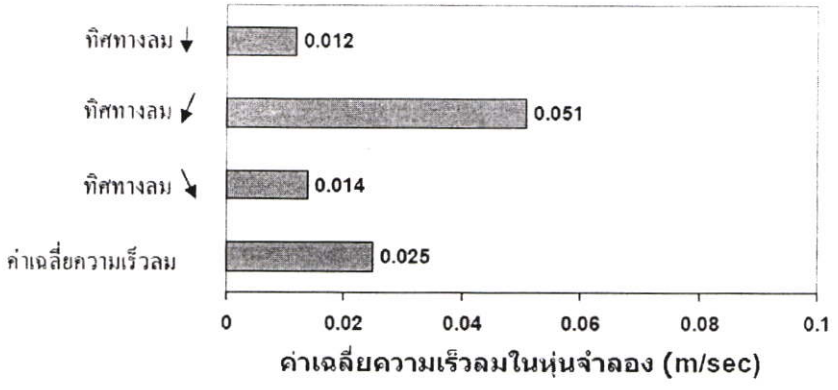


ตารางที่ 5.14 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร

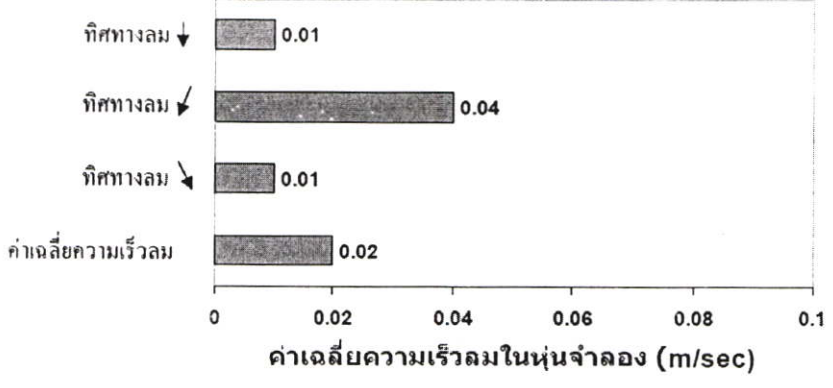


<u>กลุ่มที่ 6.1</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.6 หน้า 87 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร และ0.60 เมตร ที่ริมด้านในของช่องเปิดด้านชิดผนังและที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ เอียง 45° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.15 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร

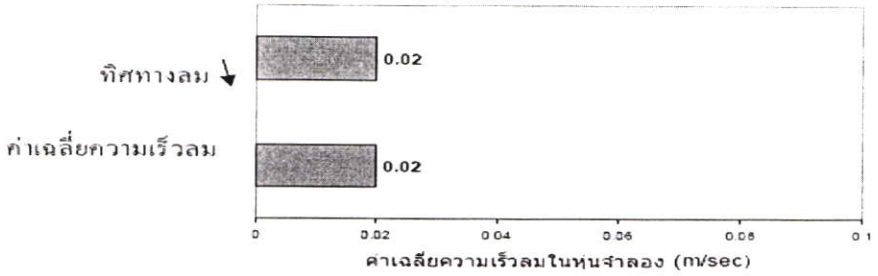


ตารางที่ 5.16 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 0.60 เมตร



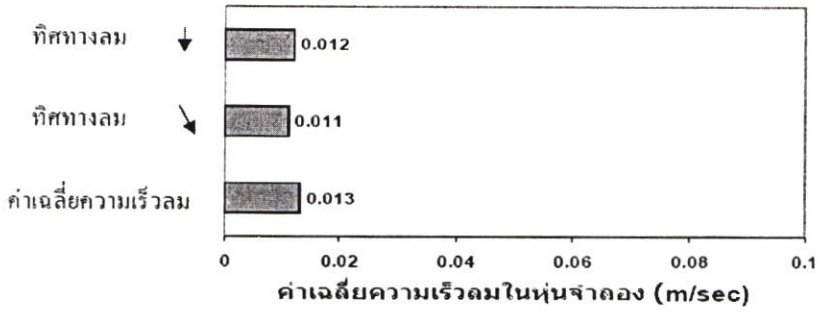
<u>กลุ่มที่ 6.2</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.6 หน้า 87 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร ที่ริมด้านในของช่องเปิด ด้านชิดผนังและที่ริมนอกของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ เอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.17 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร



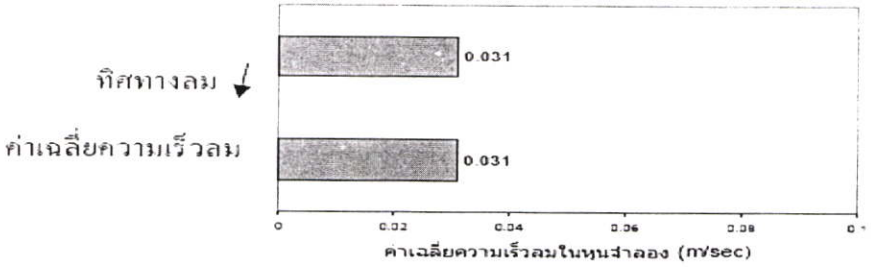
<u>กลุ่มที่ 6.3</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.6 หน้า 87 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร ที่ริมด้านนอกของช่องเปิดด้านชิดผนังและริมด้านในของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ เอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.18 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร



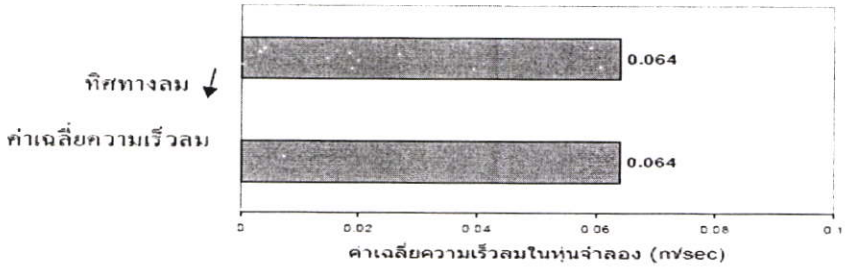
<u>กลุ่มที่ 6.4</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.6 หน้า 87 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาดกว้าง 1 เมตร ที่ริมด้านนอกของช่องเปิดด้านชิดผนังและริมด้านในของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ เอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.19 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร



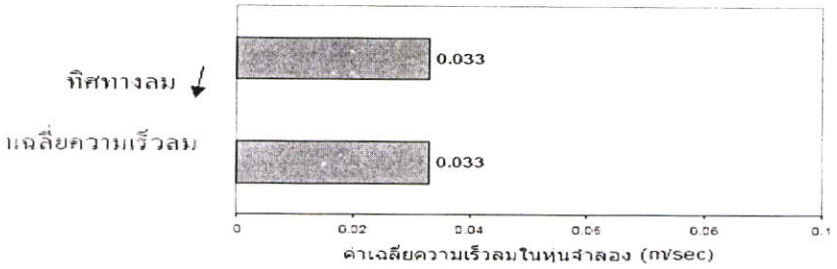
<u>กลุ่มที่ 7</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.7 หน้า 92 การติดตั้งปีกอาคารขนาดกว้าง 1 เมตร ที่ริมในของช่องเปิด 2 ช่อง เอียง 45 ° ออกจากกันไปปีกละด้าน

ตารางที่ 5.20 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร



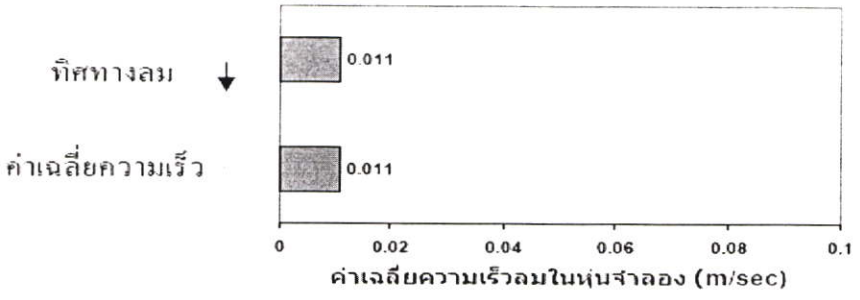
<u>กลุ่มที่ 8</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.8 หน้า 92 การติดตั้งปีกอาคารขนาด 1 เมตร ที่ริมนอกของช่องเปิด 2 ช่อง เอียง 45° เข้าหากัน

ตารางที่ 5.21 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร



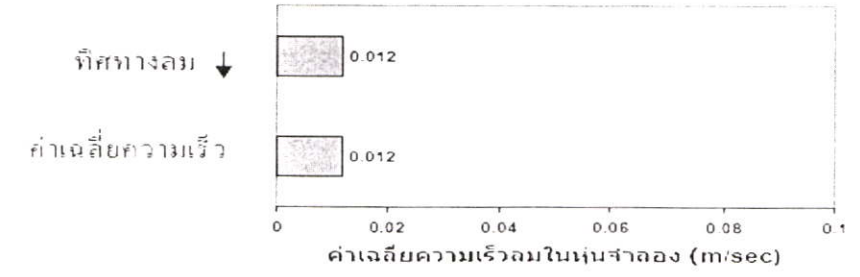
<u>กลุ่มที่ 9.1</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.9 การติดตั้งปีกอาคารขนาด 1 เมตร ที่ริมด้านนอกของช่องเปิด 2 ช่อง เอียง 45° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.22 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร



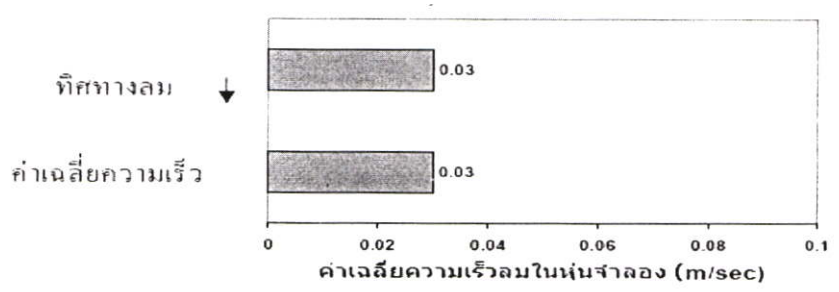
<u>กลุ่มที่ 9.2</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.9 การติดตั้งปีกอาคารขนาด 1 เมตร ที่ริมด้านนอกของช่องเปิด 2 ช่อง เอียง 45° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.23 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร



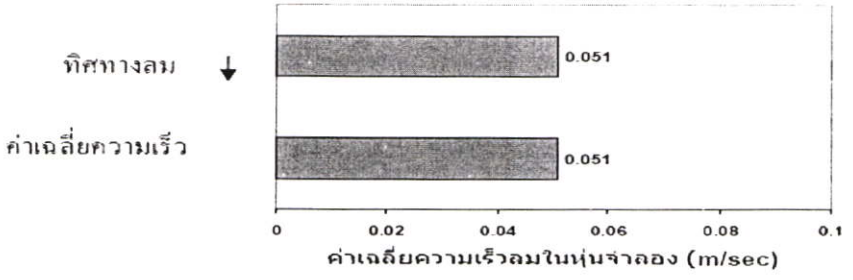
กลุ่มที่ 10 กรณีตามข้อ 4.4.2.10 การติดตั้งปีกอาคารขนาด 1 เมตร ติดตั้งฉากกับผนังด้านริมนอกของช่องเปิดด้านชิดผนัง และติดตั้งเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ

ตารางที่ 5.24 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร



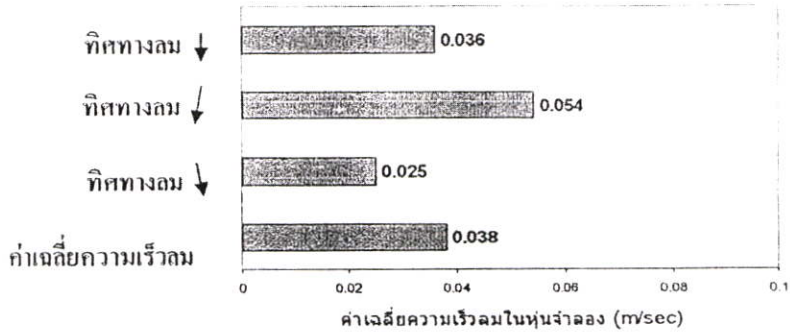
กลุ่มที่ 11 กรณีตามข้อ 4.4.2.11 หน้า 94 การติดตั้งปีกอาคารขนาด 1 เมตร ติดตั้งตั้งฉากกับผนังที่ริมด้านนอกของช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ และติดตั้งเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่ริมในของช่องเปิดด้านชิดผนัง

ตารางที่ 5.25 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร



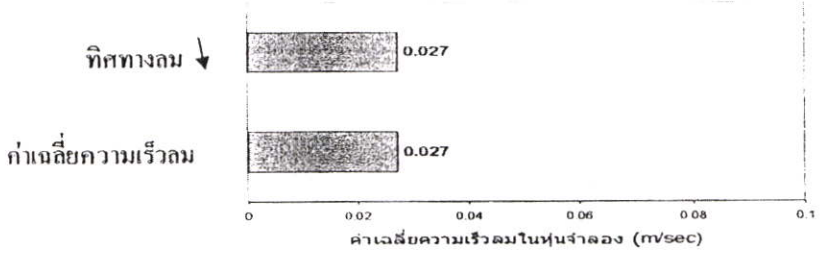
<u>กลุ่มที่ 12.1</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.12 หน้า 96 การติดตั้งปีกอาคารขนาด 1 เมตร ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยติดตั้งฉากที่ช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ และอีกปีกที่ช่องเปิดด้านชิดผนัง ติดตั้งเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ตารางที่ 5.26 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร



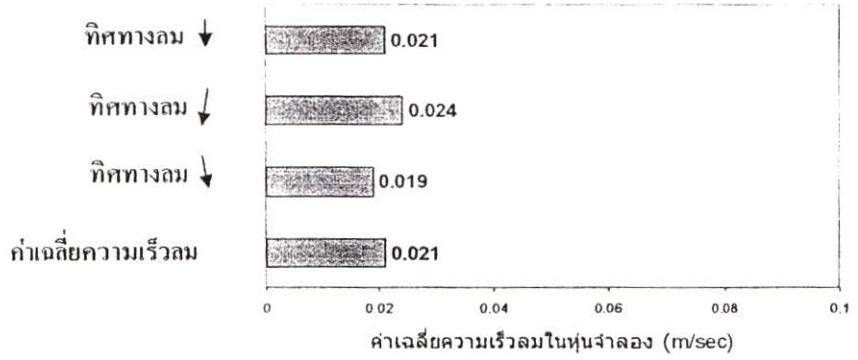
<u>กลุ่มที่ 12.2</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.12 หน้า 96 การติดตั้งปีกอาคารขนาด 1 เมตร ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง โดยติดตั้งฉากที่ช่องเปิดด้านชิดผนัง และติดเอียง 45 ° ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ช่องเปิดด้านชิดห้องน้ำ

ตารางที่ 5.27 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร

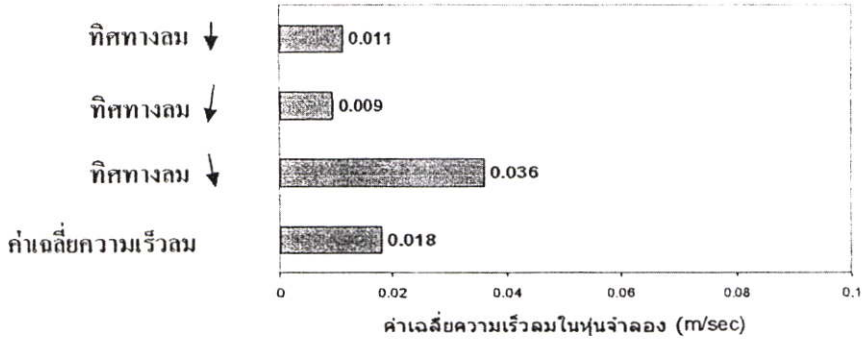


<u>กลุ่มที่ 13</u> กรณีตามข้อ 4.4.2.13 หน้า 98 การติดตั้งปีกอาคารทั้งขนาด 1 เมตรและ 0.60 เมตร ที่กลางช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ตั้งฉากกับผนังอาคาร

ตารางที่ 5.28 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 1 เมตร

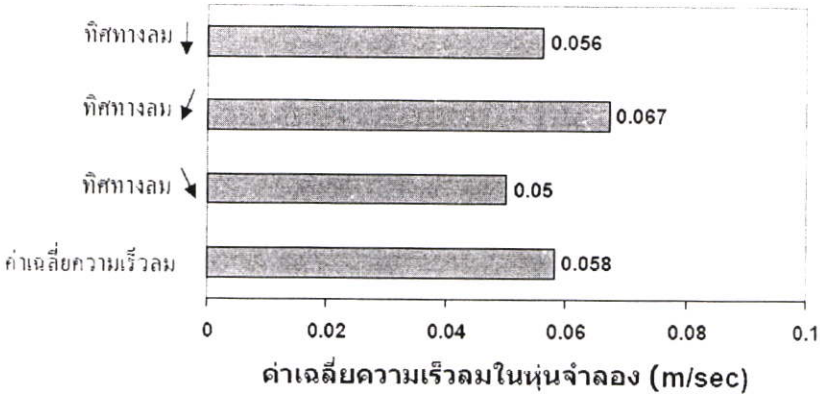


ตารางที่ 5.29 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร



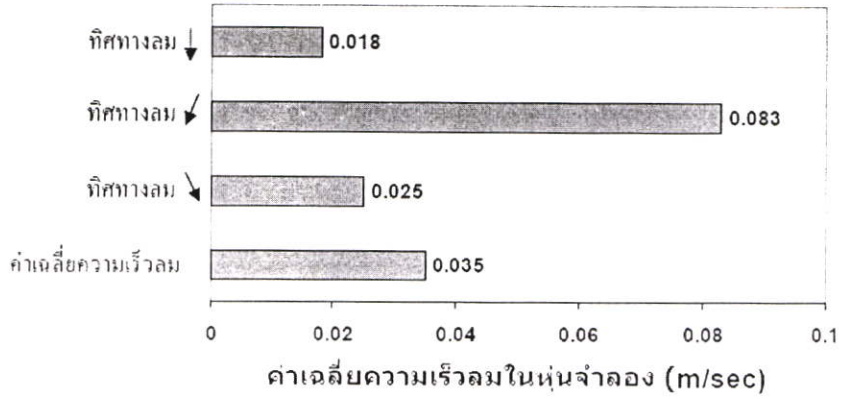
จากผลการทดลองจำนวนทั้งสิ้น 66 กรณีดังกล่าว พบว่ากรณีที่ให้ผลเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศที่ดีที่สุด โดยเฉพาะเมื่อลมพัดตั้งฉากกับอาคารจากทางทิศใต้ซึ่งเป็นทิศทางลมที่พัดมากที่สุด คือ การติดตั้งปีกอาคารขนาดกว้างเท่าช่องเปิดหรือ 1 เมตร ติดตั้งฉากกับผนังที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ลมที่พัดเอียงเข้าหาอาคาร ก็ให้ผลความเร็วลมเฉลี่ยภายในที่ดีเช่นกัน และการติดตั้งปีกอาคารลักษณะนี้ก็เหมาะสมกับรูปแบบสถาปัตยกรรม ตามที่ระบุกลุ่มที่ 1 ตารางที่ 5.1 นำมาแสดงอีกครั้งข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.30 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร



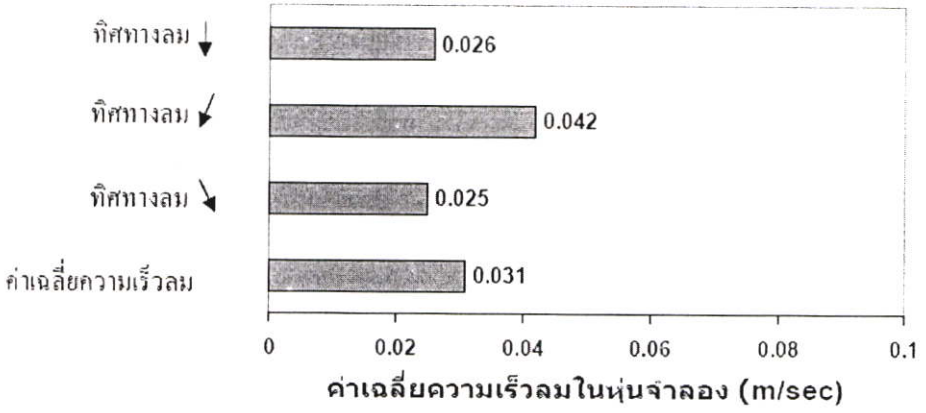
สำหรับการติดตั้งปีกอาคารขนาดแคบกว่าช่องเปิด คือ ขนาด 0.60 เมตร สูงเท่าช่องเปิด ที่ริมในของช่องเปิดทั้ง 2 ช่อง ตั้งฉากกับผนังอาคาร กลับให้ผลการระบายไม่ดีโดยเฉพาะเมื่อลมพัดตั้งฉากกับอาคารทางด้านทิศใต้ ให้ความเร็วลมเฉลี่ยภายในเพียง 0.018 m/sec น้อยกว่าการไม่ติดปีกอาคาร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 0.028 m/sec แต่ถ้าลมพัดเอียงและไม่ถูกสิ่งกีดขวางภายในห้องก็มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในที่ดีคือ 0.063 m/sec แต่ค่าเฉลี่ยโดยรวมของลม 3 ทิศทาง ด้อยกว่าปีกอาคารขนาด 1 เมตร และโดยเฉพาะลมที่พัดตั้งฉากกับอาคารซึ่งเป็นลมที่พัดมากที่สุด ปีกอาคารขนาดเท่าช่องเปิดให้ผลการระบายอากาศที่ดีกว่าปีกอาคารขนาดเล็กกว่าช่องเปิด ดูตามระบุกลุ่มที่ 1 ตารางที่ 5.2 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.31 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 0.60 เมตร



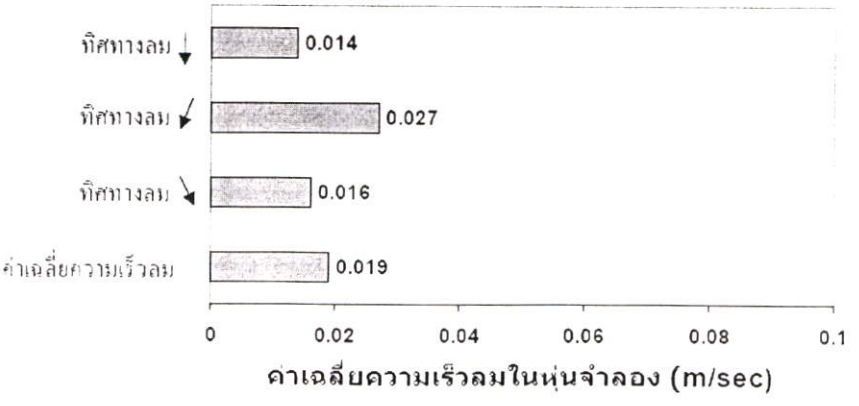
ปีกอาคารขนาด 1 เมตร ติดที่ริมในเอียง 45° ลมพัดตั้งฉากกับอาคารก็ยังสามารถให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในที่ดีได้ และลมพัดเอียงถ้าพัดเข้ามาภายในห้องแล้วไม่โดนสิ่งกีดขวางก็ให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในที่ดี ตามกรณีกลุ่ม 4.2 ตารางที่ 5.9 ที่นำมาแสดงอีกครั้งข้างล่างนี้ ลมพัดตั้งฉากให้ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในที่ต่ำ ต่ำกว่าการไม่ติดปีกอาคาร แต่ถ้าลมพัดเอียง ลมพัดเข้ามาภายในแล้วไม่มีสิ่งกีดขวาง ค่าความเร็วลมเฉลี่ยดีกว่าไม่ติดปีกอาคาร แต่ถ้าทิศทางลมพัดเข้ามาภายในแล้วมีสิ่งกีดขวาง ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในต่ำ ดูตามระบุกลุ่ม 2 ตารางที่ 5.3 ที่นำมาแสดงอีกครั้งข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.32 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร



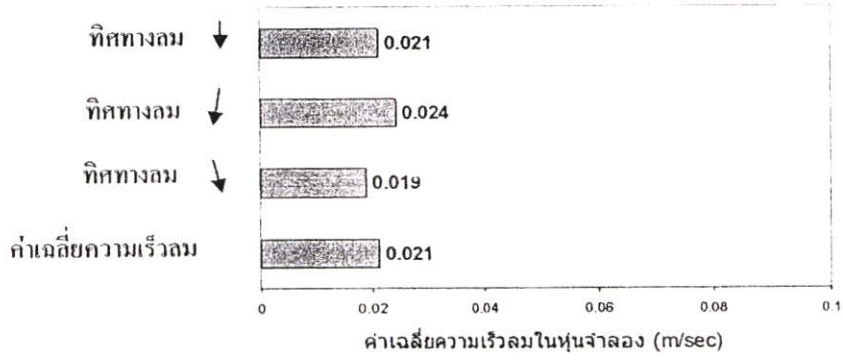
และกรณีติดปีกอาคารที่ริมนอกของช่องเปิดลักษณะตั้งฉาก โดยใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร ลมพัดตั้งฉากให้ค่าความเร็วลมภายในที่ต่ำมาก เมื่อลมพัดเอียงเข้าสู่ช่องเปิด ให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในที่ดีขึ้น แต่ทั้งหมดให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยต่ำกว่าการไม่ต้องติดปีกอาคาร ดูตามระบุกลุ่มที่ 2 ตารางที่ 5.4 ที่นำมาแสดงอีกครั้งข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.33 กรณีใช้ปีกอาคารขนาด 0.60 เมตร



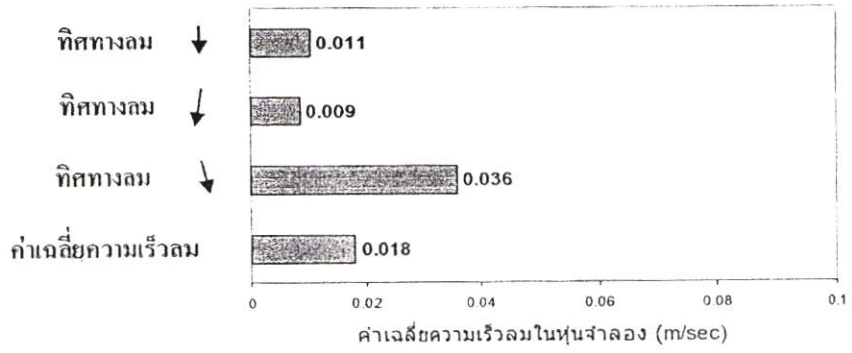
กรณีลักษณะสุดท้าย คือกรณีติดตั้งปีกอาคารกลางช่องเปิด ใช้ปีกอาคารกว้างเท่าช่องเปิด ติดตั้งฉากกับผนังกลางช่องเปิด ลมพัดตั้งฉาก ให้ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในต่ำ ถ้าลมพัดเอียงและเข้ามาภายในแล้วไม่มีสิ่งกีดขวาง จะให้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยภายในดีขึ้นเล็กน้อย แต่ถ้าลมพัดเอียงเมื่อเข้ามาภายในแล้วมีสิ่งกีดขวาง จะให้ค่าเฉลี่ยความเร็วลมภายในต่ำกว่าลมตั้งฉาก แต่การติดปีกอาคารลักษณะนี้ให้ค่าเฉลี่ยความเร็วลมต่ำกว่าการไม่ติดปีกอาคาร ดูตามระบุกลุ่มที่ 13 ตารางที่ 5.28 ที่นำมาแสดงอีกครั้งข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.34 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 1 เมตร



ส่วนกรณีใช้ปีกอาคารขนาดเล็กกว่าช่องเปิด(ขนาด 0.60 เมตร) กลางช่องเปิด ติดลักษณะตั้งฉาก ก็ยิ่งได้ค่าความเร็วลมต่ำกว่าการใช้ปีกอาคารขนาดเท่าช่องเปิดดังระบุกลุ่มที่ 13 ดังตารางที่ 5.29 ที่นำมาแสดงอีกครั้งข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.35 กรณีใช้ปีกอาคาร ขนาด 0.60 เมตร



บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น(The Hot Humid Type) เช่นประเทศไทยมีปัญหาหลักเกี่ยวกับการออกแบบอาคาร คือต้องหลีกเลี่ยงป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และการทำให้ความชื้นระเหยไปโดยกระแสลมซึ่งทำให้มนุษย์รู้สึกสบาย เพราะกระแสลมพาความชื้นระเหยออกจากร่างกาย

การออกแบบอาคารโดยทั่วไปสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น เมื่อไม่ใช้เครื่องปรับอากาศควรออกแบบให้ห้องภายในอาคารมีช่องเปิดด้านลมเข้าและลมออก มีผนังภายนอกอย่างน้อย 2 ด้าน ให้สามารถเกิดการระบายอากาศแบบข้ามฟาก (Cross Ventilation) ซึ่งช่วยระบายความชื้นได้ดีทำให้รู้สึกสบาย แต่บางกรณีอาคารบางประเภท เช่น อาคารหอพักทีมีทางเดินตรงกลางลักษณะ Double Corridor มีห้องพักขนาบ 2 ข้างทางเดินกลาง จำเป็นต้องออกแบบให้ห้องพักมีผนังภายนอกด้านเดียว ผนังทางด้านทางเดินตรงกลางอาจจำเป็นต้องปิดทึบเพราะต้องการความเป็นส่วนตัว (Privacy) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของมนุษย์

เมื่อห้องพักจำเป็นต้องออกแบบให้มีผนังภายนอกด้านเดียวเพื่อความเป็นส่วนตัว ลักษณะการออกแบบช่องเปิดของผนังภายนอกด้านเดียวนี้ที่นิยมออกแบบกันมากคือ ออกแบบให้มีช่องเปิดกลางห้องขนาดใหญ่กว้างประมาณครึ่งหนึ่งของผนังห้องเป็นลักษณะกระจกบานเลื่อน เลื่อนปิดเปิดจากกึ่งกลางห้อง เช่น ลักษณะของอาคารหอพักมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้ทำการศึกษาวิจัยนี้ ซึ่งผลการทดลองให้ผลต่อการระบายอากาศภายในห้องมีค่าความเร็วลมเฉลี่ยเพียง 2.4% หรือค่าความเร็วลมเพียง 0.008 m/sec เมื่อความเร็วลมภายนอก 0.353 m/sec ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพต่ำมากทั้งนี้เพราะภายในห้องจะมีความกดอากาศสูงผลักดันไม่ให้กระแสลมพัดเข้าสู่ภายในได้มาก

การออกแบบและการทดลองการชักนำการระบายอากาศภายในห้องพักโดยวิธีธรรมชาติไม่ใช้เครื่องมือกลเข้าช่วยโดยออกแบบให้มีช่องเปิดที่ริมผนัง 2 ช่องขนาดกว้าง ¼ ของผนังห้องแทนช่องเปิดกลางห้องช่องเดียวก็สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศได้มากขึ้นอย่างมากจากการทดลองสามารถเพิ่มความเร็วลมเฉลี่ยเป็น 9.7% เทียบกับลมภายนอกหรือมีค่าความเร็วลม 0.028 m/sec และเมื่อมีการติดปีกอาคารขนาดเท่าช่องเปิดคือขนาดประมาณ 1 เมตร เพิ่มเข้าไปช่องละ 1 ปีก ติดในลักษณะที่เหมาะสมกับการออกแบบที่สุดจากการทดสอบคือ ตำแหน่งชิดขอบในของช่องเปิดทั้งสองช่องก็ยิ่งได้ผลดีขึ้นไปอีกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องได้มากขึ้นถึง 6.5 เท่าจากลักษณะเท่าช่องเปิดเดิม คือ มีค่าความเร็วลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 15.6%หรือ 0.056 m/sec เมื่อทดสอบกับกระแสลมที่พัดจากทิศใต้ ซึ่งเป็นทิศทางที่ลมพัดมากที่สุด ตั้งฉากกับอาคารตามกรณีข้อ 4.4.2.1ภาพที่ 4.17 เพราะปีกอาคารช่วยก่อให้เกิดช่องทางลมเข้าด้านความกด

อากาศสูง(Positive Pressure) และช่องทางลมออกด้านความกดอากาศต่ำ(Negative Pressure)ได้ยิ่งเมื่อทดสอบกับลมพัดเอียงเข้าสู่อาคาร และเมื่อพัดเข้ามาภายในห้องแล้วไม่มีสิ่งกีดขวางภายในเช่นกรณี 4.18 ก็ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศ ภายในห้องได้อีก คือ ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นถึง 8.5 เท่า จากสภาพเดิมคือ ค่าความเร็วลมเฉลี่ยจากสภาพเดิมเพียง 2.4% เพิ่มขึ้นเป็น 20.5% คือยิ่งให้ช่องทางลมเข้าและทางลมออกมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นก็ยิ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในมากขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการง่ายๆ ที่ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในที่ดีโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือกล

ผลจากการทดลองนี้ซึ่งใช้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุดของอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก คือจากค่าความเร็วลมของเครื่องวัดกระแสและทิศทางลมอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ความสูง 12.5 เมตร ที่ค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.9 Knots หรือ 0.464 m/sec (แปลงค่าตาม Power Law ใช้ความสูง 4.7 เมตร คือระดับความสูงจากพื้นชั้นสอง 1.00 เมตร ประมาณเหนือขอบล่างหน้าต่างชั้น 2 ของหอพักเล็กน้อยซึ่งเป็นความสูงที่ใช้ทดสอบ เหลือความเร็วลม 0.353 m/sec) แต่ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดที่ค่าเฉลี่ย 2.1 Knots หรือ 1.082 m/sec ซึ่งถ้าความเร็วลมเพิ่มขึ้นขนาดนี้จะทำให้การชักนำการระบายอากาศภายในห้องดียิ่งขึ้น เพราะลมที่แรงขึ้นจากผลการทดลองยิ่งเพิ่มเปอร์เซ็นต์ค่าความเร็วลมภายในห้องได้มากขึ้นอย่างไรก็ตามในสภาพอากาศที่ไม่ร้อนมาก จะมีค่าความสบายโดยไม่รู้สึกถึงการเคลื่อนไหวของอากาศเมื่อลมมีความเร็ว 0.24 ถึง 0.48 m/sec ดังนั้นลมธรรมชาติหลายช่วงเวลาจะไม่พอเพียงให้เกิดความรู้สึกสบาย อาคารเมืองไทยจึงจำเป็นต้องมีพัดลม ช่วยได้เคยวัดความเร็วลมที่ใช้ในบ้านทั่วไปทั้งชนิดตั้งโต๊ะและยืนพื้น ให้ผลใกล้เคียงกัน คือเมื่อวางพัดลมระยะห่างตัว 2 เมตร เปิดพัดลมเบอร์ 1 ได้ความเร็วที่ตัวผู้ทดสอบประมาณ 1.00 m/sec, เบอร์ 2 ได้ความเร็วลมประมาณ 1.45 m/sec, เบอร์ 3 ได้ความเร็วลมประมาณ 1.70 m/sec ซึ่งเพียงพอเหลือเฟือที่จะให้ความสบายแก่มนุษย์ แต่การชักนำการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติแม้อาจไม่เพียงพอให้เกิดความสบาย แต่ก็สามารถช่วยระบายความร้อนและระบายอากาศได้บ้างเมื่อไม่ใช้เครื่องกลทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้ อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัดการออกแบบบางประการ คือ สภาพแวดล้อมอาคารที่ทำการศึกษาออกแบบเป็นอาคารที่ไม่มีอาคารหรือต้นไม้มาปิดบังทิศทางลมจึงจะได้ผลตามที่สรุปมานี้ ถ้าสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปก็ต้องทำสภาพแวดล้อมมาวิเคราะห์ในการออกแบบด้วย

การวิจัยในเรื่องนี้ค่อนข้างเป็นเรื่องพื้นฐานทั่วไปสำหรับผู้ออกแบบอาคารแต่เชื่อว่าถ้าผู้ออกแบบมีความรู้ความเข้าใจก็จะช่วยในการออกแบบได้อย่างมาก ไม่ออกแบบผิดผิดอย่างที่ทำกันอยู่โดยทั่วไป ถ้าได้มีการนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ทั้งในการเรียนการสอนและในการออกแบบจริงก็จะช่วยให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมากทั้งทางด้านการออกแบบ ทางด้านการประหยัดพลังงานและเสริมสร้างความสุขสบายของผู้คน

บรรณานุกรม

1. เกรียงไกร พรพิทักษ์พงศ์. 2546. **การออกแบบลักษณะของช่องเปิดและครีบอาคารเพื่อการระบายอากาศสำหรับอาคารสูง**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิตสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. **ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลความเร็วและทิศทางลมพื้นผิวจังหวัดพิษณุโลก**. กรุงเทพฯ: กรมอุตุนิยมวิทยา
3. ตรึงใจ บูรณะสมภพ. 2521. **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร
4. ธีรมน ไวโรจนกิจ. **เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมของอาคาร**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. ปรีชา รังสิรักษ์. **ภูมิอากาศชั้นสูง**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. วิเชษฎ์ สุวิสิทธ์. 2542. **การศึกษาเสนอแนะรูปแบบบ้านเดี่ยวพักอาศัยเพื่อการประหยัดพลังงาน**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิตสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
7. วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2537. **ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
8. สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น**. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. สุนทร บุญญาธิการ. 2542. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10. สุภาวดี รัตนมาศ. **บ้านธรรมชาติในเขตร้อนชื้น**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
11. สุวพันธ์ นิลายน. 2543. **อุตุนิยมวิทยา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
12. Givoni. Baruch 1980. **Man, Climate and Architecture**. Israel institute of technology
13. Donald, FAIA and Kenneth Labs. 1983. **Climate design**. USA: McGraw-Hill.
14. Jeffuy Ellis Avomin 1953. Coimate & Architecture . Reinhold Publishing Corporation . New York. U.S.A.
15. Narenda K. Bansal. 1994. Passive Building Design. University of Kassel. Germany: Eiservier science B.V.
16. Hery Rudoft. 1970. Archi tects' Data. Crosby Lockwood Scaples. London

17. PJ Jones. **PLEA 99 Conference**. Welsa School of Architecture Cardiff University.

18. S.Chandra. 1983. **Wing-Wall to Improve Ventilation**. Building Research station (B.R.S)

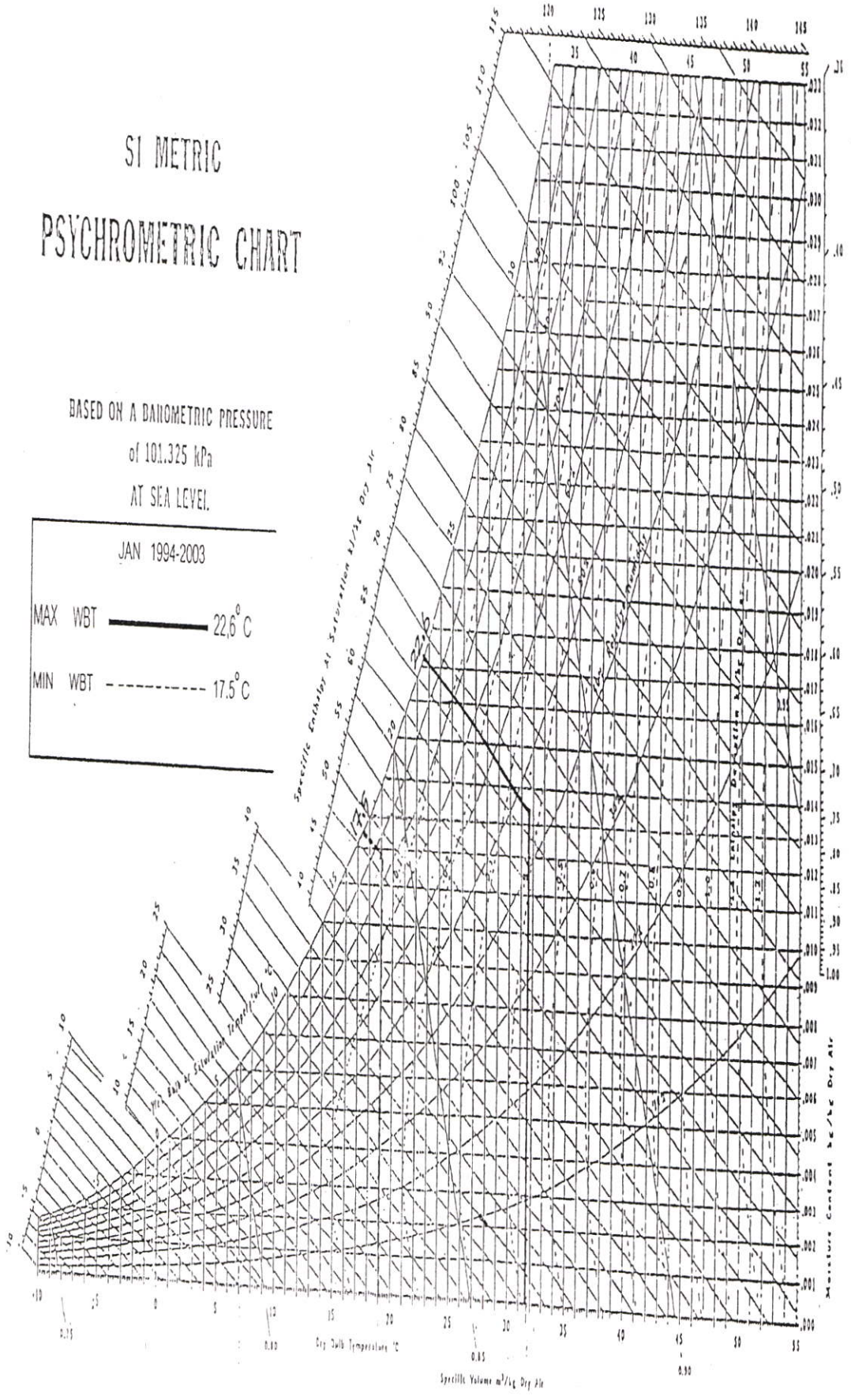
19. Victor Olgyay. 1992. **DESIGN WITH CLIMATE**. New Jersey: University Press New Jersey

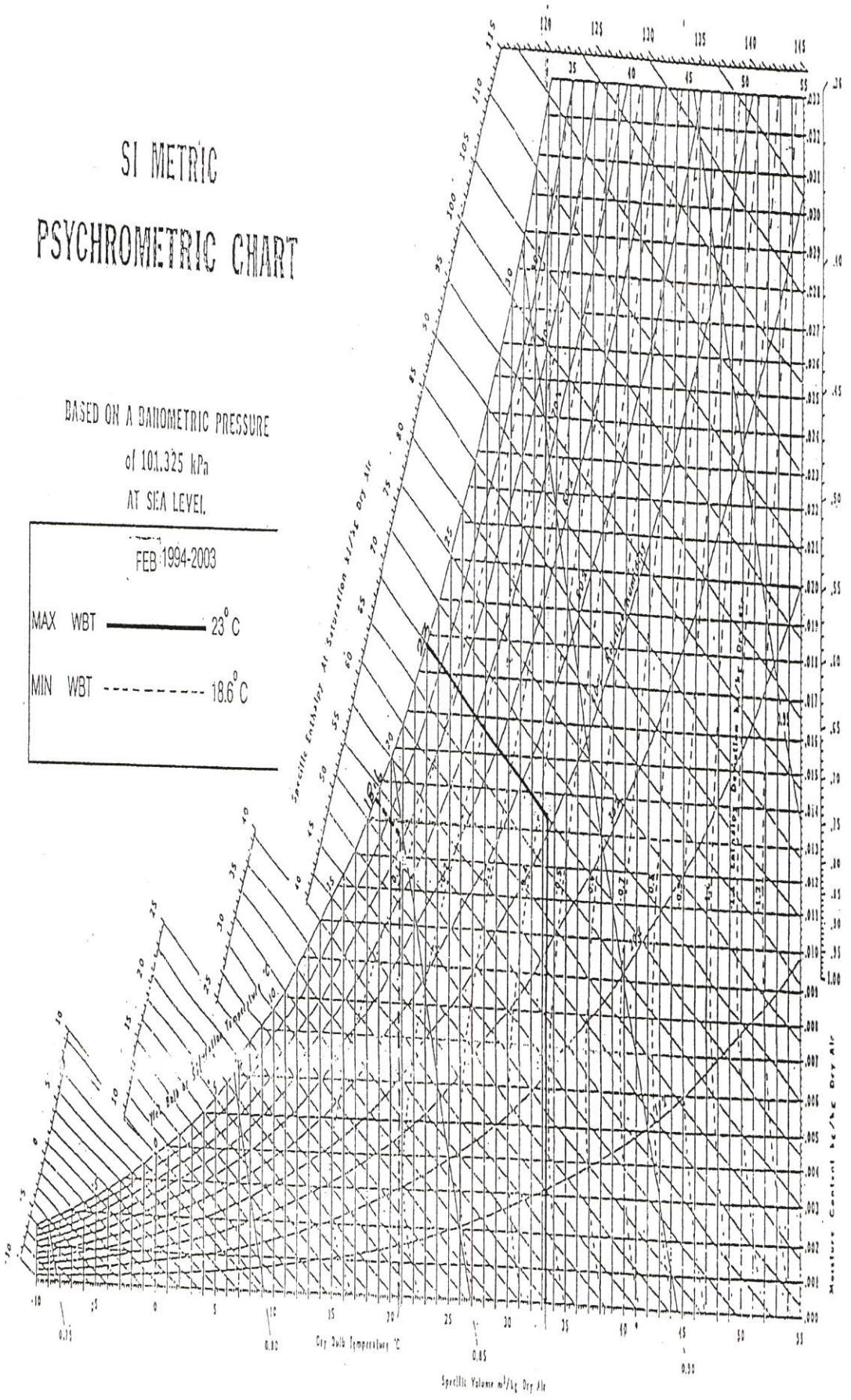
20. Yeang Ken. 1995. McGraw – Hill, Inc. New York U.S.A

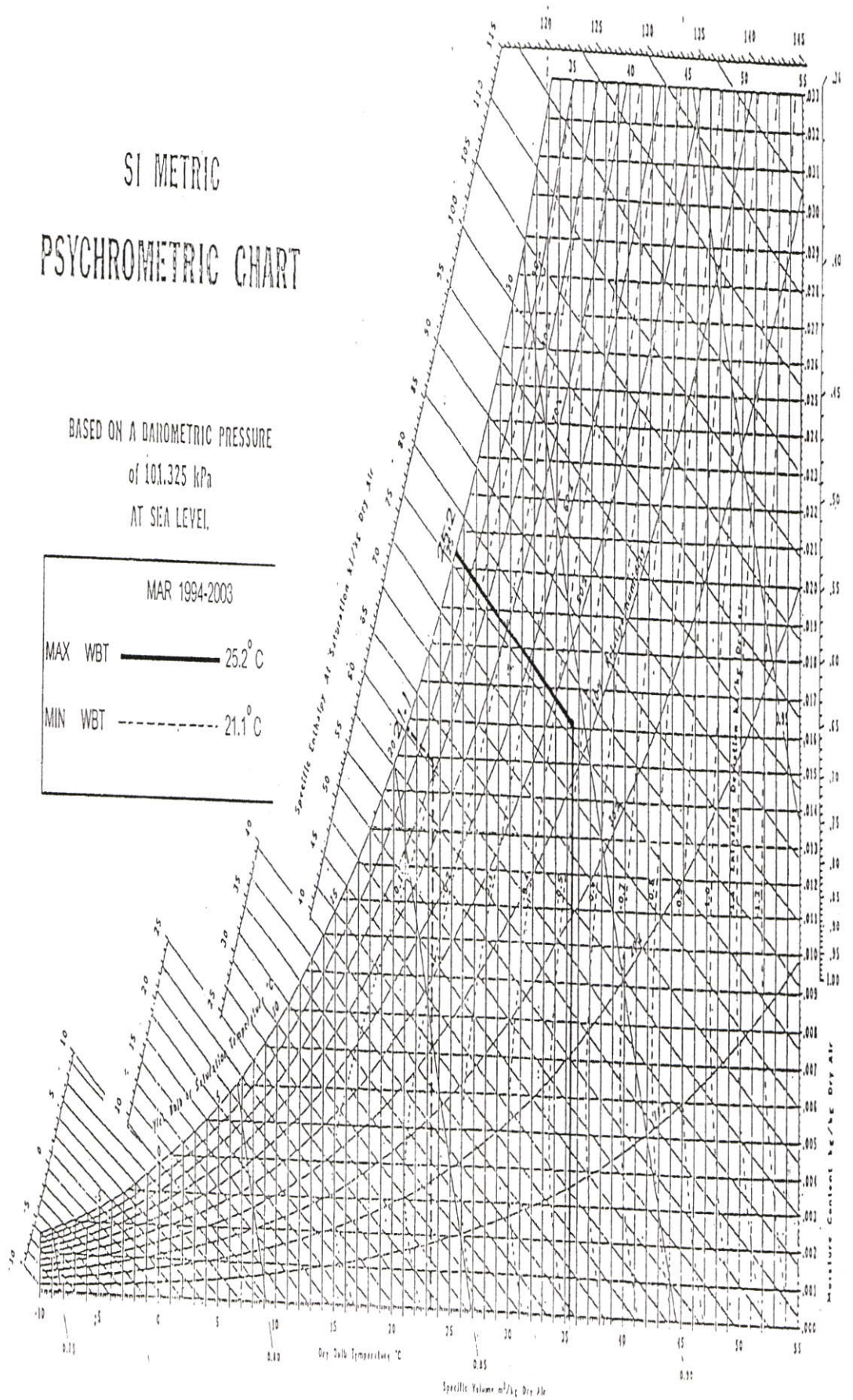
ภาคผนวก

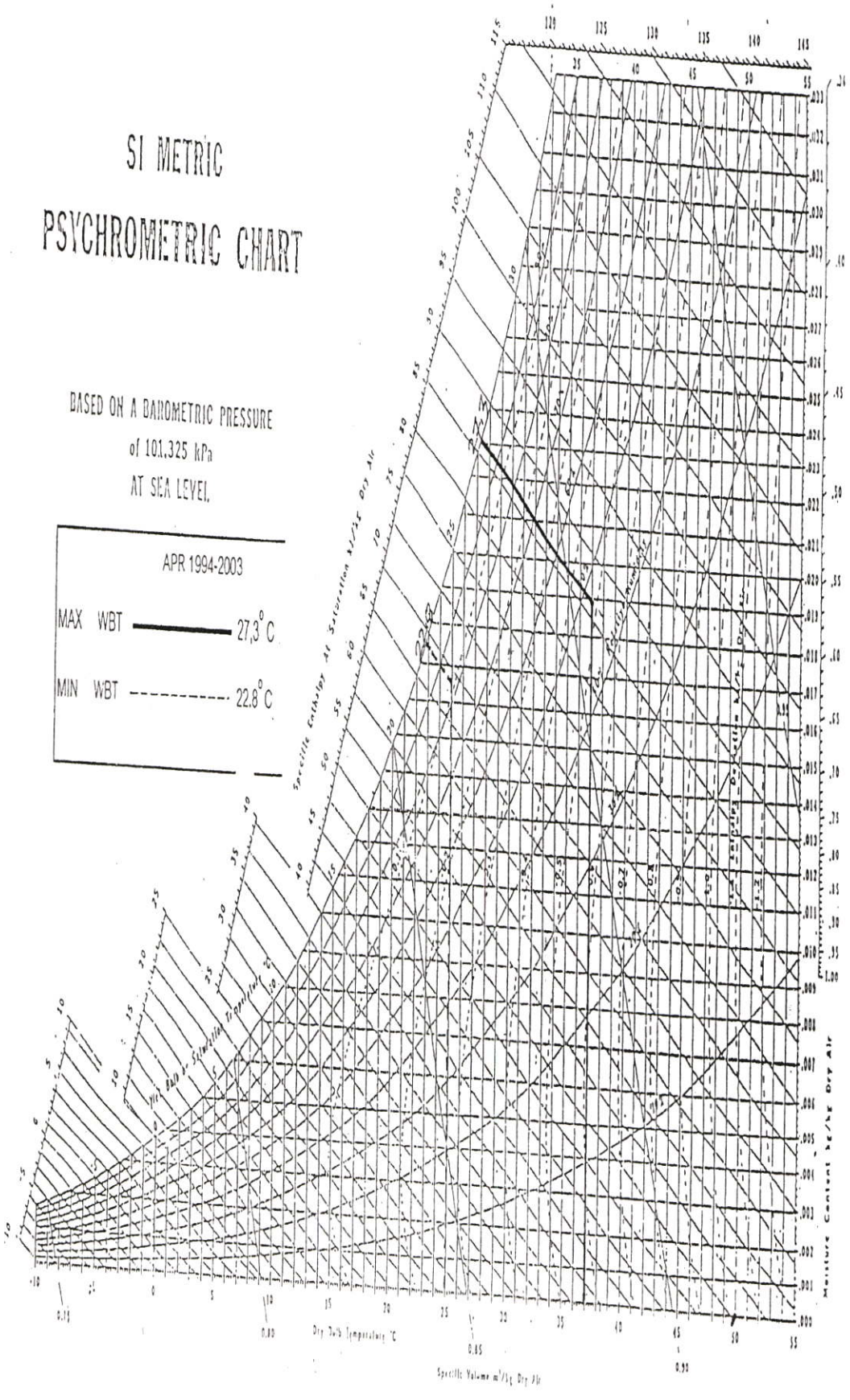
ภาคผนวก ก

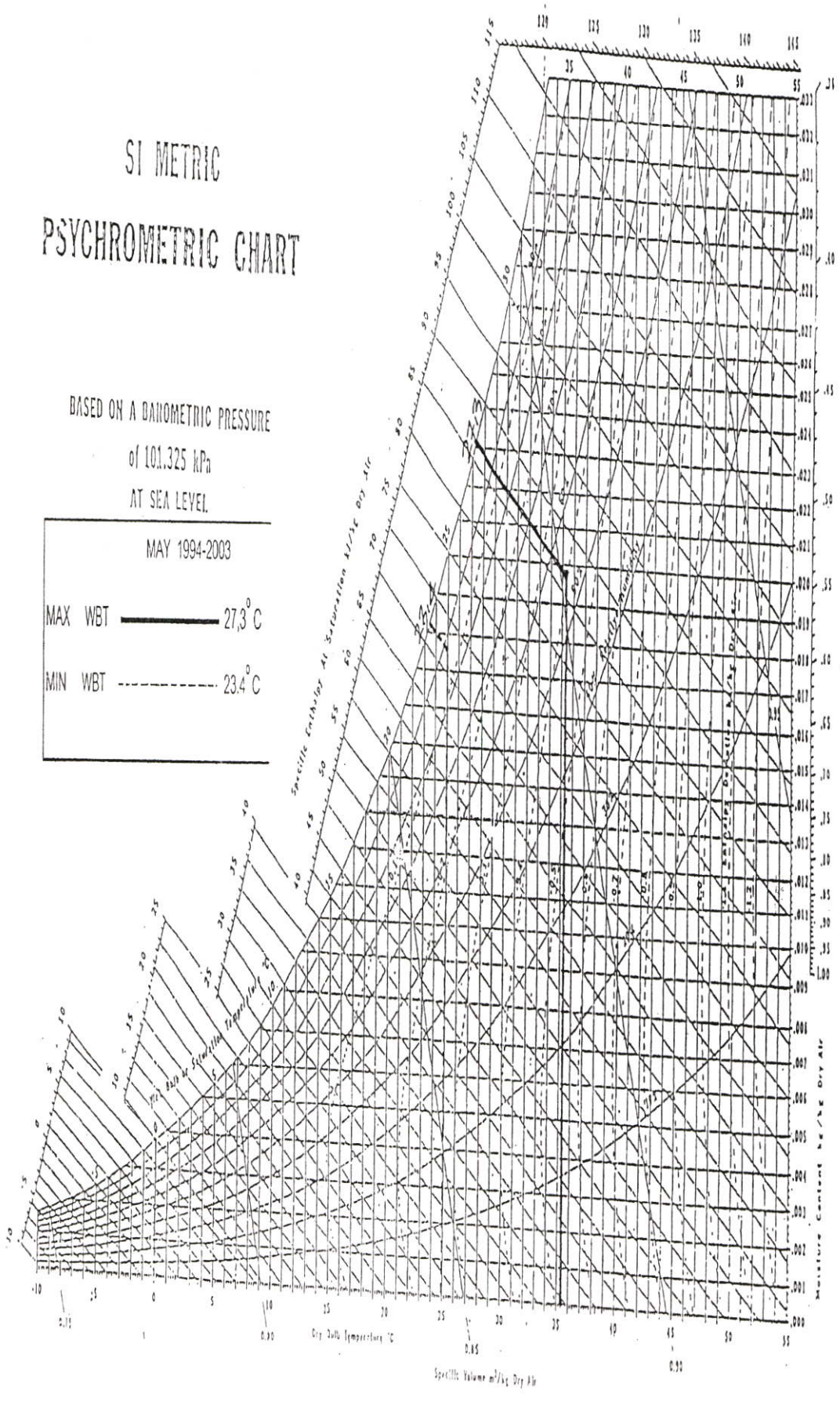
Phychromatic Chart หา MAX WBT, MIN WBT

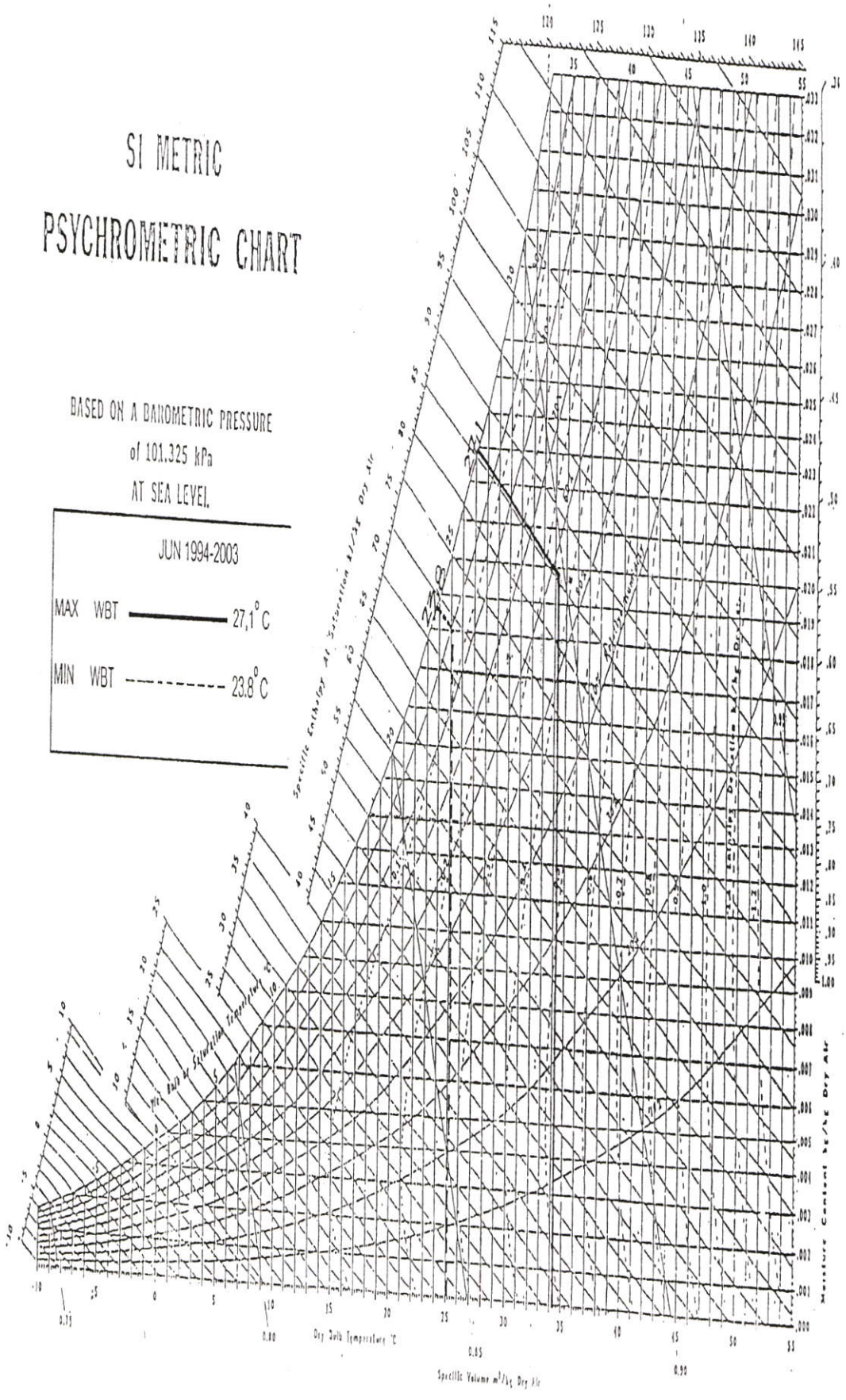

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL.
JAN 1994-2003
MAX WBT 22.6°C
MIN WBT 17.5°C
Dry-bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air

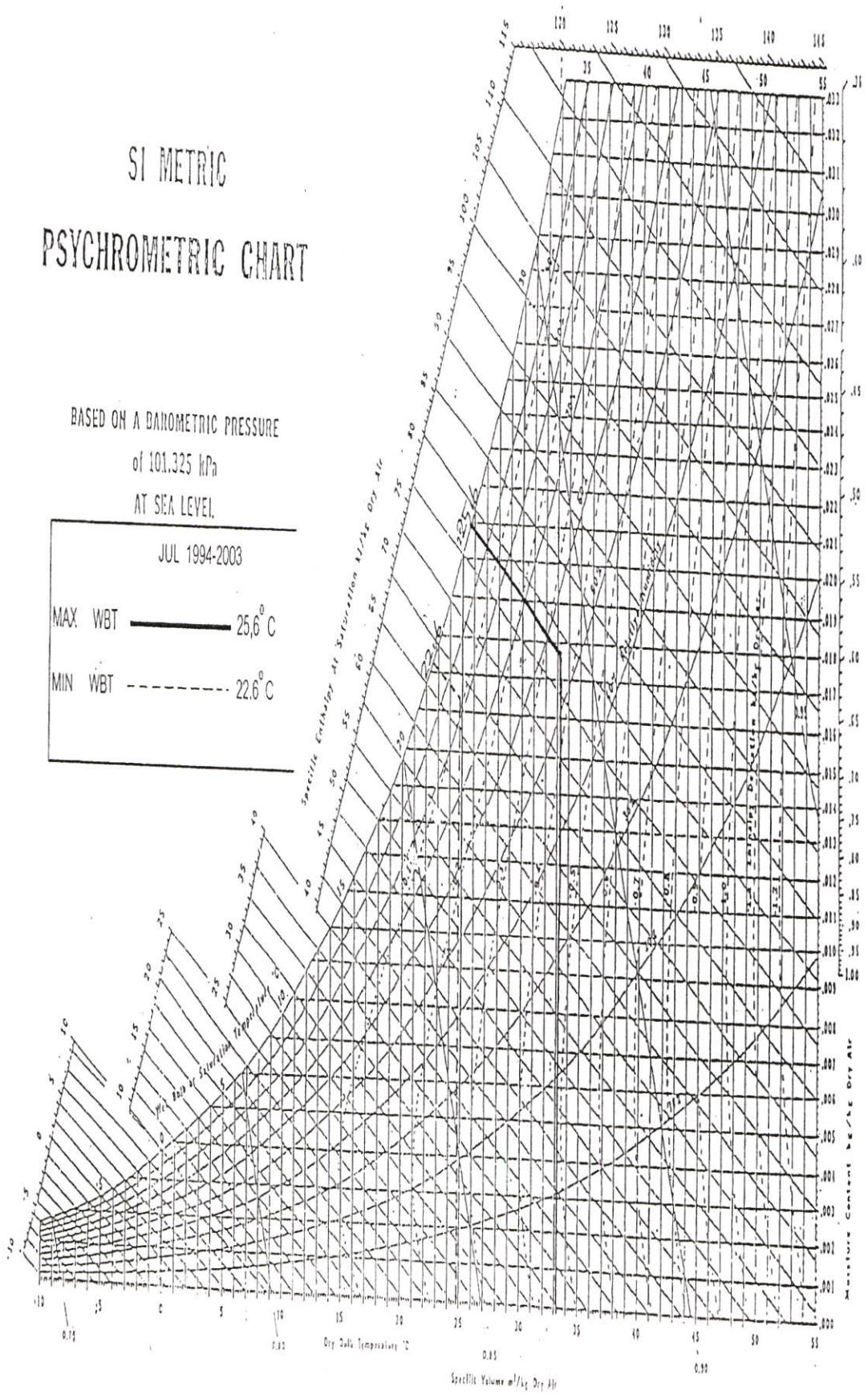

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
FEB 1994-2003
MAX WBT 23°C
MIN WBT 18.6°C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air

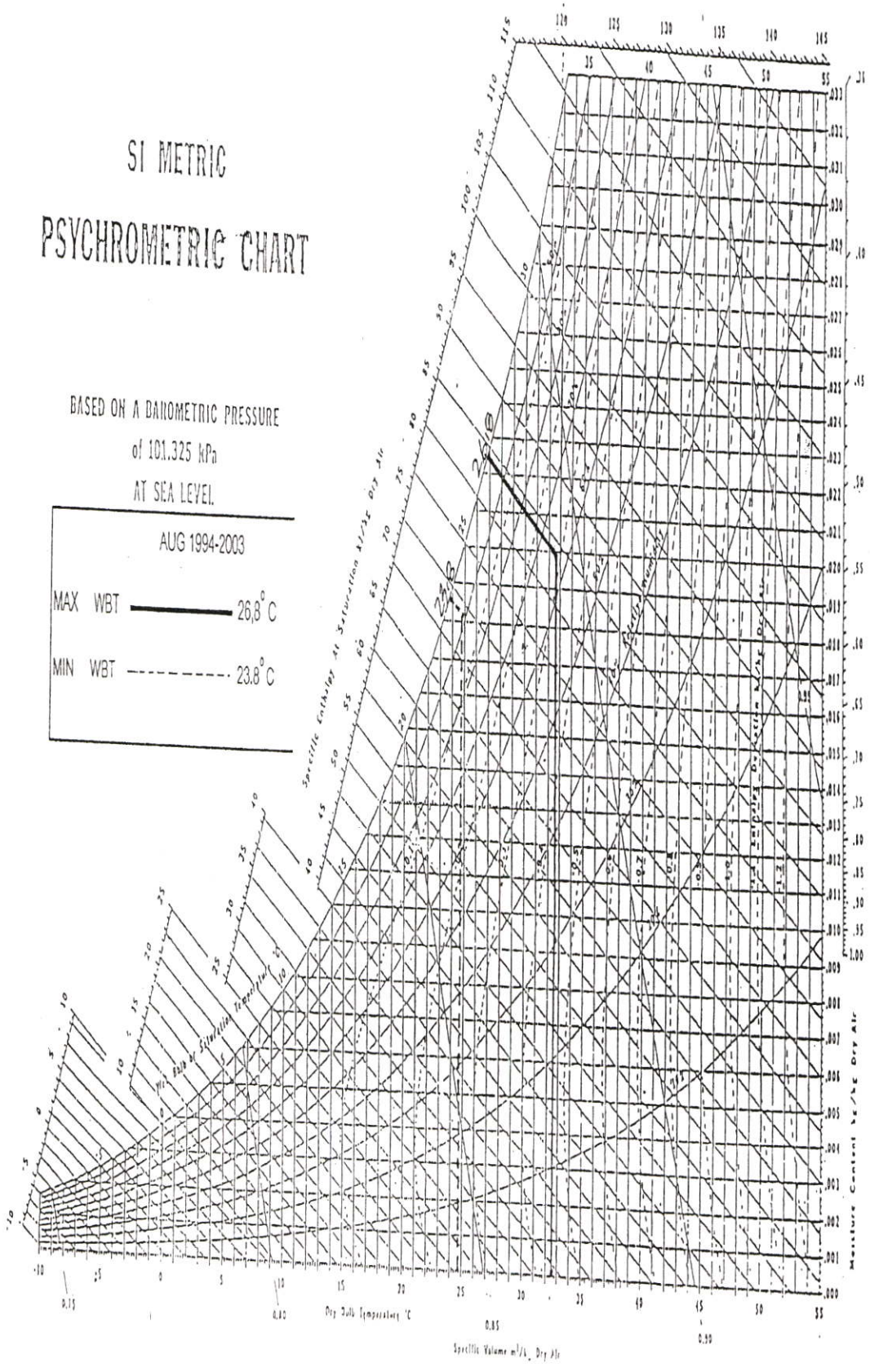

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
MAR 1994-2003
MAX WBT 25.2°C
MIN WBT 21.1°C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air

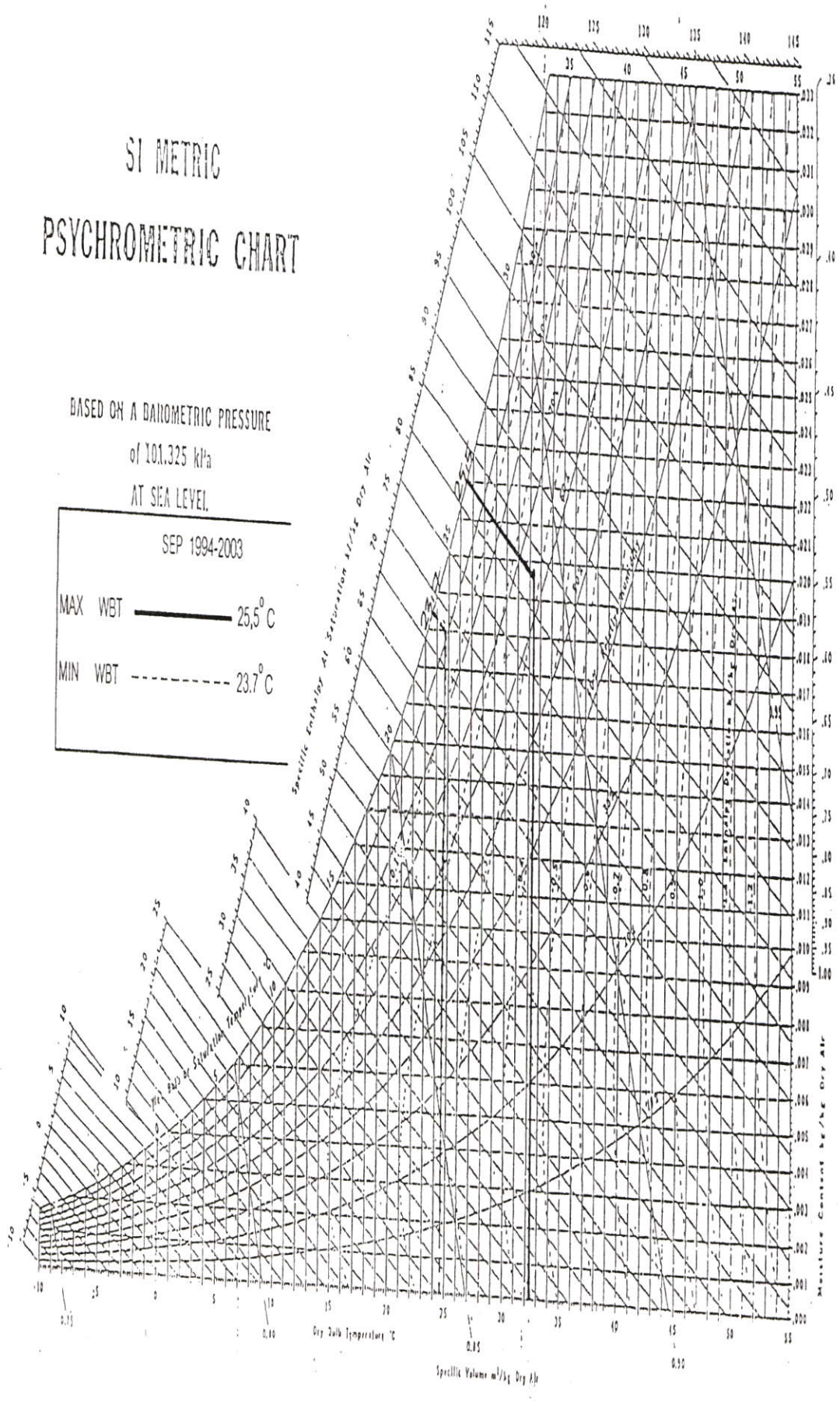

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
APR 1994-2003
MAX WBT 27.3°C
MIN WBT 22.8°C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air

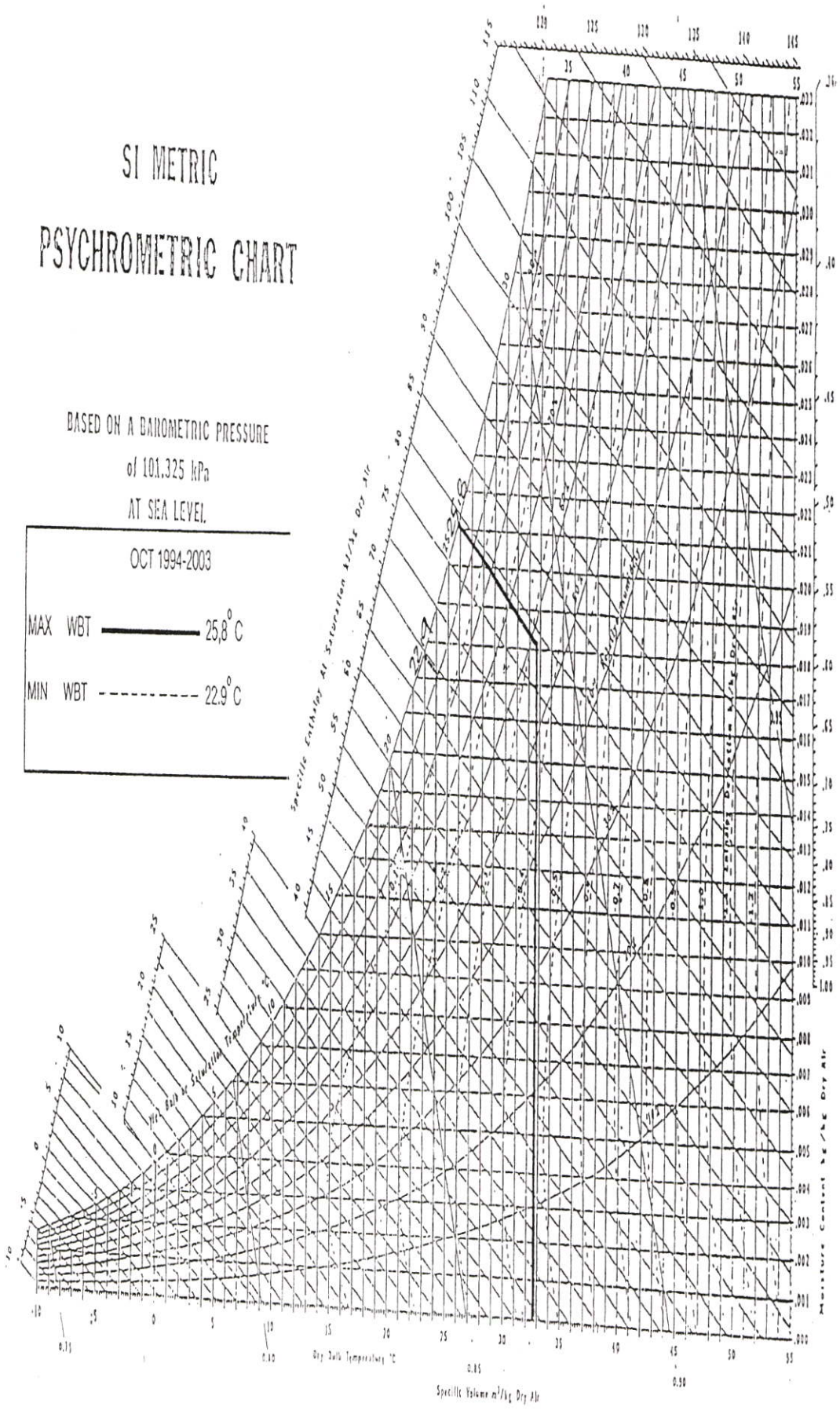

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
MAY 1994-2003
MAX WBT 27,3°C
MIN WBT 23.4°C

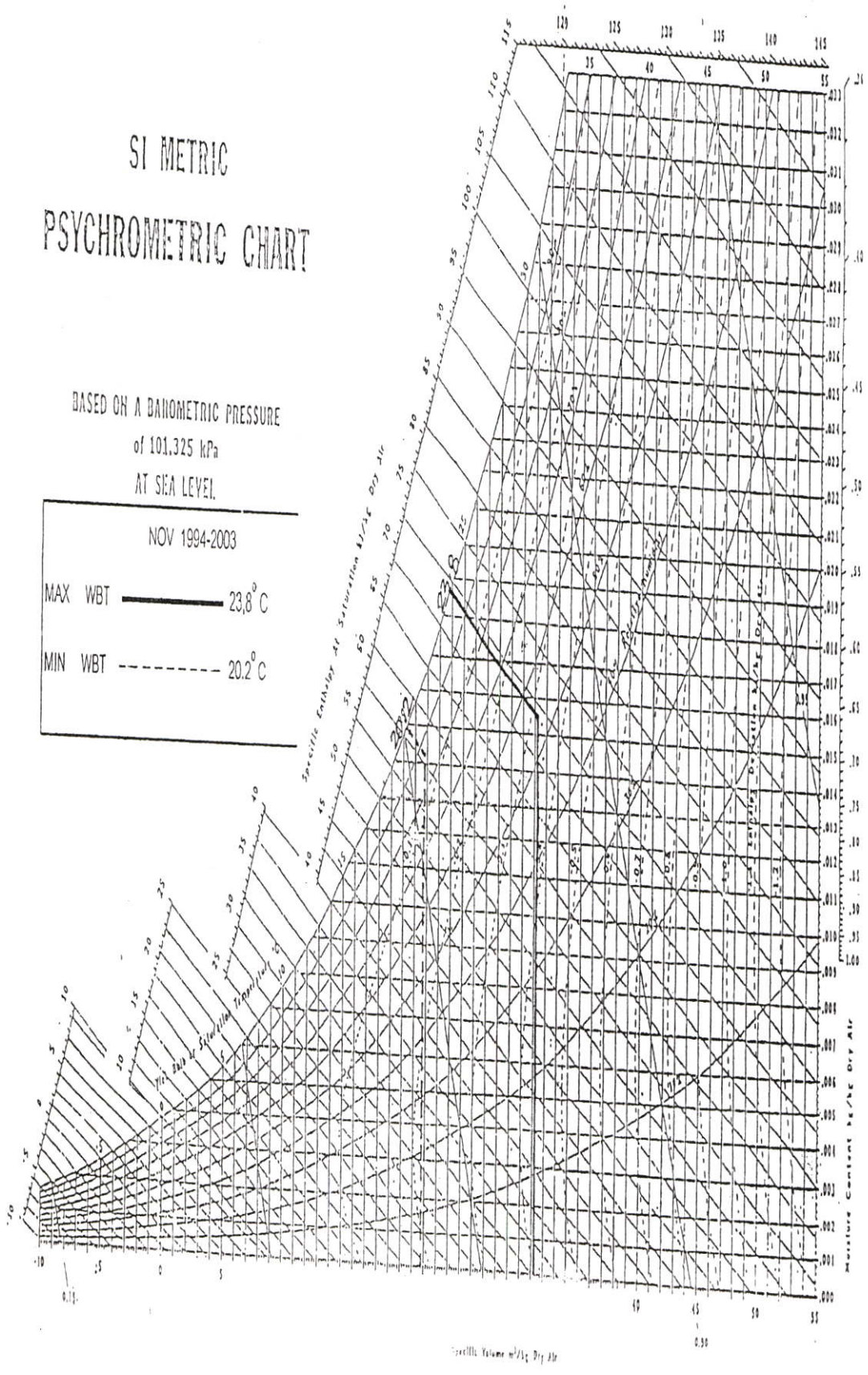

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
JUN 1994-2003
MAX WBT 27,1°C
MIN WBT 23.8°C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air

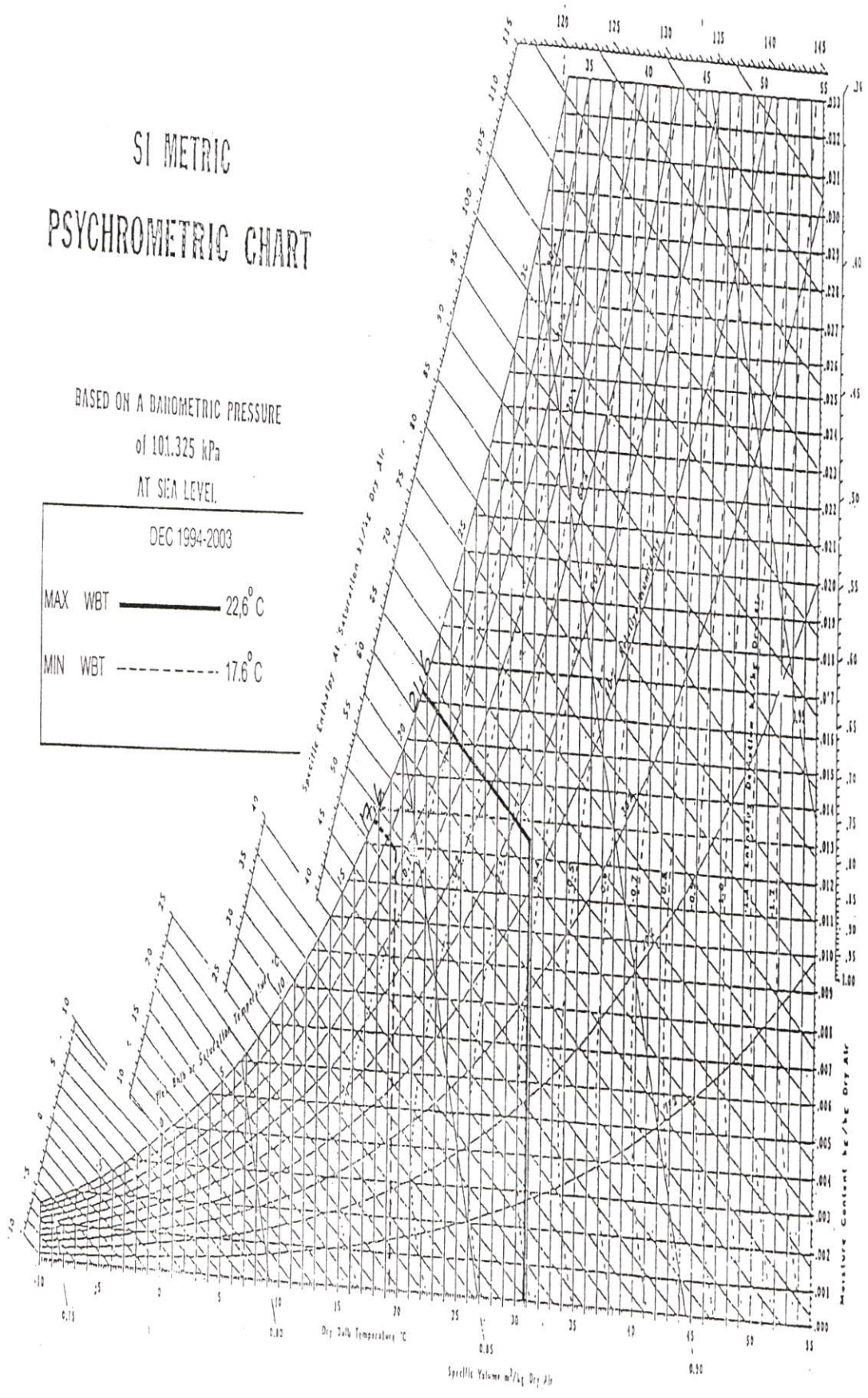

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
JUL 1994-2003
MAX WBT 25.6° C
MIN WBT 22.6° C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air


SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
AUG 1994-2003
MAX WBT 26.8°C
MIN WBT 23.8°C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air


SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
SEP 1994-2003
MAX WBT 25.5°C
MIN WBT 23.7°C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air

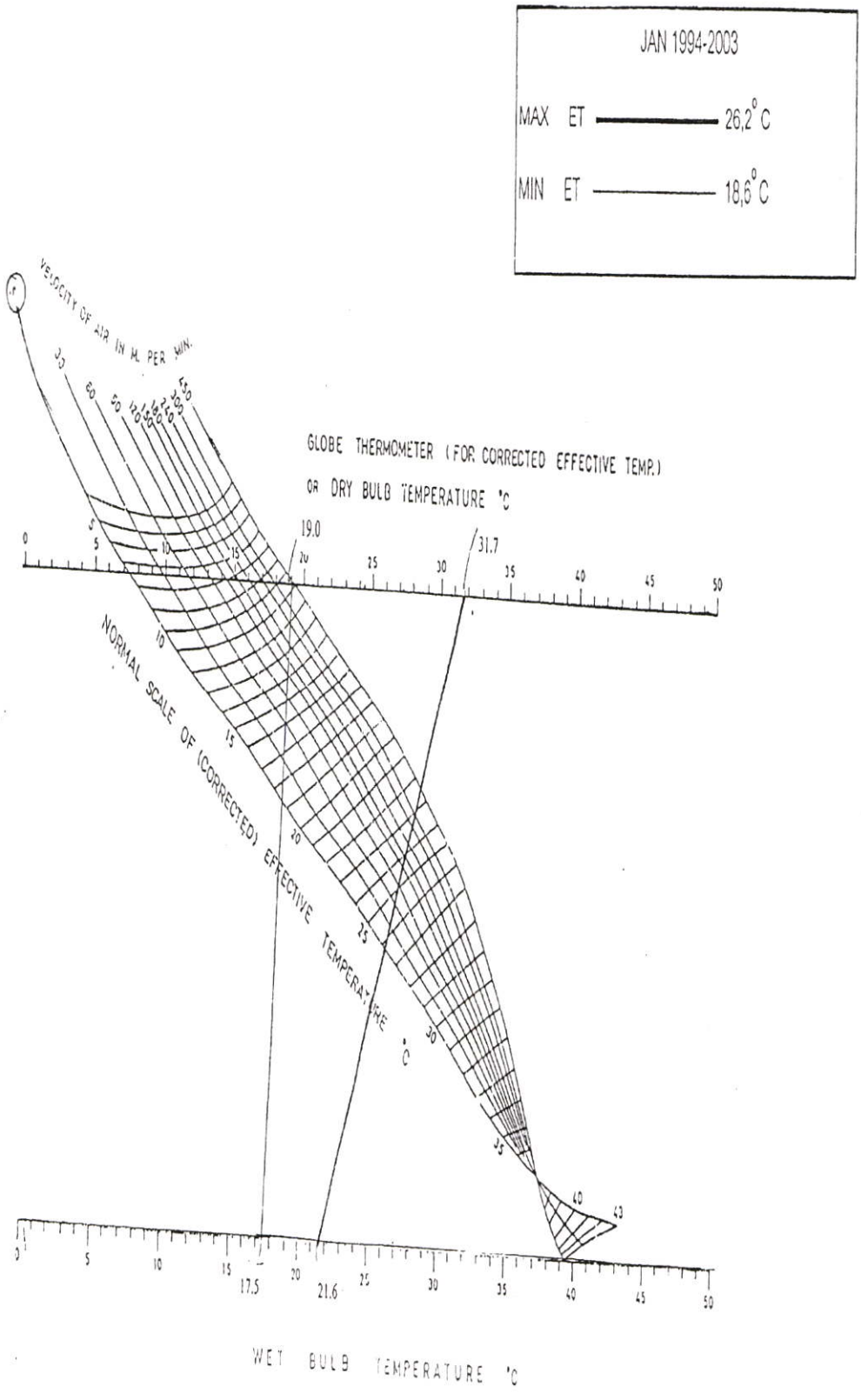

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
OCT 1994-2003
MAX WBT 25,8° C
MIN WBT 22,9° C
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air
Moisture Content kg/kg Dry Air


SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
NOV 1994-2003
MAX WBT 23,8° C
MIN WBT 20,2° C

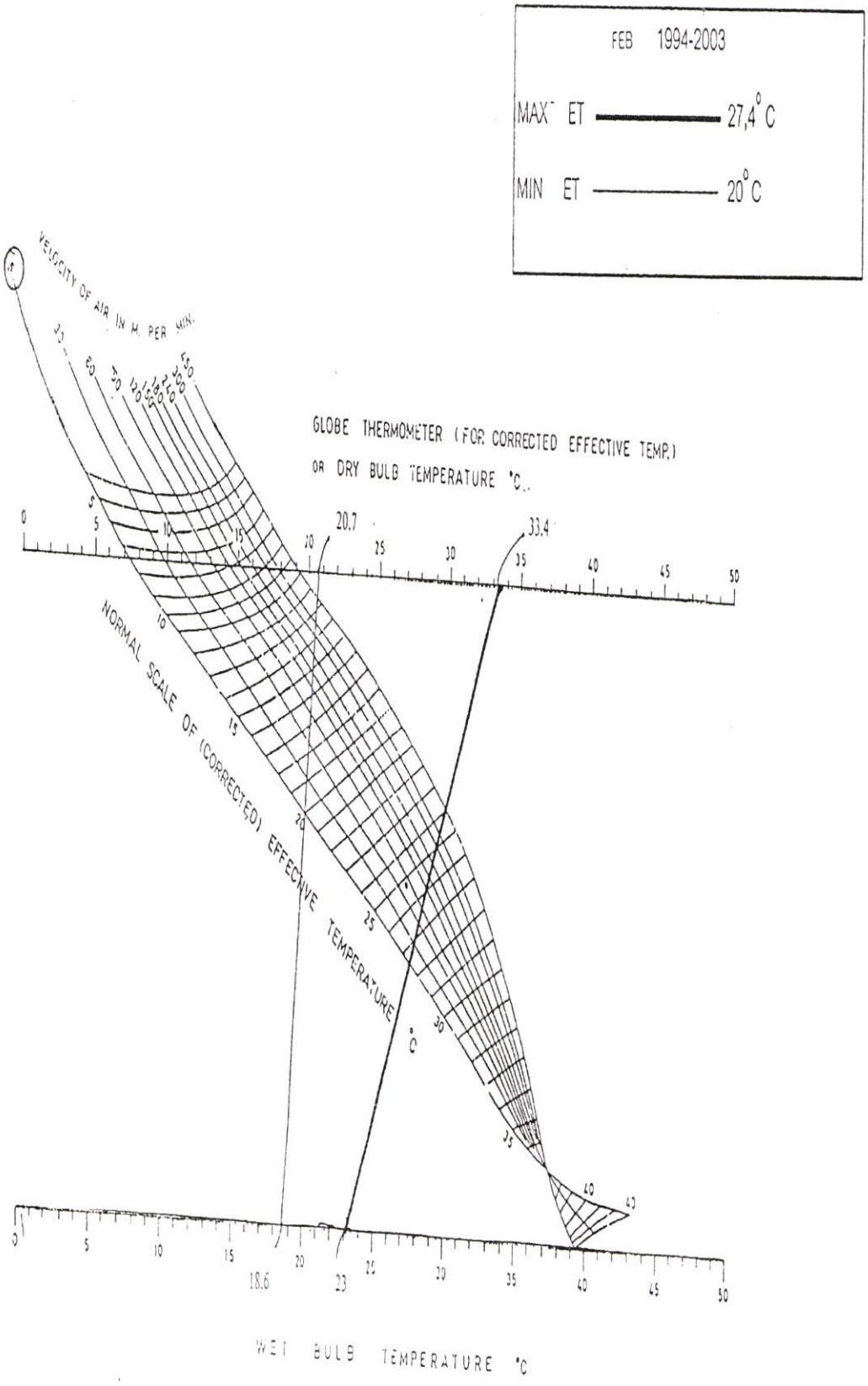

SI METRIC
PSYCHROMETRIC CHART
BASED ON A BAROMETRIC PRESSURE
of 101.325 kPa
AT SEA LEVEL
DEC 1994-2003
MAX WBT 22,6° C
MIN WBT 17.6° C

ภาคผนวก ข

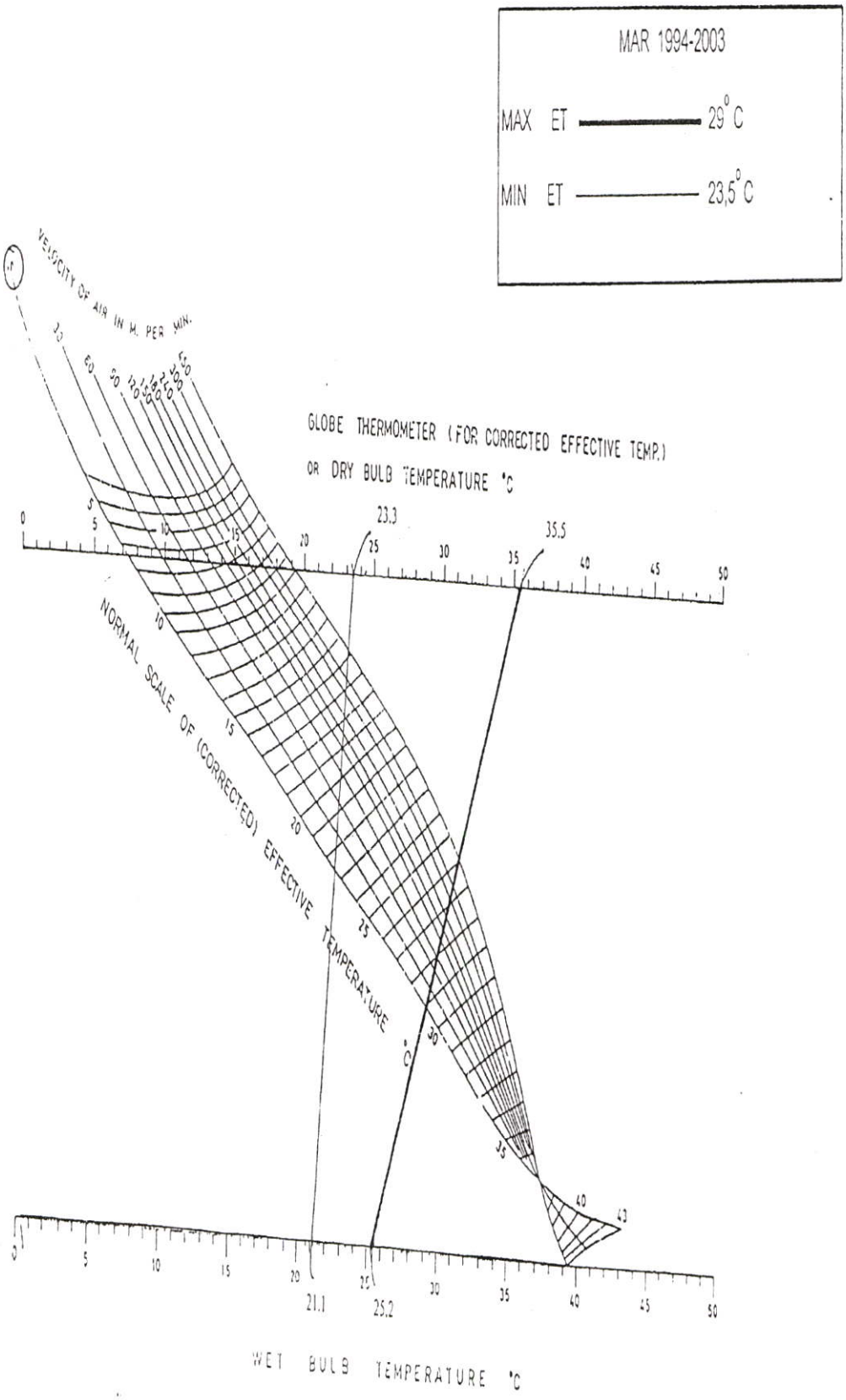
Corrected Effective Temperature



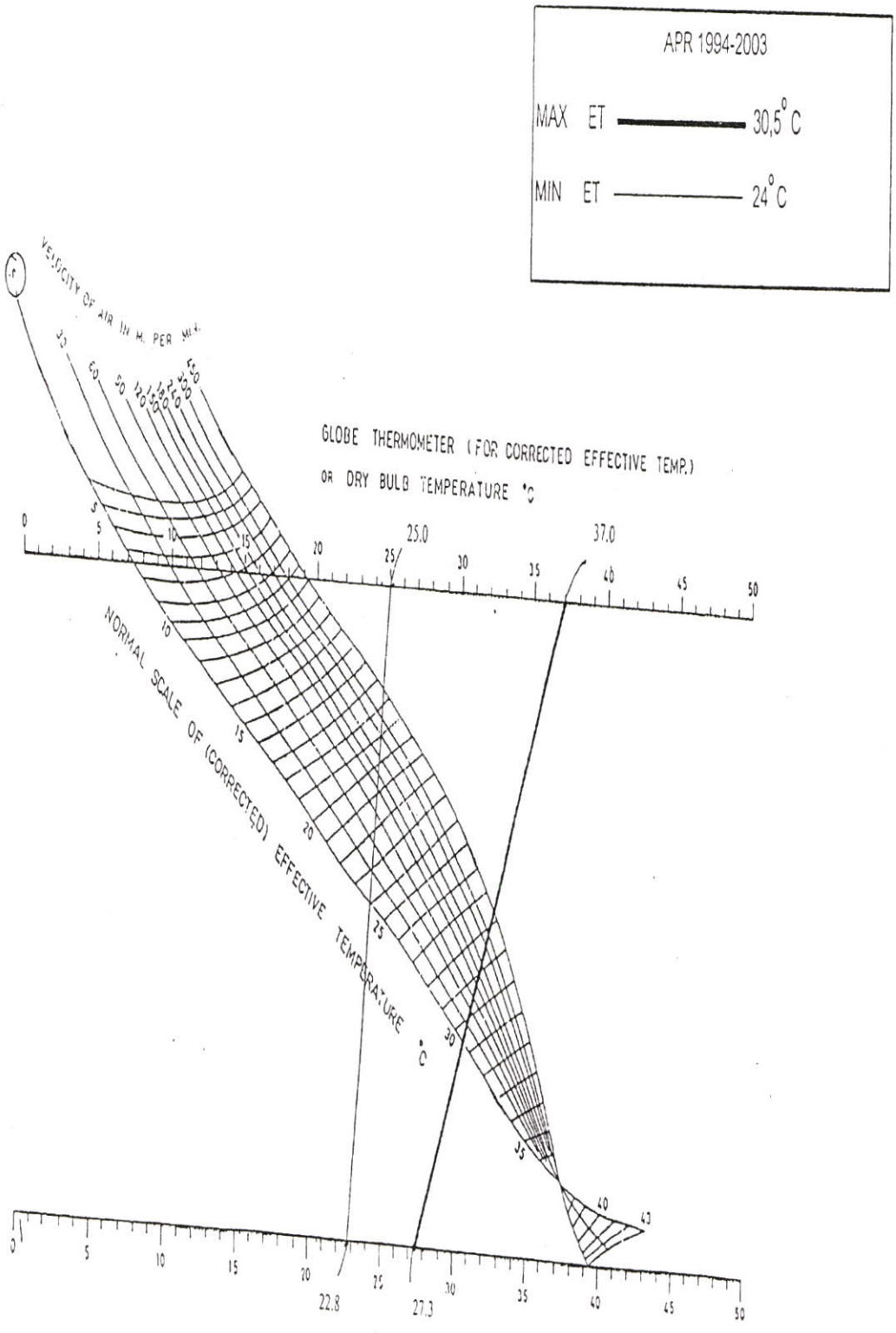
แสดงแผนภูมิสำหรับหาอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



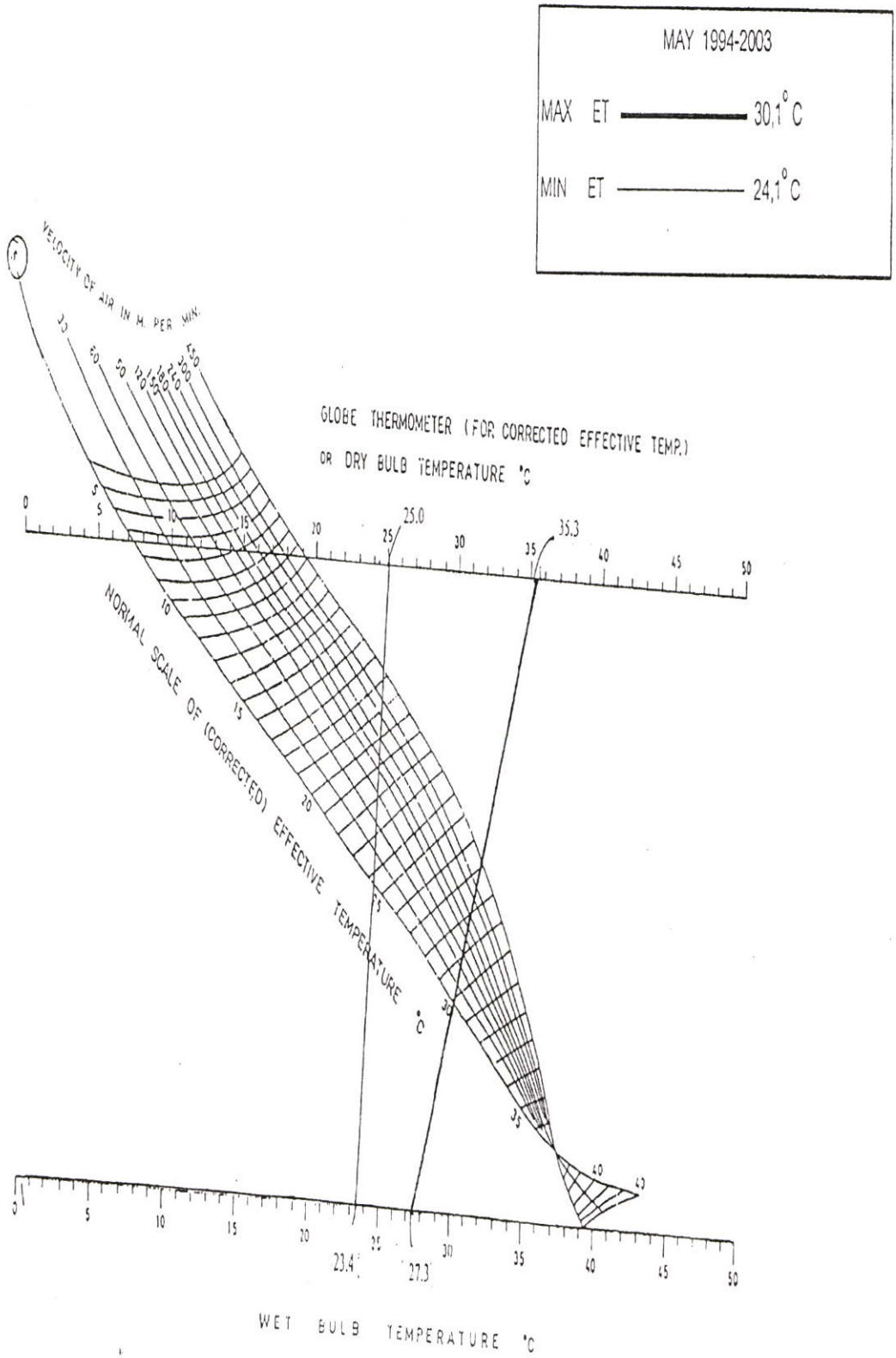
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



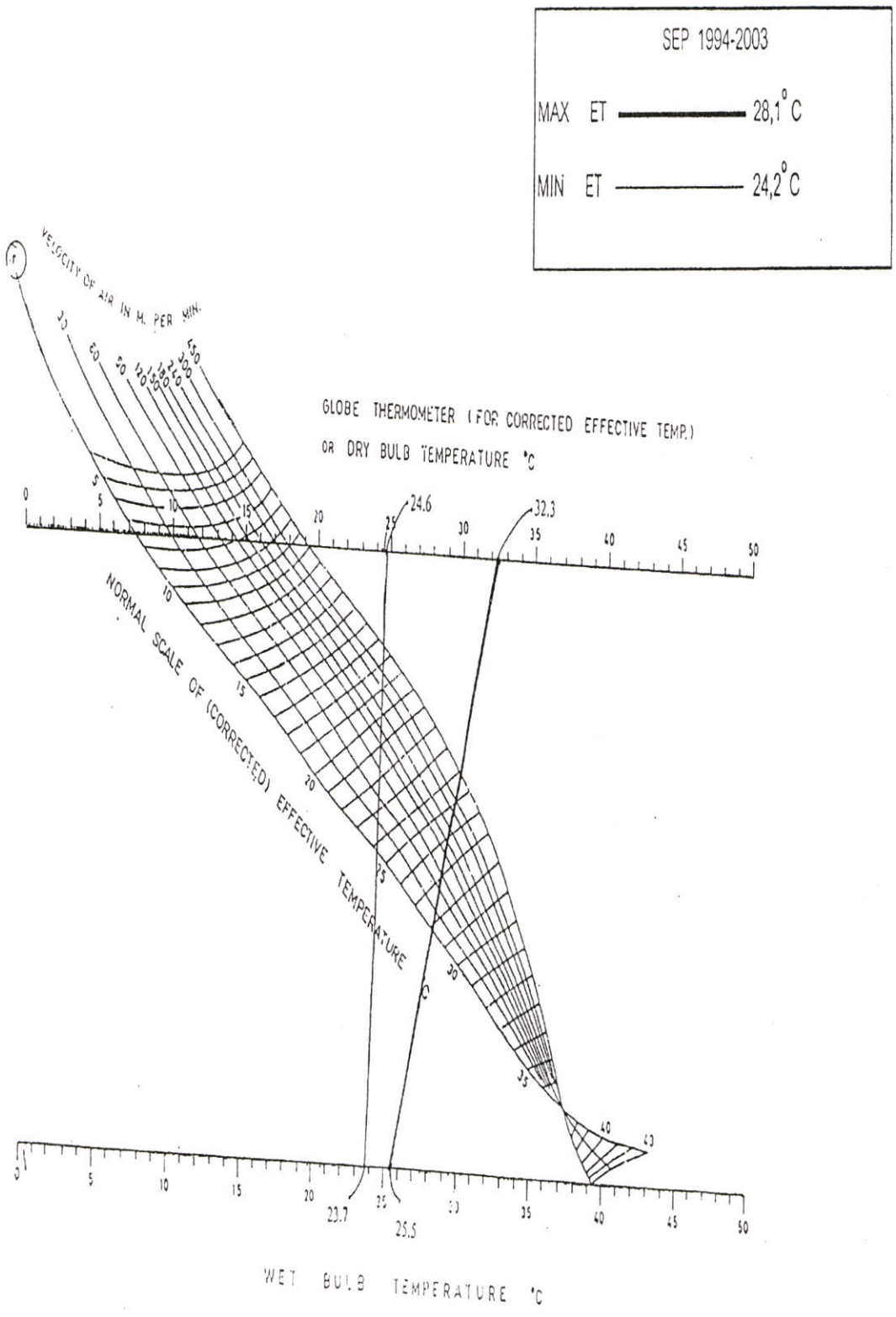
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



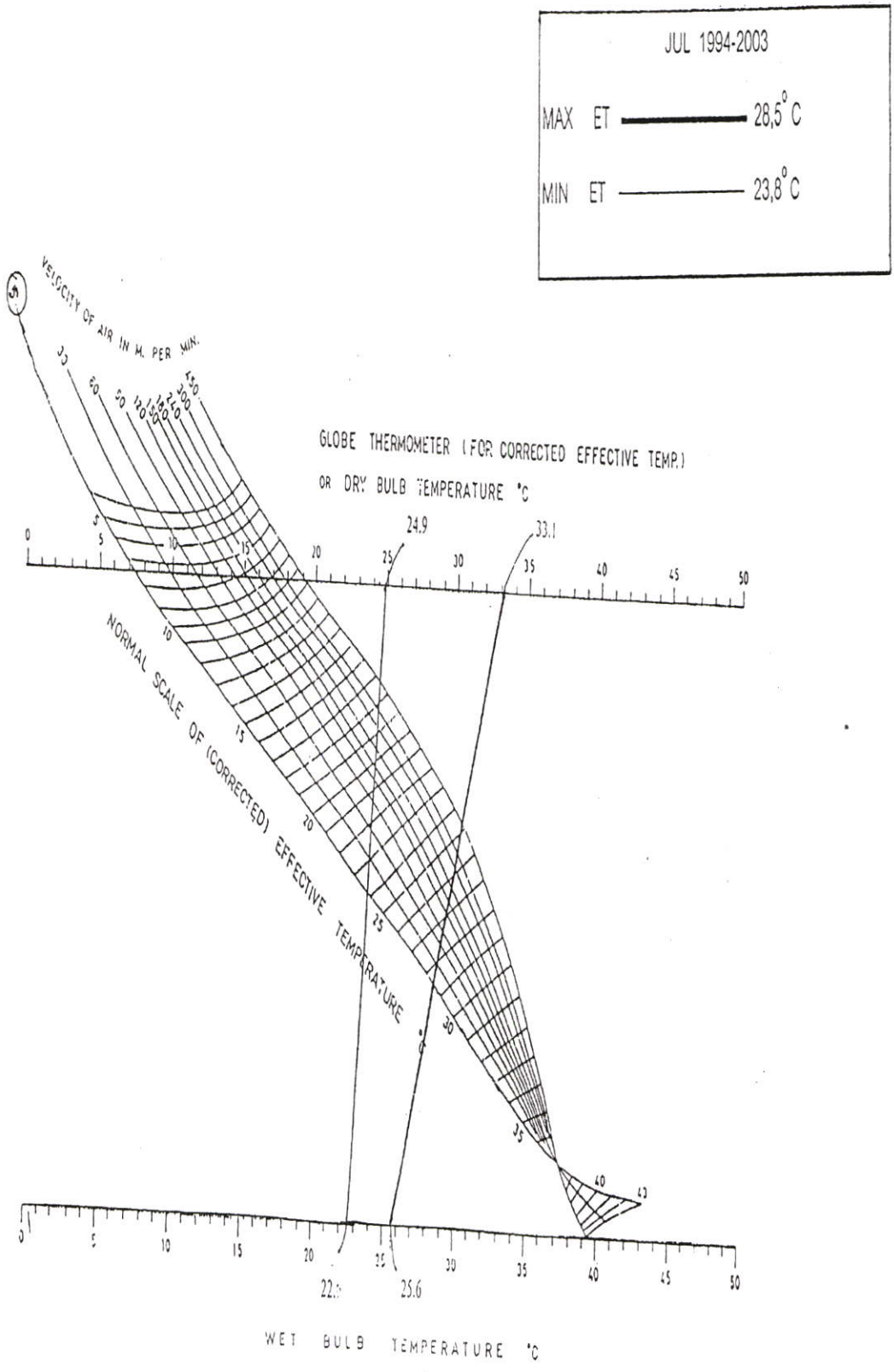
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



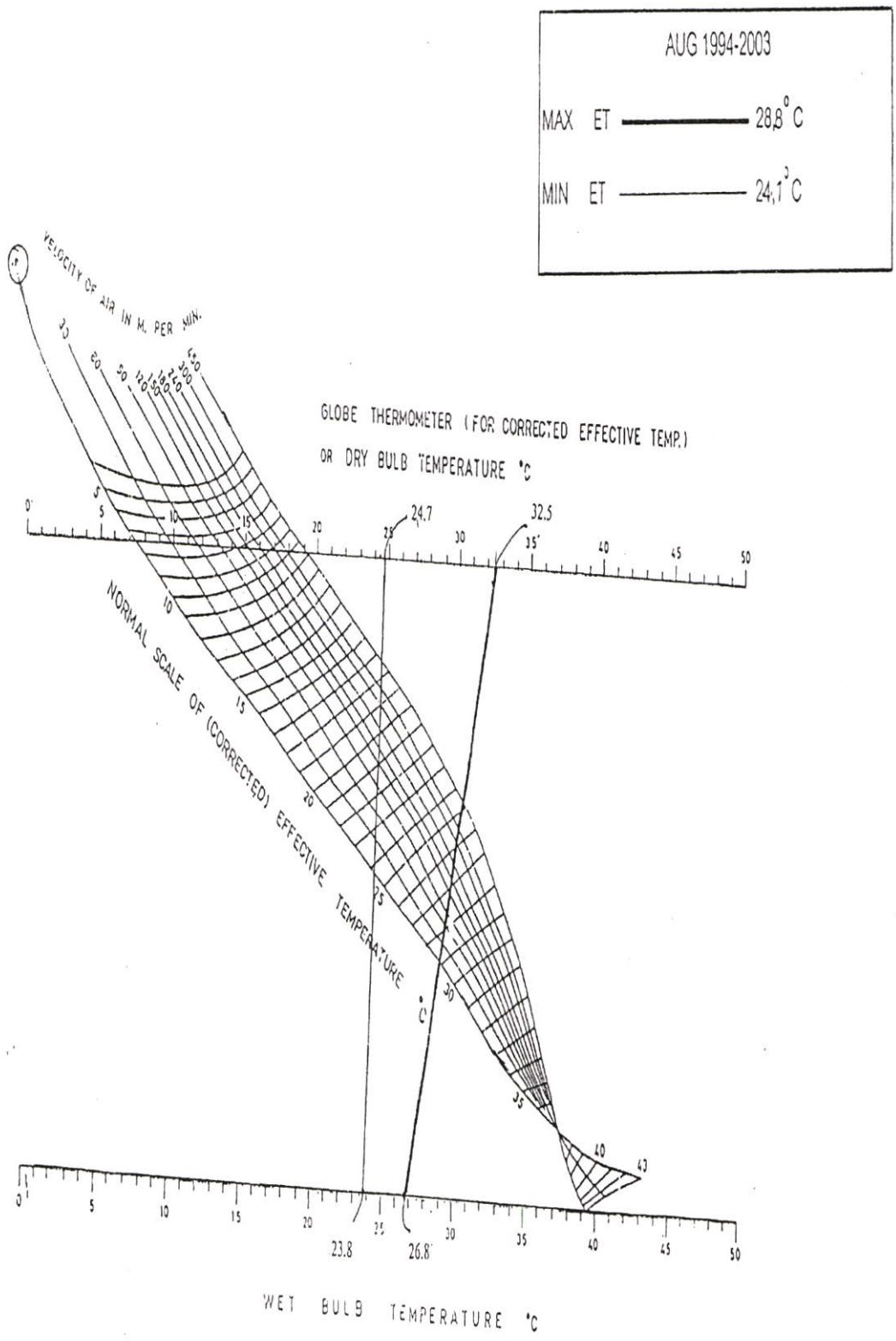
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



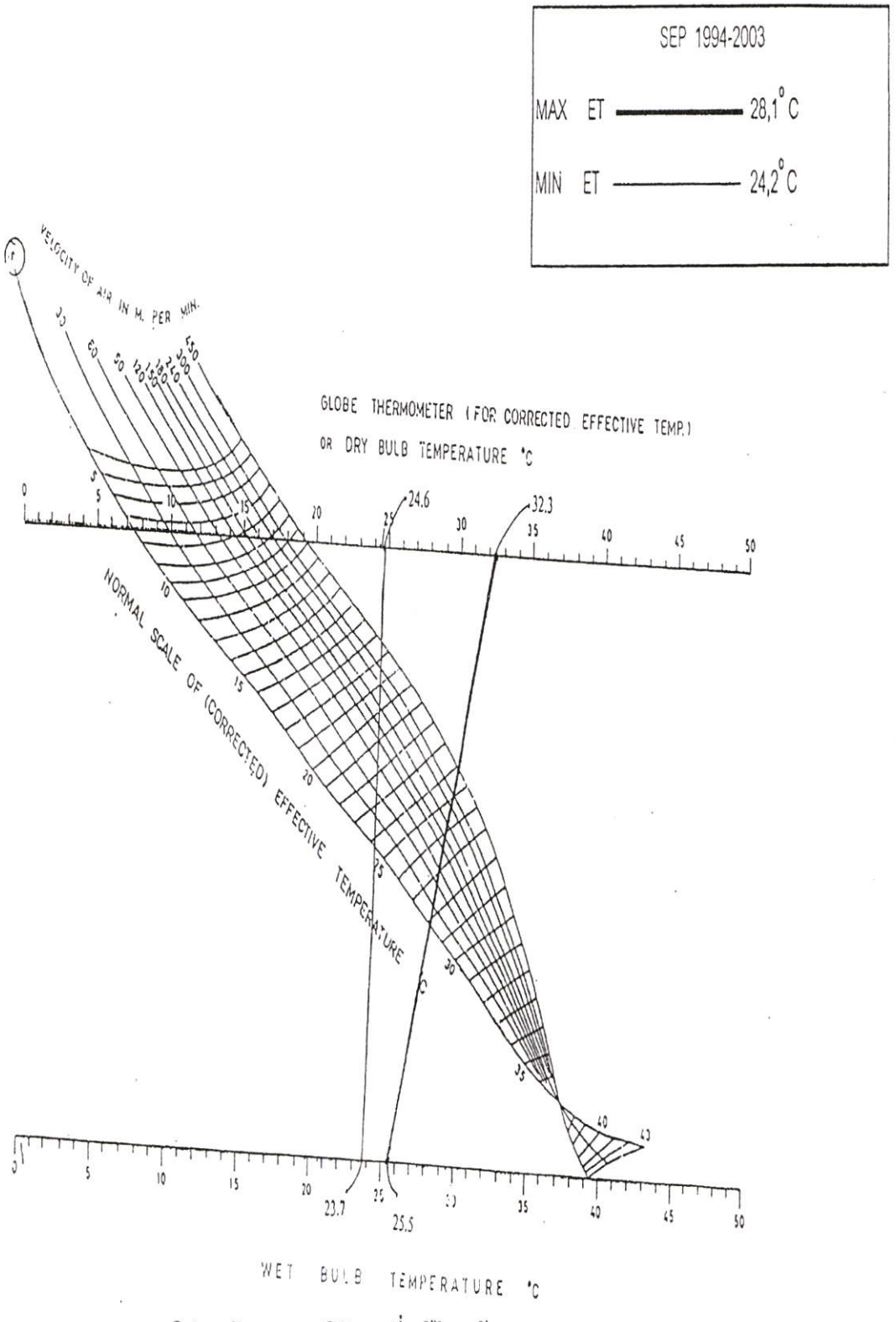
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



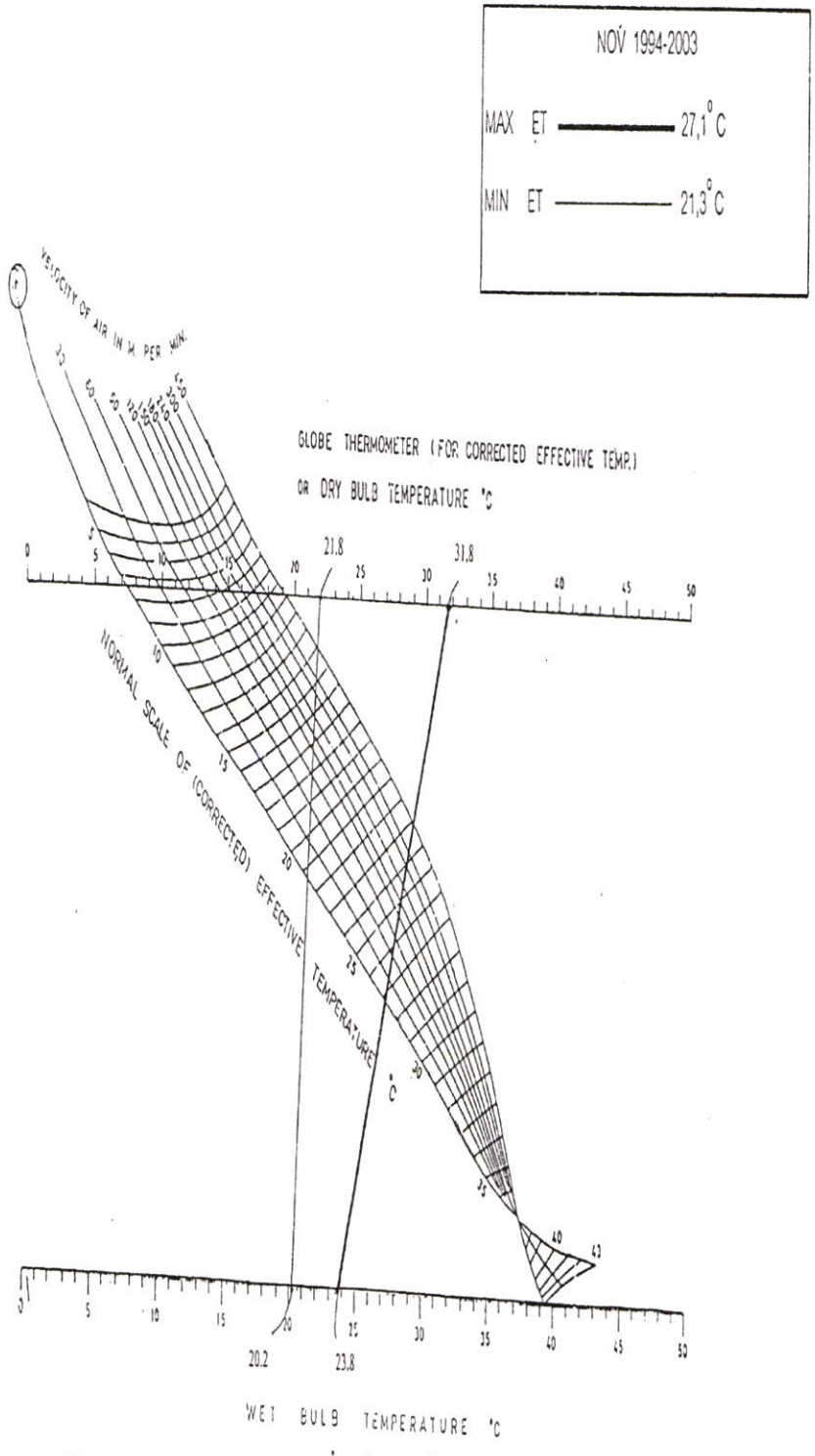
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



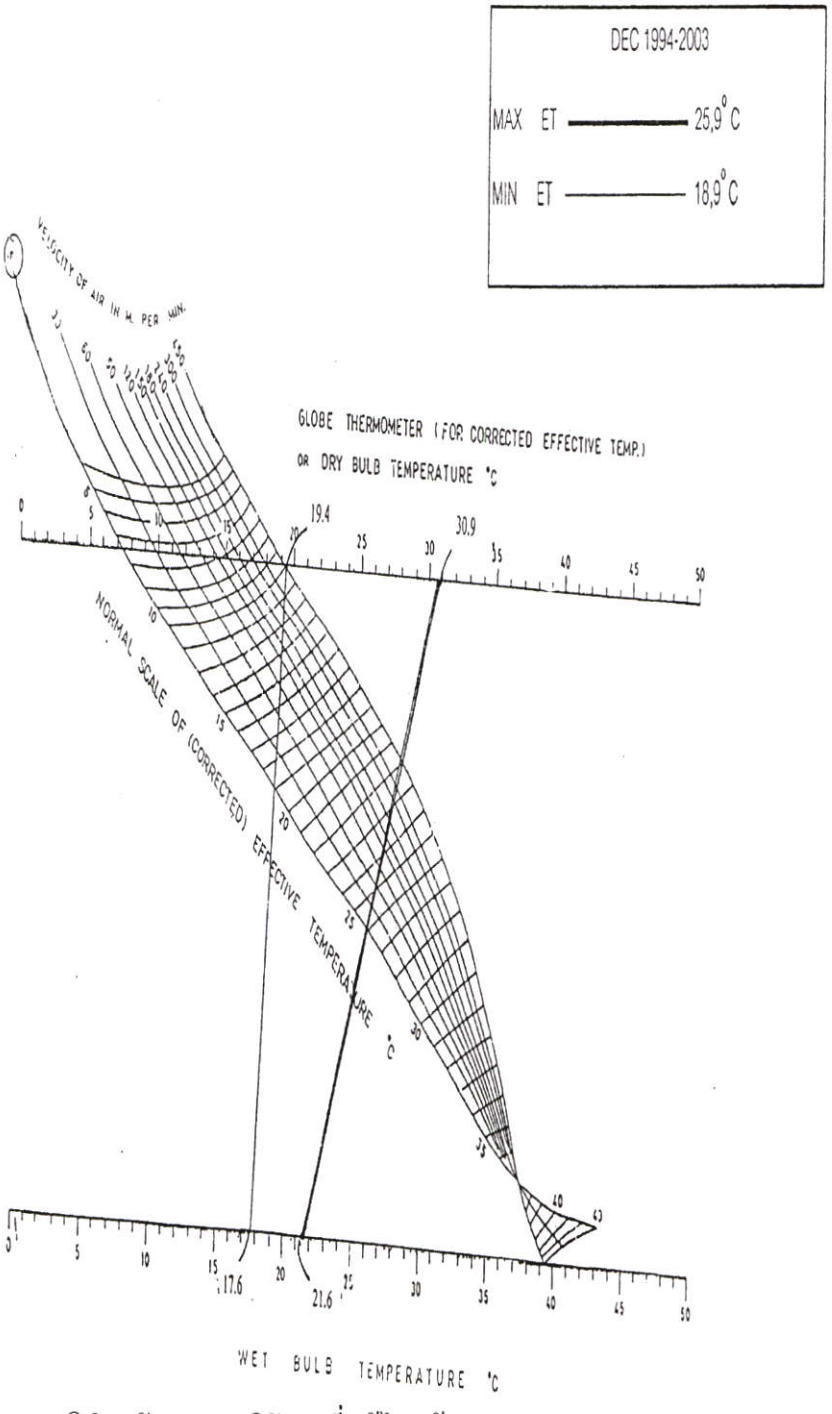
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



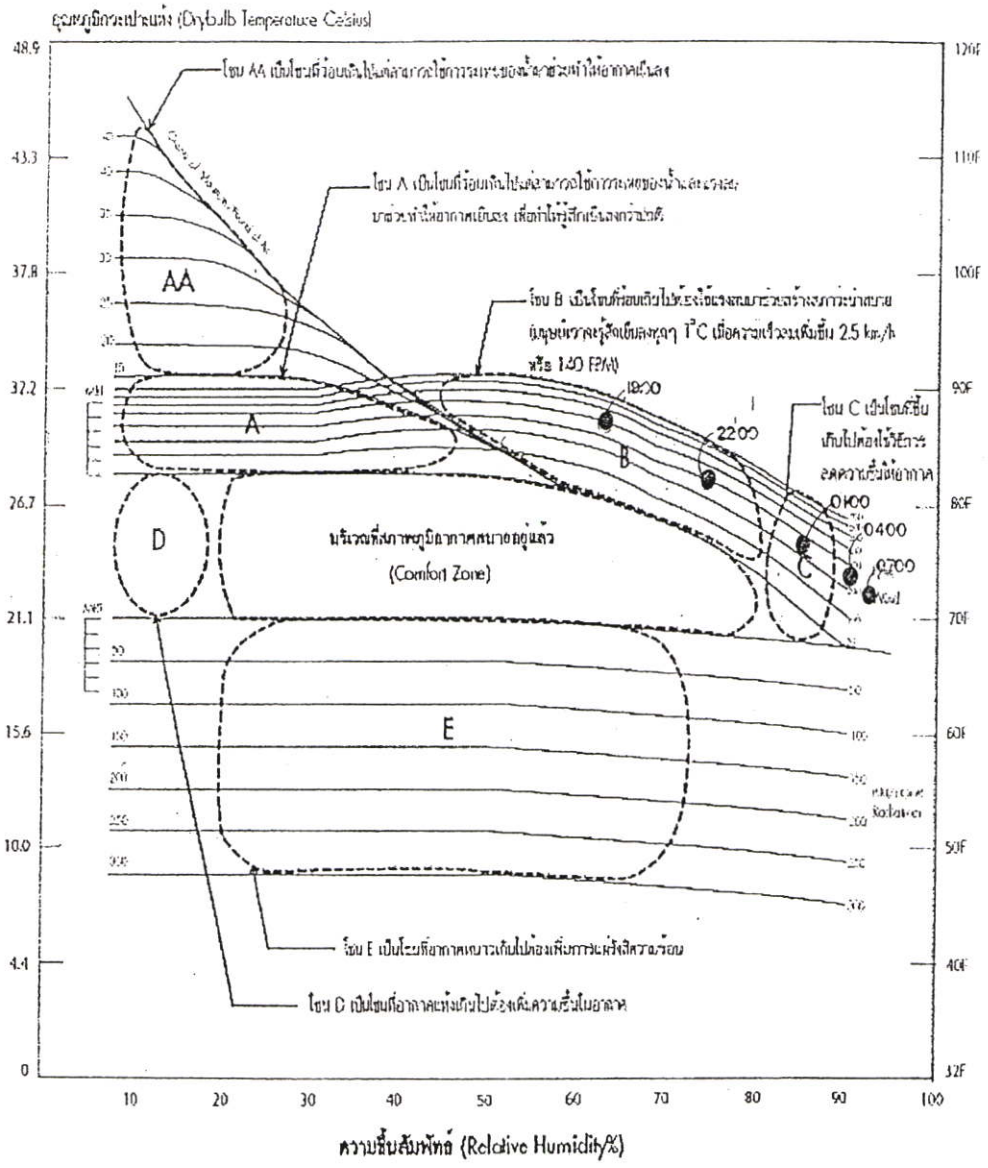
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)



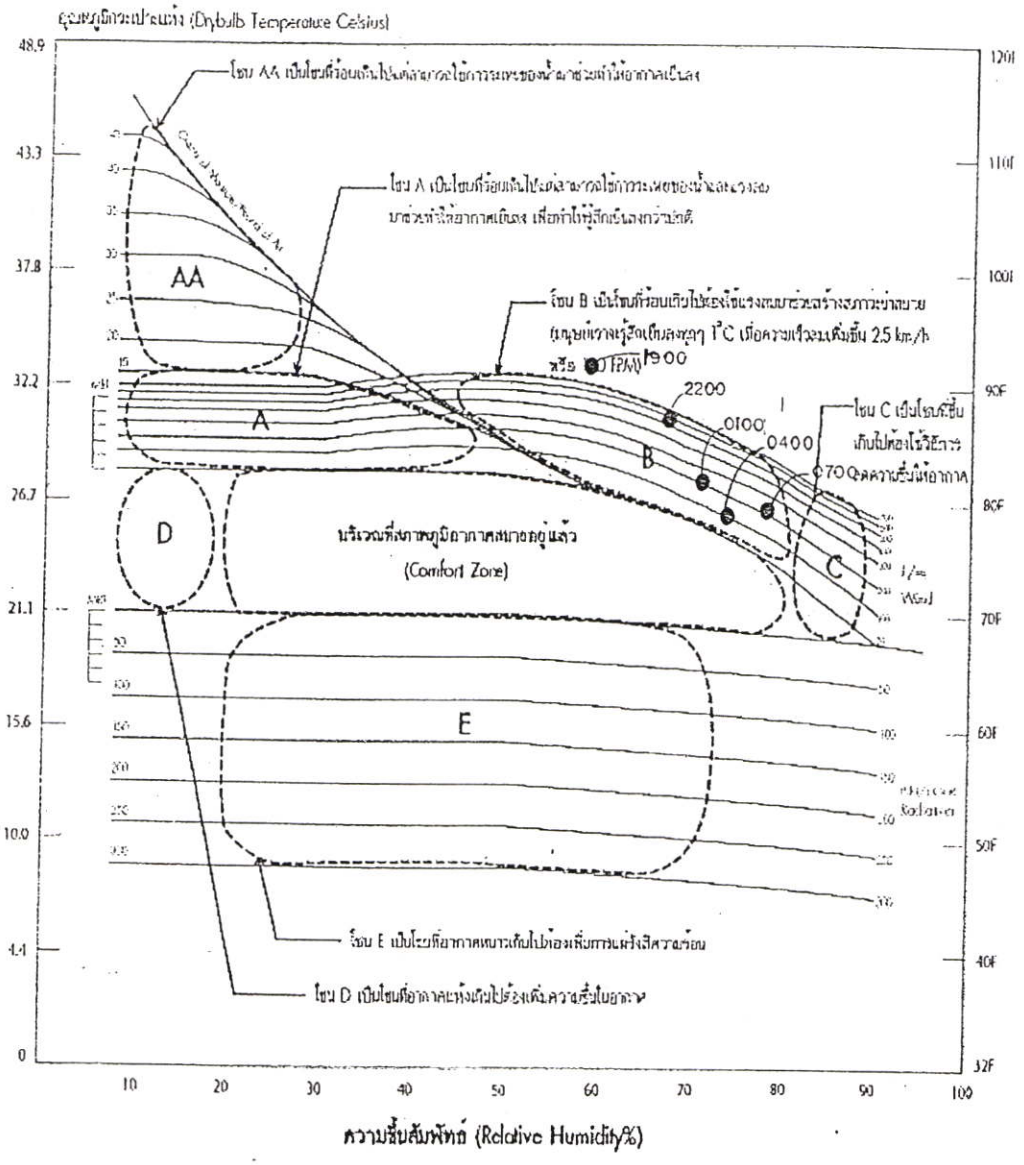
แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิยังผลที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperative)

ภาคผนวก ค

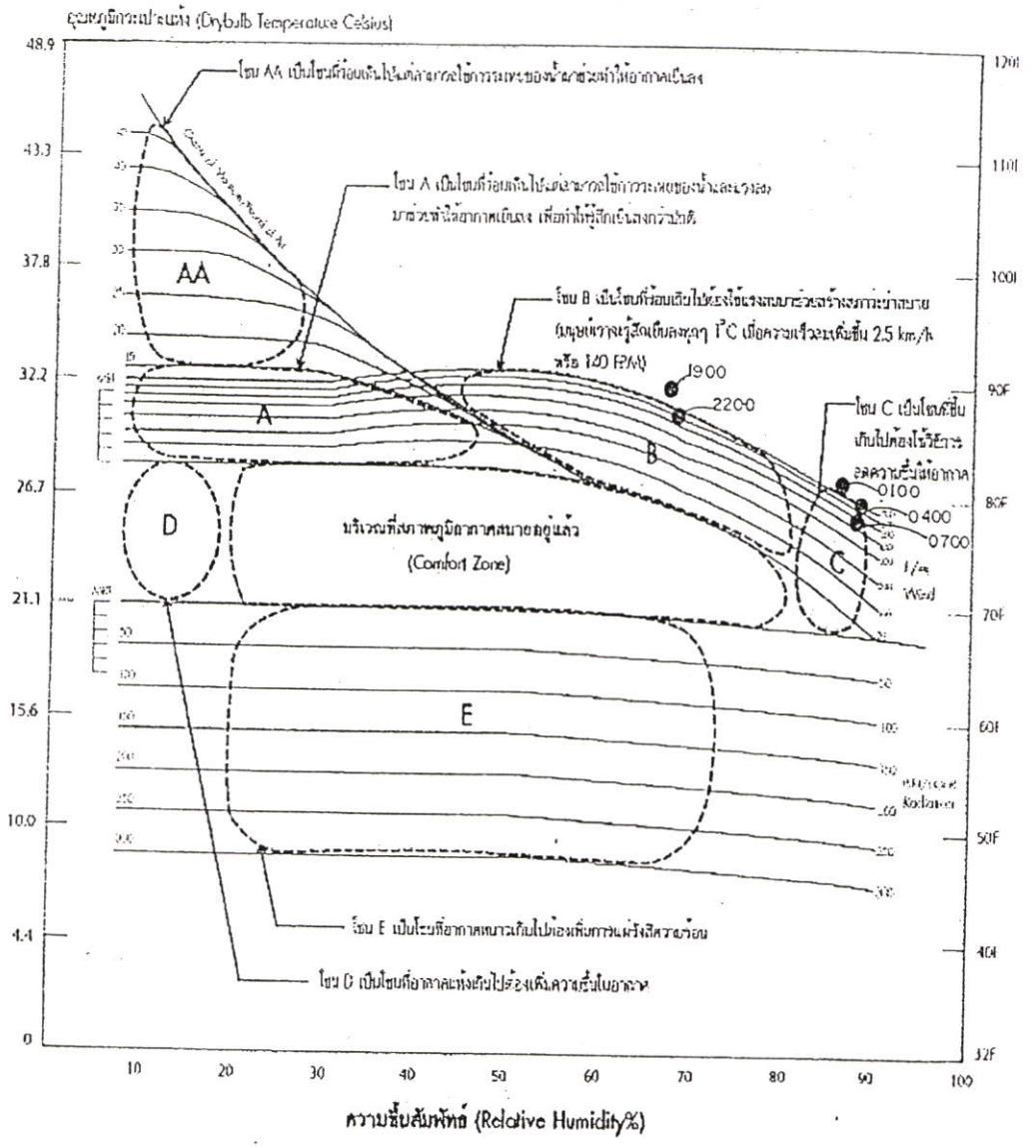
Bioclimatic Chart



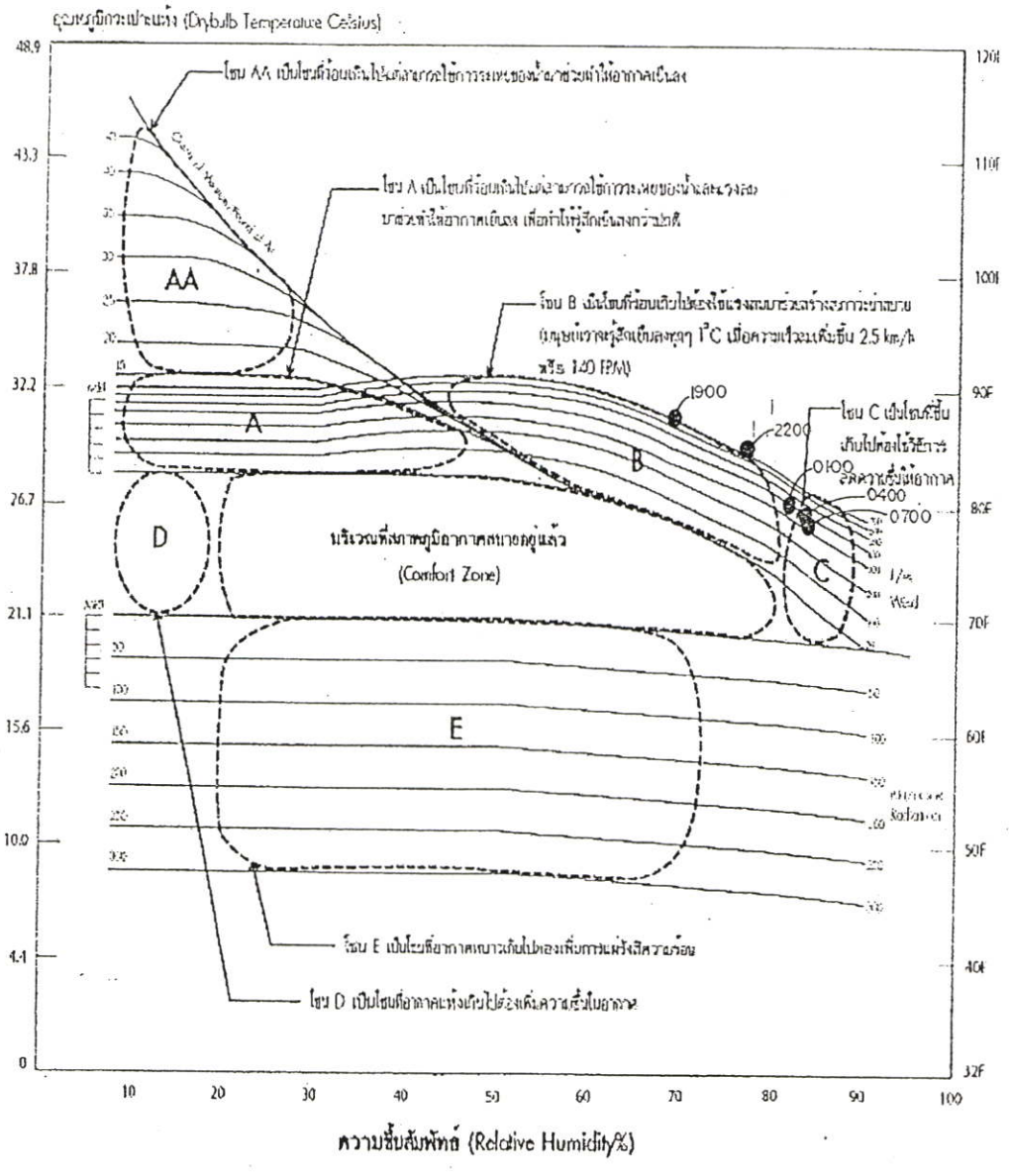
15 มีนาคม 2003



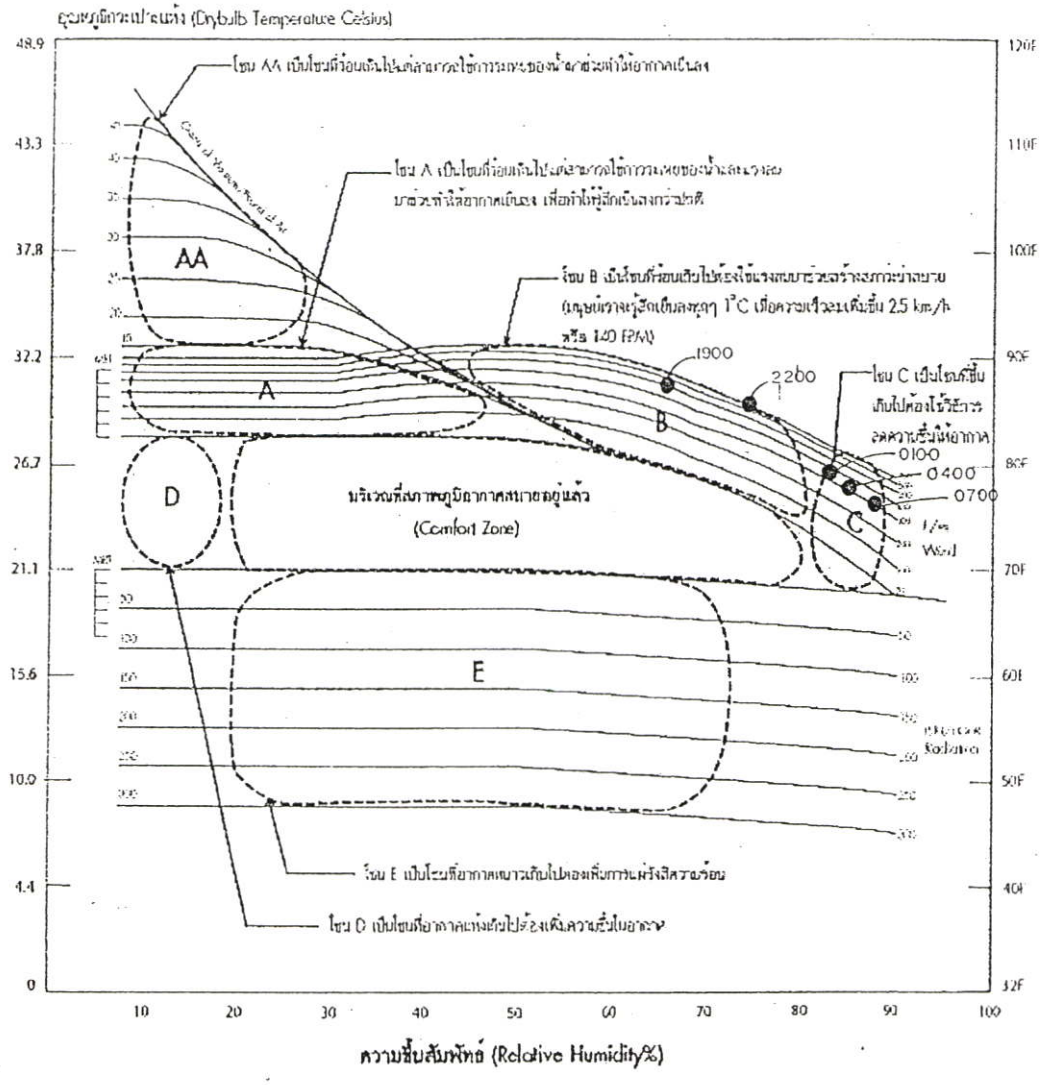
15 เมษายน 2003



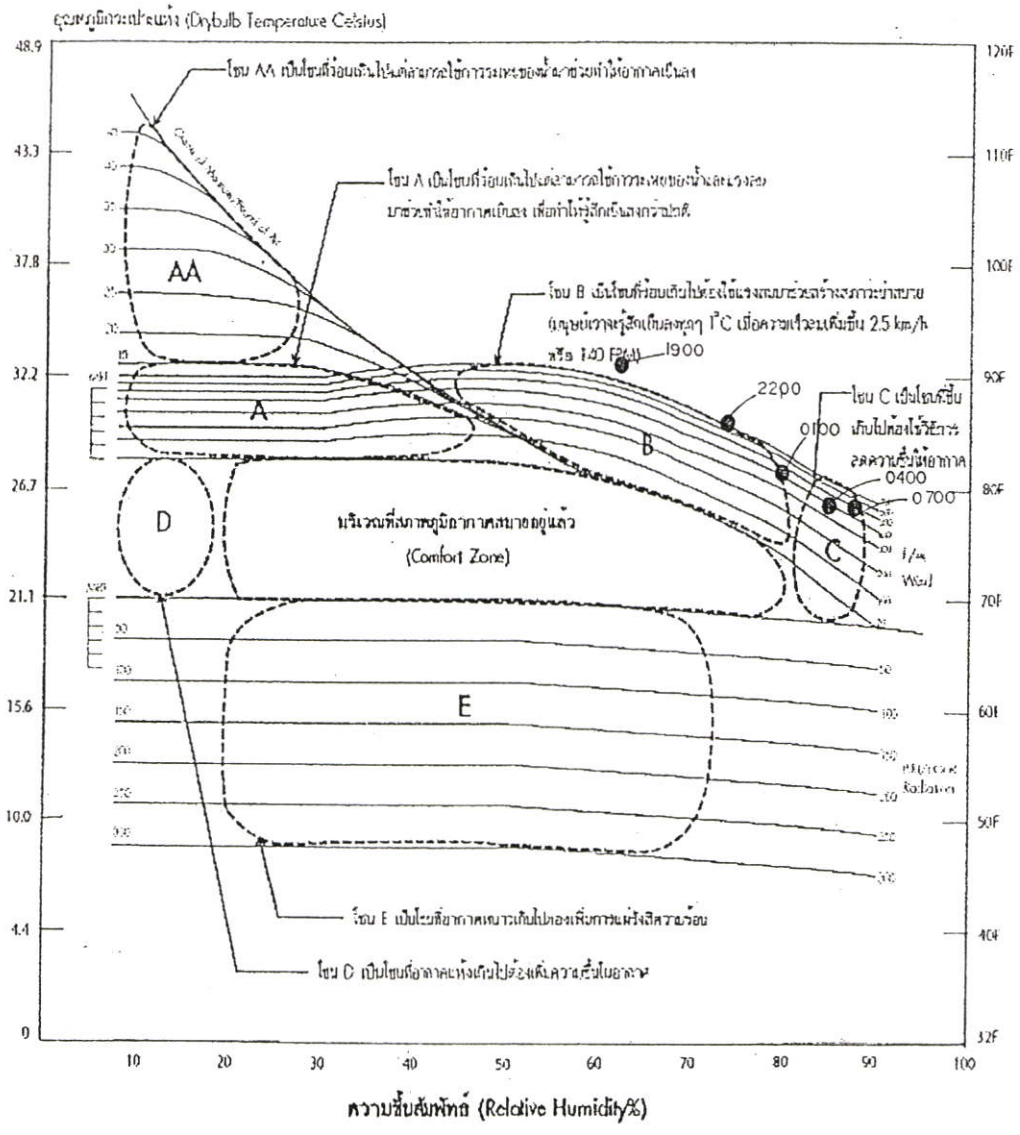
15 พฤษภาคม 2008



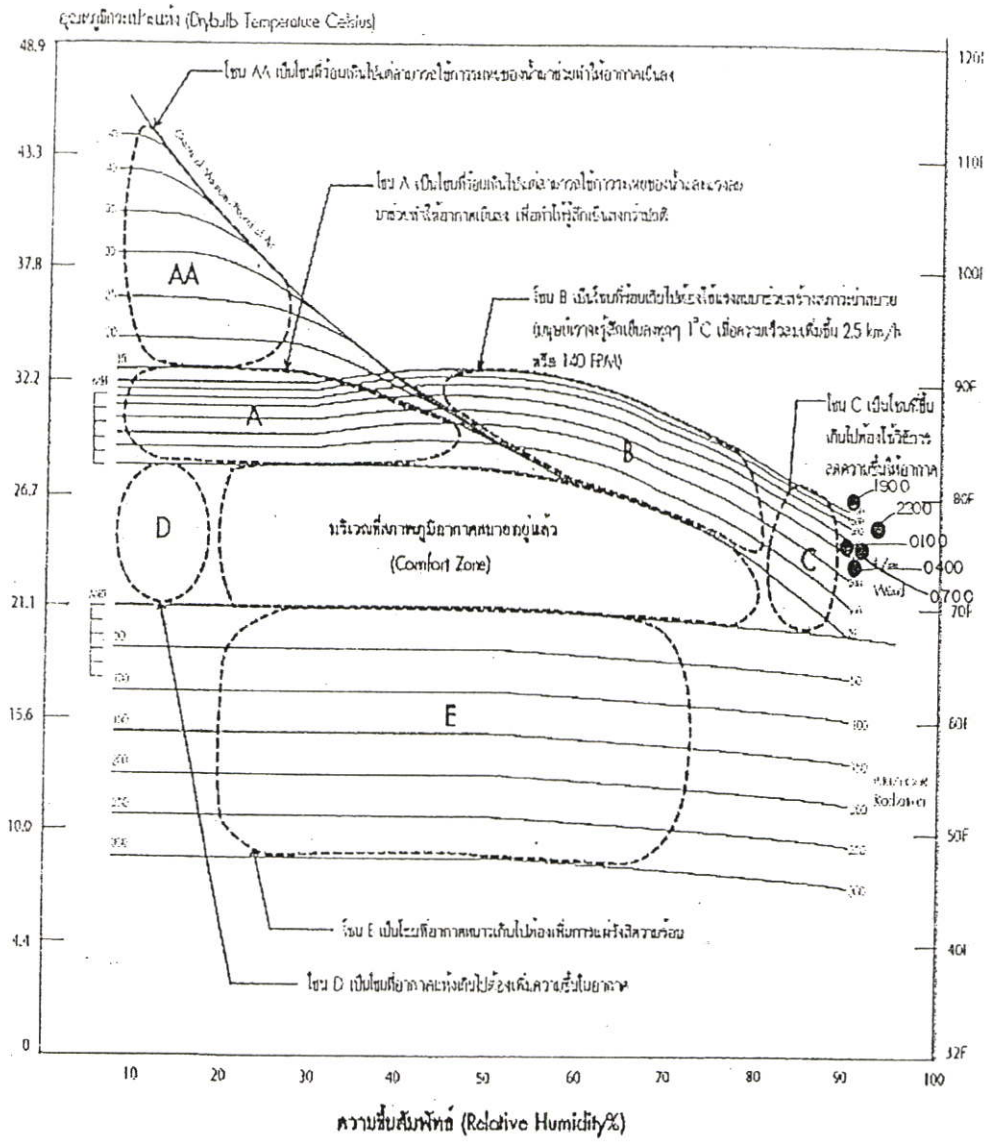
15 มิถุนายน 2003



15 กรกฎาคม 2003



15 สิงหาคม 2003



15 กันยายน 2003

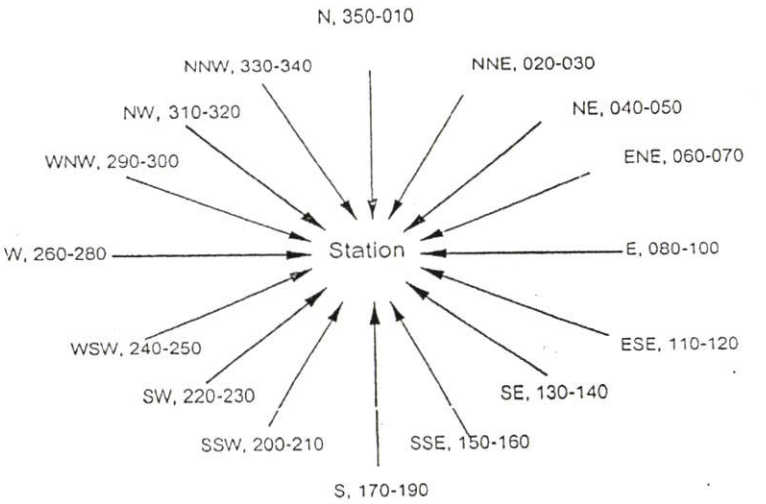
ภาคผนวก ง

ทางทิศและความเร็วลม ผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก

(ค.ศ.1980-2000)

Table Wind Direction in Tens of Degrees

Degree	Compass Points
350 – 010	N
020 – 030	NNE
040 – 050	NE
060 – 070	ENE
080 – 100	E
110 – 120	ESE
130 – 140	SE
150 – 160	SSE
170 – 190	S
200 – 210	SSW
220 – 230	SW
240 – 250	WSW
260 – 280	W
290 – 300	WNW
310 – 320	NW
330 – 340	NNW



ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)
เดือนกุมภาพันธ์

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,520 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 8.08 % หรือจำนวนครั้ง 365 ครั้ง จากการวัด 4,520 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 13.05 Knots/ช.ม หรือ 24.18 ก.ม/ช.ม หรือ 6.72 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.3 Knots/ช.ม หรือ 2.41 ก.ม/ช.ม หรือ 0.67 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 5.80 % หรือ จำนวนครั้ง 262 ครั้ง อันดับสามทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 5.0% หรือจำนวนครั้ง 2596 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 57.43 % หรือ พบลมสงบจำนวน 2,596 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,520 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วเฉลี่ย 1.3 Knots หรือ .67 เมตร/วินาที ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามทิศทางลม แต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลม มีความรู้สึก และเป็นลมสงบ (CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างมาก คือคิดเป็นลมสงบ 57.43 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

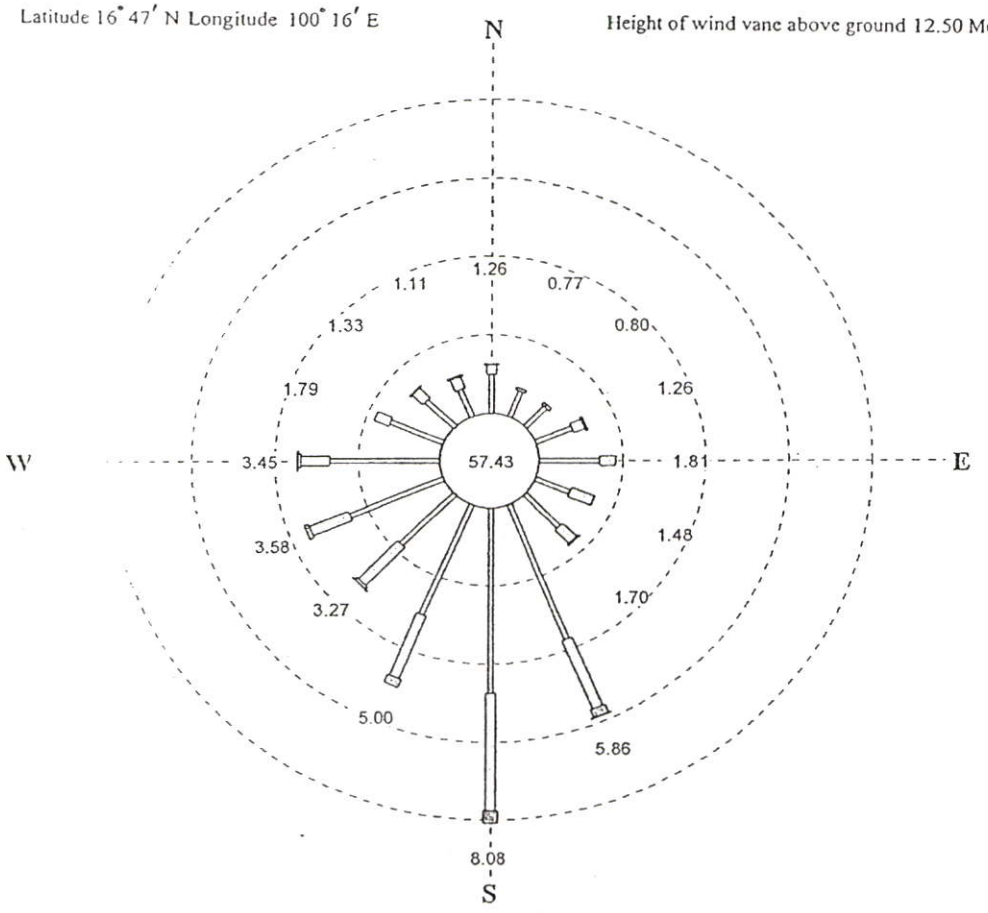
PHITSANULOK
FEBRUARY 1981 - 2000

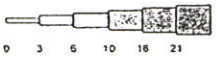
Index station 48378

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 2% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	1.00	0.24	0.02	0.00	0.00	0.00
NNE	0.71	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
NE	0.71	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
ENE	0.95	0.27	0.04	0.00	0.00	0.00
E	1.44	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
ESE	0.91	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	1.19	0.46	0.04	0.00	0.00	0.00
SSE	3.74	1.88	0.22	0.02	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4520 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	4.73	3.01	0.33	0.00	0.00	0.00
SSW	3.05	1.73	0.22	0.00	0.00	0.00
SW	1.81	1.37	0.07	0.02	0.00	0.00
WSW	2.48	1.00	0.11	0.00	0.00	0.00
W	2.68	0.69	0.07	0.02	0.00	0.00
WNW	1.39	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
NW	0.95	0.35	0.02	0.00	0.00	0.00
NNW	0.75	0.31	0.04	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 2596 PERCENT CALM = 57.43

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนมีนาคม

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,960 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 15.047 % หรือจำนวนครั้ง 746 ครั้ง จากการวัด 4,960 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 16.65 Knots/ช.ม หรือ 30.86 ก.ม/ช.ม หรือ 8.57 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.9 Knots/ช.ม หรือ 3.52 ก.ม/ช.ม หรือ 0.98 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 10.18 % หรือ จำนวนครั้ง 505 ครั้ง อันดับสาม ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 7.6 % หรือจำนวนครั้ง 377 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 45.36 % หรือ พบลมสงบจำนวน 2,250 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 459,620 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนมีนาคม ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วเฉลี่ย 1.9 Knots หรือ 0.98 เมตร/วินาที ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามสายลม แต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลม มีความรู้สึก และเป็นลมสงบ (CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างปานกลาง คือคิดเป็นลมสงบ 45.36 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

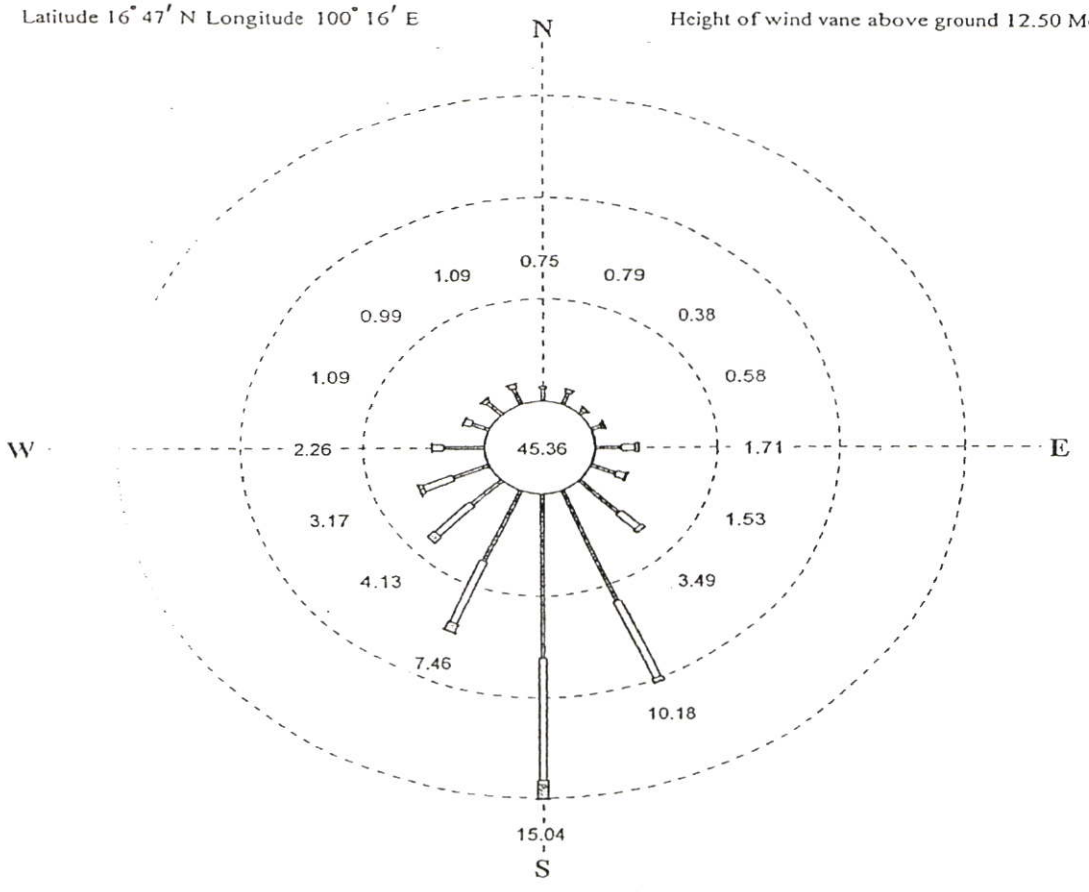
PHITSANULOK
MARCH 1987 - 2000

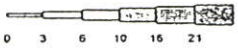
Index station 48378

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 5% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	0.60	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
NNE	0.60	0.16	0.02	0.00	0.00	0.00
NE	0.20	0.14	0.04	0.00	0.00	0.00
ENE	0.42	0.14	0.02	0.00	0.00	0.00
E	1.03	0.52	0.16	0.00	0.00	0.00
ESE	1.09	0.36	0.08	0.00	0.00	0.00
SE	2.26	1.03	0.20	0.00	0.00	0.00
SSE	5.87	4.07	0.24	0.00	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4960 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	8.04	6.05	0.91	0.04	0.00	0.00
SSW	3.73	3.25	0.46	0.02	0.00	0.00
SW	1.63	2.08	0.42	0.00	0.00	0.00
WSW	1.57	1.39	0.18	0.02	0.00	0.00
W	1.71	0.48	0.06	0.00	0.00	0.00
WNW	0.75	0.30	0.04	0.00	0.00	0.00
NW	0.81	0.16	0.02	0.00	0.00	0.00
NNW	0.83	0.24	0.02	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 2250 PERCENT CALM = 45.36

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนเมษายน

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,520 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 15.17 % หรือจำนวนครั้ง 728 ครั้ง จากการวัด 4,800 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 20.6 Knots/ช.ม หรือ 38.18 ก.ม/ช.ม หรือ 10.6 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 2.0 Knots/ช.ม หรือ 3.71 ก.ม/ช.ม หรือ 1.03 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 9.96 % หรือ จำนวนครั้ง 478 ครั้ง อันดับสาม ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 8.00 % หรือจำนวนครั้ง 384 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 41.65 % หรือ พบลมสงบจำนวน 1,999 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,800 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนเมษายน ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วเฉลี่ย 2.0 Knots ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามสายลม แต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลม มีความรู้สึก และเป็นลมสงบ(CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างน้อย คือคิดเป็นลมสงบ 41.65 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

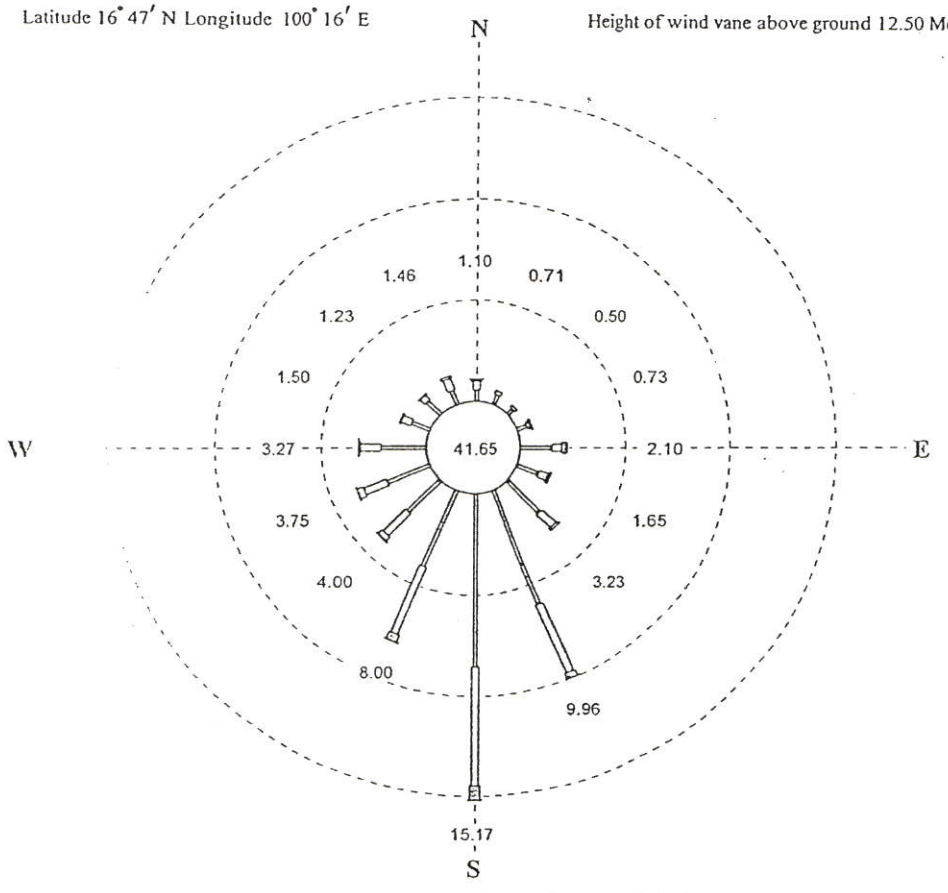
PHITSANULOK
APRIL 1981 - 2000

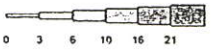
Index station 48378

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 5% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	0.56	0.42	0.10	0.02	0.00	0.00
NNE	0.52	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
NE	0.37	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
ENE	0.50	0.15	0.08	0.00	0.00	0.00
E	1.44	0.42	0.25	0.00	0.00	0.00
ESE	1.12	0.42	0.10	0.00	0.00	0.00
SE	2.23	0.88	0.13	0.00	0.00	0.00
SSE	6.06	3.60	0.27	0.02	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4800 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	8.52	5.92	0.71	0.02	0.00	0.00
SSW	4.00	3.60	0.37	0.02	0.00	0.00
SW	2.15	1.54	0.27	0.04	0.00	0.00
WSW	2.21	1.19	0.33	0.02	0.00	0.00
W	2.19	0.98	0.06	0.02	0.02	0.00
WNW	0.94	0.50	0.06	0.00	0.00	0.00
NW	0.90	0.31	0.02	0.00	0.00	0.00
NNW	0.73	0.60	0.13	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 1999 PERCENT CALM = 41.65

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนพฤษภาคม

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,960 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 12.58 % หรือจำนวนครั้ง 624 ครั้ง จากการวัด 4,960 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 21.95 Knots หรือ 40.68 ก.ม/ช.ม หรือ 11.30 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.9 Knots หรือ 3.52 ก.ม/ช.ม หรือ 0.98 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 8.65 % หรือ จำนวนครั้ง 429 ครั้ง อันดับสาม ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 6.31 % หรือจำนวนครั้ง 313 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 46.31 % หรือ พบลมสงบจำนวน 2,297 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,960 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วเฉลี่ย 1.9 Knots ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามทิศทางลม แต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลมให้ความรู้สึก และเป็นลมสงบ (CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างปานกลาง คือคิดเป็นลมสงบ 46.31 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

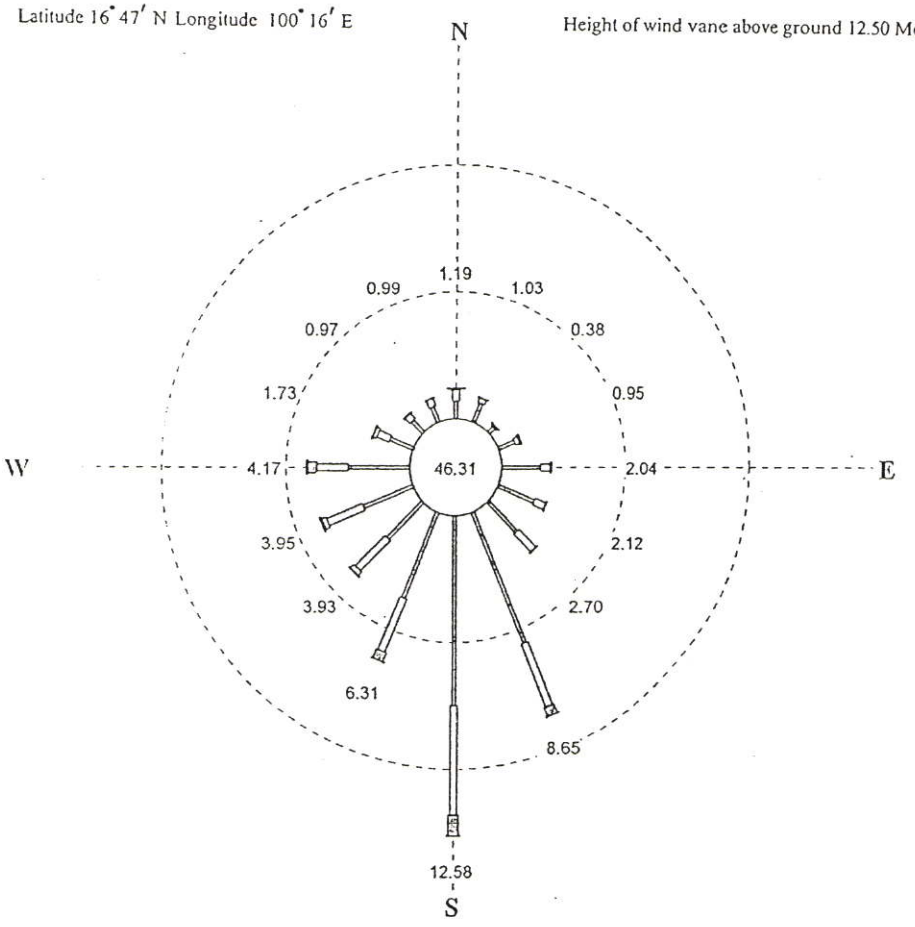
PHITSANULOK
MAY 1981 - 2000

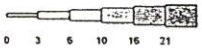
Index station 48378

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 5% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	0.69	0.44	0.04	0.00	0.02	0.00
NNE	0.79	0.20	0.04	0.00	0.00	0.00
NE	0.28	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00
ENE	0.71	0.18	0.06	0.00	0.00	0.00
E	1.59	0.38	0.06	0.00	0.00	0.00
ESE	1.61	0.48	0.02	0.00	0.00	0.00
SE	1.65	1.01	0.04	0.00	0.00	0.00
SSE	5.58	2.68	0.36	0.02	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4960 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	7.46	4.29	0.81	0.02	0.00	0.00
SSW	3.63	2.28	0.38	0.02	0.00	0.00
SW	2.00	1.69	0.20	0.04	0.00	0.00
WSW	2.14	1.55	0.20	0.06	0.00	0.00
W	2.48	1.29	0.36	0.04	0.00	0.00
WNW	1.03	0.52	0.16	0.02	0.00	0.00
NW	0.65	0.28	0.04	0.00	0.00	0.00
NNW	0.65	0.32	0.02	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 2297 PERCENT CALM = 46.31

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนมิถุนายน

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,800 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 11.33 % หรือจำนวนครั้ง 544 ครั้ง จากการวัด 4,800 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 19.75 Knots หรือ 36.6 ก.ม/ช.ม หรือ 10.17 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.6 Knots หรือ 2.97 ก.ม/ช.ม หรือ 0.82 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 9.38 % หรือ จำนวนครั้ง 450 ครั้ง อันดับสามทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 7.60 % หรือจำนวนครั้ง 365 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 50.35 % หรือ พบลมสงบจำนวน 2,417 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,800 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วเฉลี่ย 1.6 Knots ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามทิศทางลม แต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลม มีความรู้สึกปานกลาง และเป็นลมสงบ (CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างปานกลาง คือคิดเป็นลมสงบ 50.35 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

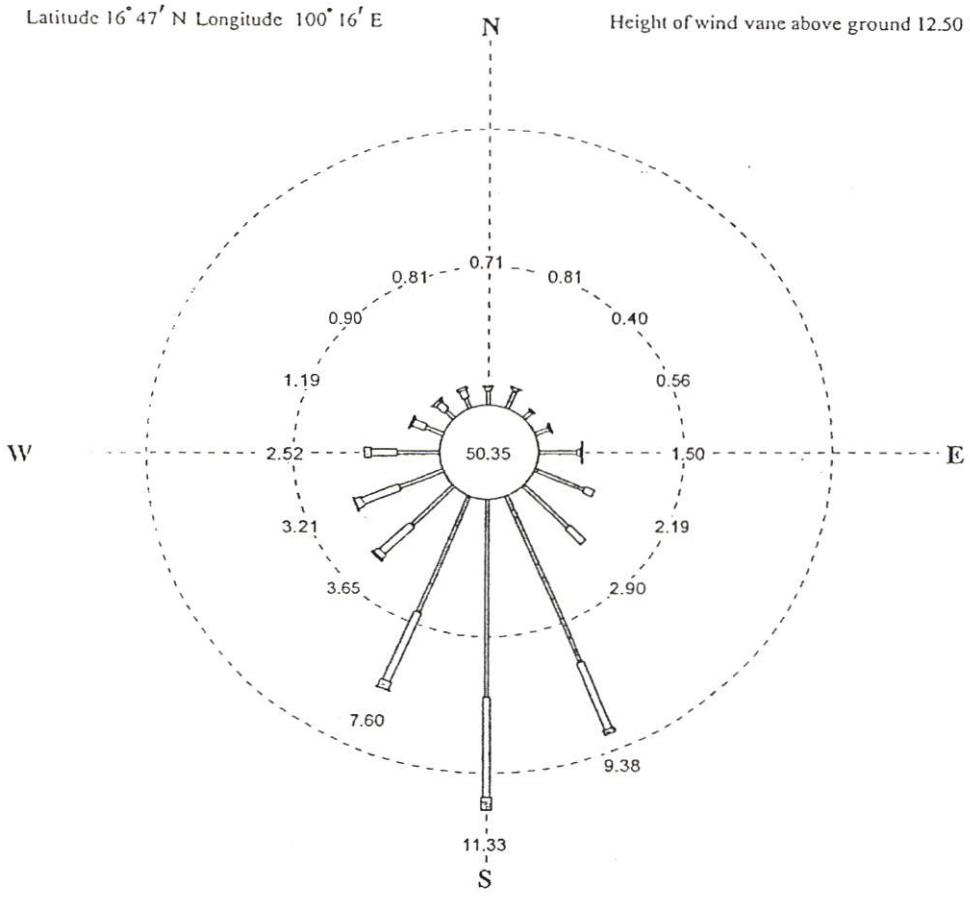
PHITSANULOK
JUNE 1981 - 2000

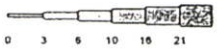
Index station 48378

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 5% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	0.52	0.15	0.04	0.00	0.00	0.00
NNE	0.71	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00
NE	0.35	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
ENE	0.48	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00
E	1.31	0.13	0.04	0.00	0.00	0.02
ESE	1.83	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	2.13	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00
SSE	6.56	2.62	0.19	0.00	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4800 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	7.19	3.67	0.48	0.00	0.00	0.00
SSW	4.58	2.69	0.31	0.02	0.00	0.00
SW	2.00	1.38	0.19	0.08	0.00	0.00
WSW	1.58	1.33	0.25	0.04	0.00	0.00
W	1.42	0.85	0.25	0.00	0.00	0.00
WNW	0.67	0.44	0.06	0.02	0.00	0.00
NW	0.42	0.33	0.13	0.02	0.00	0.00
NNW	0.42	0.29	0.10	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 2417 PERCENT CALM = 50.35

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนกรกฎาคม

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,960 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 10.04 % หรือจำนวนครั้ง 498 ครั้ง จากการวัด 4,960 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 18.75 Knots หรือ 34.75 ก.ม/ช.ม หรือ 9.65 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.5 Knots หรือ 2.78 ก.ม/ช.ม หรือ 0.77 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 8.95 % หรือ จำนวนครั้ง 444 ครั้ง อันดับสามทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 4.98 % หรือจำนวนครั้ง 247 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 55.52 % หรือ พบลมสงบจำนวน 2,754 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,960 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ย 18.75 Knots หรือ 9.65 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.5 Knots หรือ 0.77 ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามทิศทางลมแต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลมให้ความรู้สึก และเป็นลมสงบ(CALM OBS = CALM OBSERVATION)ค่อนข้าง คือคิดเป็นลมสงบ 55.52 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

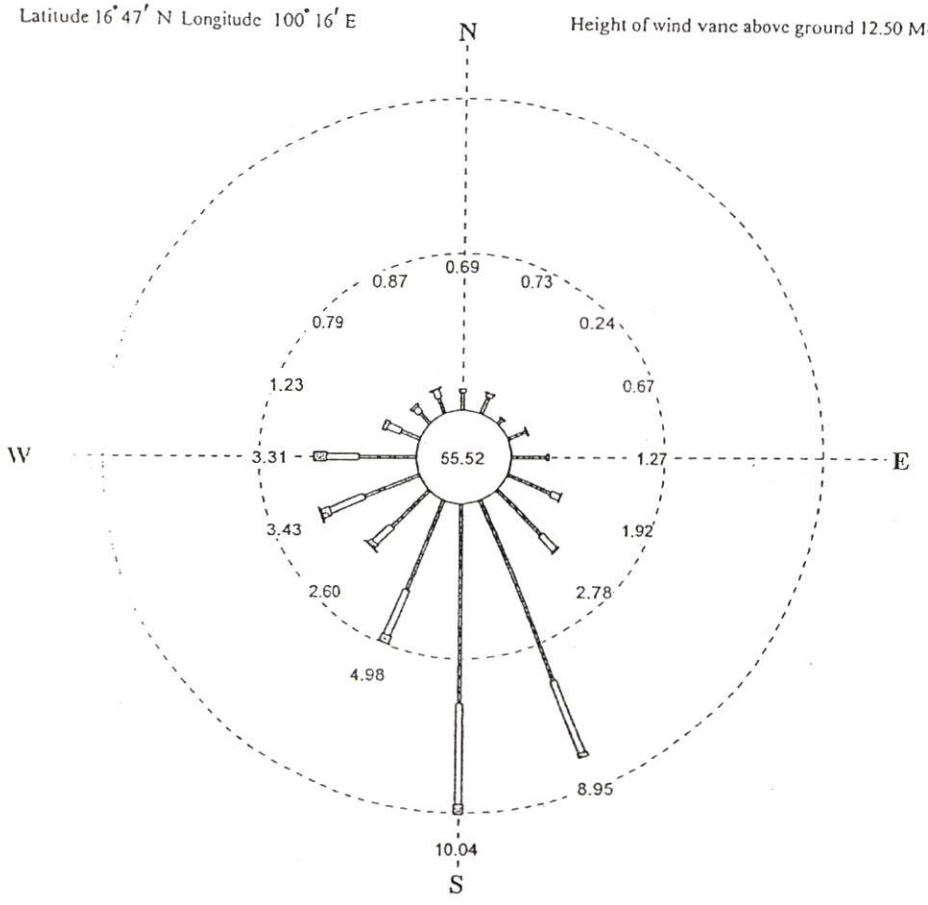
PHITSANULOK
JULY 1981 - 2000

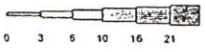
Index station 48378

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 5% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	0.56	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
NNE	0.58	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00
NE	0.20	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
ENE	0.63	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
E	1.17	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
ESE	1.57	0.32	0.02	0.00	0.00	0.00
SE	2.06	0.67	0.06	0.00	0.00	0.00
SSE	6.29	2.50	0.16	0.00	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4960 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	6.43	3.27	0.34	0.00	0.00	0.00
SSW	3.15	1.55	0.26	0.02	0.00	0.00
SW	1.67	0.73	0.16	0.02	0.02	0.00
WSW	1.85	1.21	0.30	0.04	0.02	0.00
W	1.77	1.09	0.44	0.00	0.00	0.00
WNW	0.67	0.42	0.14	0.00	0.00	0.00
NW	0.48	0.22	0.08	0.00	0.00	0.00
NNW	0.54	0.28	0.02	0.02	0.00	0.00

CALM OBS = 2754 PERCENT CALM = 55.52

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนสิงหาคม

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,960 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ค่อนไปทางทิศตะวันออกมีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 8.29 % หรือจำนวนครั้ง 411 ครั้ง จากการวัด 4,960 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย18.05 Knots หรือ 9.74 ก.ม/ช.ม หรือ 2.7 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.4 Knots หรือ 2.59 ก.ม/ช.ม หรือ 0.72 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 8.15 % หรือ จำนวนครั้ง 404 ครั้ง อันดับสาม ทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 5.20 % หรือจำนวนครั้ง 258 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 57.72 % หรือ พบลมสงบจำนวน 2,863 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,960 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ค่อนไปทางทิศตะวันออก มีความเร็วเฉลี่ยลมสูงสุดเฉลี่ย 18.05 Knots ความเร็วลมเฉลี่ย 1.4 Knots หรือ 0.72 เมตร/วินาที ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามทิศทางลมแต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลมให้ความรู้สึกและ เป็นลมสงบ (CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างมาก คือคิดเป็นลมสงบ 57.72 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

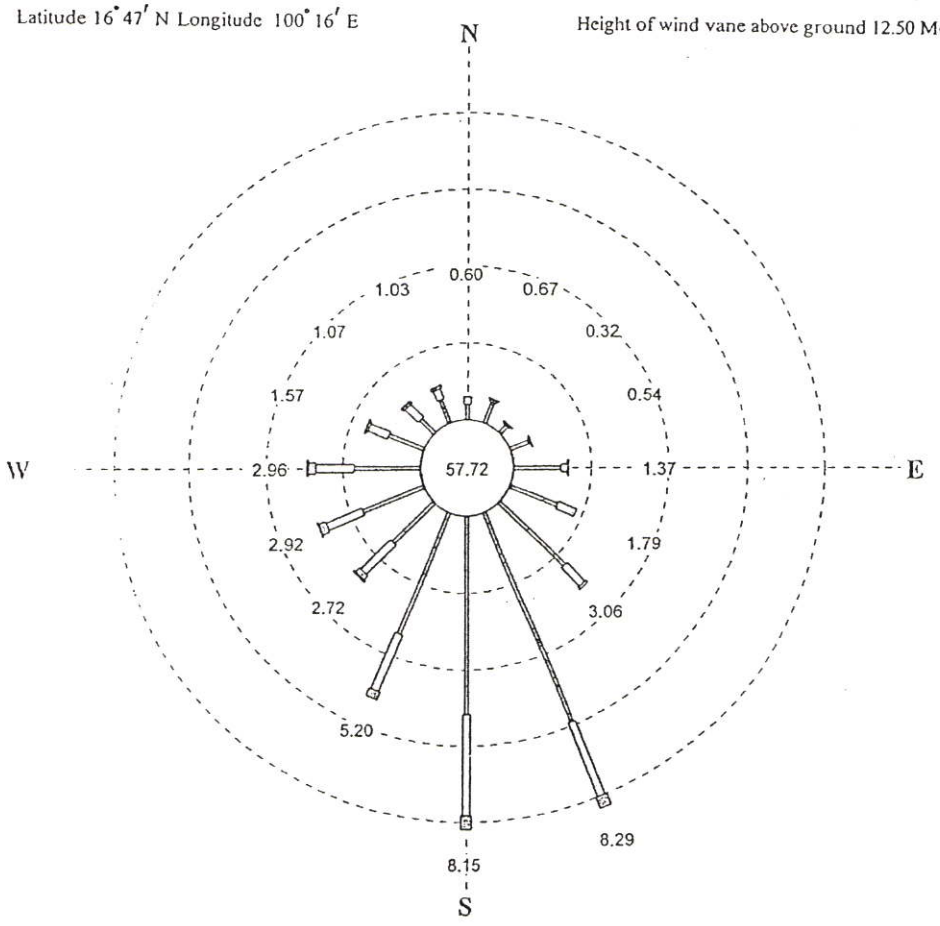
PHITSANULOK
AUGUST 1981 - 2000

Index station 48378

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Height of wind vane above ground 12.50 Meters



Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 2% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	0.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
NNE	0.58	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00
NE	0.26	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00
ENE	0.50	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
E	1.17	0.18	0.00	0.02	0.00	0.00
ESE	1.27	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	2.32	0.69	0.06	0.00	0.00	0.00
SSE	5.89	2.10	0.30	0.00	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4960 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	5.14	2.66	0.34	0.00	0.00	0.00
SSW	3.39	1.59	0.22	0.00	0.00	0.00
SW	1.47	1.07	0.14	0.04	0.00	0.00
WSW	1.67	1.03	0.20	0.02	0.00	0.00
W	1.69	1.03	0.20	0.04	0.00	0.00
WNW	0.97	0.52	0.06	0.02	0.00	0.00
NW	0.52	0.46	0.08	0.00	0.00	0.00
NNW	0.67	0.28	0.08	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 2863 PERCENT CALM = 57.72

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนกันยายน

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร

Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,800 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 12 % หรือจำนวนครั้ง 576 ครั้ง จากการวัด 4,800 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 15.75 Knots หรือ 29.19 ก.ม/ช.ม หรือ 8.11 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.1Knots หรือ 2.04 ก.ม/ช.ม หรือ 0.57 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 4.92 % หรือ จำนวนครั้ง 236 ครั้ง อันดับสามทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 3.44 % หรือจำนวนครั้ง 165 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์63.04 % หรือ พบลมสงบจำนวน 3,026 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,800 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนกันยายน ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 15.75 Knots และความเร็วลมเฉลี่ย 1.1 Knots หรือ 0.57 เมตร/วินาที ซึ่งตาม Beaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามทิศทางลมแต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลมให้ความรู้สึก และเป็นลมสงบ (CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างมาก คือคิดเป็นลมสงบ 63.04 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

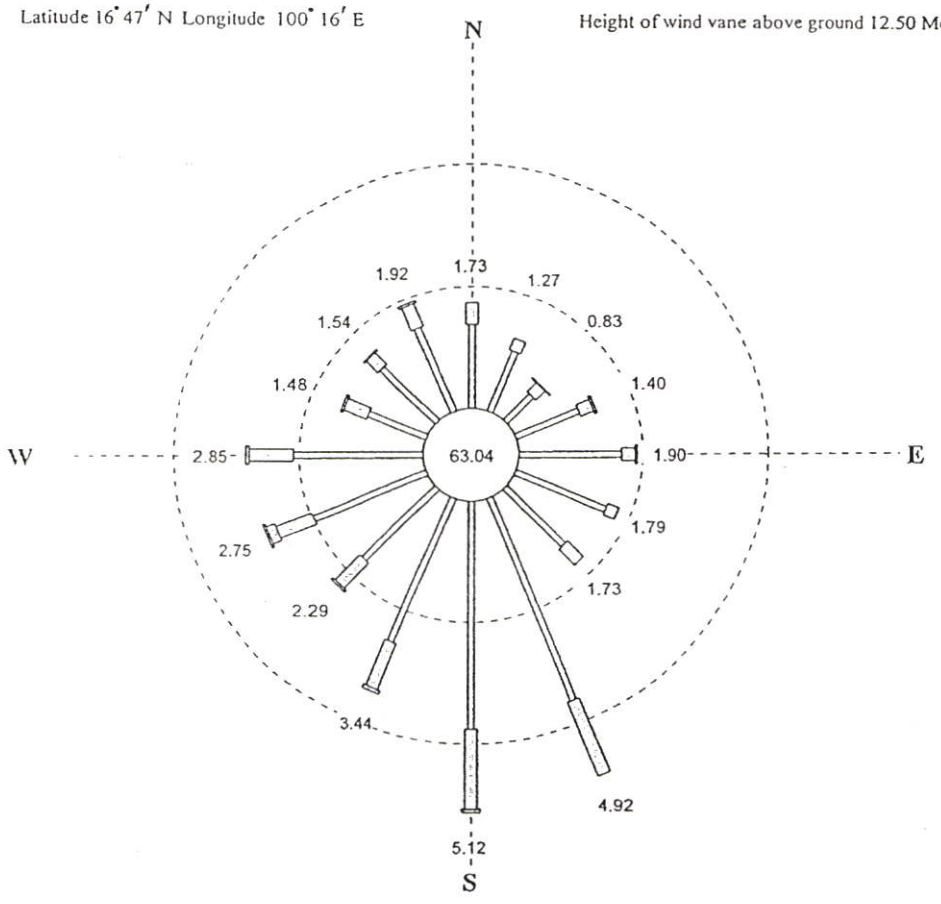
PHITSANULOK
SEPTEMBER 1981 - 2000

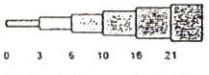
Index station 48378

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 2% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	1.38	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00
NNE	1.06	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
NE	0.60	0.21	0.00	0.02	0.00	0.00
ENE	1.12	0.23	0.04	0.00	0.00	0.00
E	1.67	0.21	0.02	0.00	0.00	0.00
ESE	1.60	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	1.35	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
SSE	3.60	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4800 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	3.75	1.31	0.06	0.00	0.00	0.00
SSW	2.56	0.81	0.06	0.00	0.00	0.00
SW	1.67	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00
WSW	1.98	0.58	0.15	0.04	0.00	0.00
W	2.08	0.71	0.06	0.00	0.00	0.00
WNW	1.02	0.42	0.04	0.00	0.00	0.00
NW	1.25	0.27	0.02	0.00	0.00	0.00
NNW	1.48	0.40	0.04	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 3026 PERCENT CALM = 63.04

ทิศทางและความเร็วลมผิวพื้น จังหวัดพิษณุโลก (ค.ศ. 1981-2000)

เดือนตุลาคม

รหัสสถานี 48378 ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 45.00 เมตร Latitude 16° 47' N. Longitude 100° 16'E ความสูงของศรลมจากระดับพื้นดิน 12.50 เมตร

จำนวนครั้งในการวัด 4,960 ครั้ง (100 %) ด้านทิศใต้ มีความถี่ของทิศทางลมที่พัดมากที่สุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 2.82 % หรือจำนวนครั้ง 140 ครั้ง จากการวัด 4,960 ครั้ง โดยมีความเร็วลมสูงสุด เฉลี่ย 13.8 Knots หรือ 25.57 ก.ม/ช.ม หรือ 7.10 เมตร/วินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 1.0 Knots หรือ 1.85 ก.ม/ช.ม หรือ 0.51 เมตร/วินาที รองลงมาอันดับสอง ด้านทิศใต้ค่อนไปทางตะวันออก มีความถี่ของลมที่พัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 2.04 % หรือ จำนวนครั้ง 101 ครั้ง อันดับสามทิศใต้ค่อนไปทางตะวันตก มีความถี่ของลมที่พัด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 2.0 % หรือจำนวนครั้ง 99 ครั้ง

จำนวนครั้งในการวัดแล้วพบว่าลมสงบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 63.49 % หรือ พบลมสงบจำนวน 3,149 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 4,960 ครั้ง

โดยสรุปในเดือนตุลาคม ค.ศ. 1981-2000 ลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางด้านทิศใต้ มีความเร็วลม 1.0 Knot หรือ 0.51 เมตร/วินาที ซึ่งตามBeaufort Number ถือว่าเป็นลม Light air มีลักษณะเห็นควันล่องลอยตามทิศทางลมแต่ไม่สามารถเห็นได้จากศรลมให้ความรู้สึก คือเป็นลมสงบ (CALM OBS = CALM OBSERVATION) ค่อนข้างมาก คือคิดเป็นลมสงบ 63.49 %

Table Wind Speed and Equivalents

Beaufort Number	Description	Velocity at a height of 10 meters Above open flat ground			Specifiication for estimating speed over land
		Knots	Meters per sec.	kilometers per Hr	
0	Calm	<1	0.0-0.2	<1	calm, smoke rises vertically.
1	Light air	1-3	0.3-1.5	1-5	Direction of wind shown by smoke drift,but not by wind vanes.
2	Light breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	Wind felt on face, leaves rustle ; ordinary vane move by wind.
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	Leaves and small twigs in constant motion : wind
4	Moderate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	Raises dust and loose paper : small branches moved.
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	Small trees in leaf begin to sway:
6	Strong breeze	22-27	10.8-13.8	39-49	large branches in motion ;

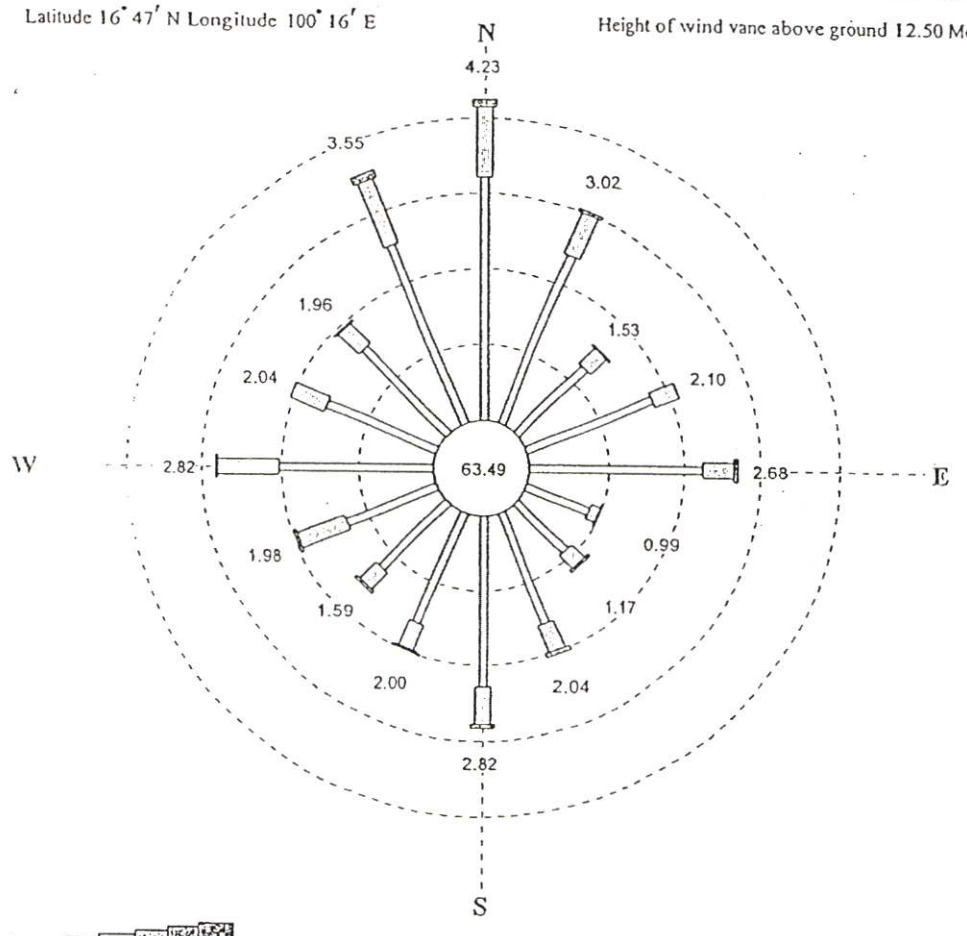
PHITSANULOK
OCTOBER 1981 - 2000

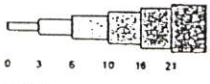
Index station 48378

Elevation of station above MSL 45.00 Meters

Latitude 16° 47′ N Longitude 100° 16′ E

Height of wind vane above ground 12.50 Meters





Wind Speed (Knots)

Calms included at center.
Rings drawn at 1% intervals.
Wind flow is FROM the directions shown.
No observations were missing.

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
N	3.21	0.93	0.10	0.00	0.00	0.00
NNE	2.40	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00
NE	1.23	0.28	0.02	0.00	0.00	0.00
ENE	1.77	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
E	2.22	0.40	0.06	0.00	0.00	0.00
ESE	0.85	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00
SE	0.91	0.22	0.04	0.00	0.00	0.00
SSE	1.59	0.38	0.06	0.00	0.00	0.00

TOTAL OBS = 4960 MISSING OBS = 0

PERCENT OCCURRENCE: Wind Speed (Knots)
LOWER BOUND OF CATEGORY

DIR	0	3	6	10	16	21
S	2.28	0.48	0.06	0.00	0.00	0.00
SSW	1.59	0.36	0.02	0.02	0.00	0.00
SW	1.25	0.30	0.04	0.00	0.00	0.00
WSW	1.29	0.65	0.04	0.00	0.00	0.00
W	2.04	0.77	0.02	0.00	0.00	0.00
WNW	1.55	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
NW	1.51	0.36	0.02	0.00	0.00	0.00
NNW	2.54	0.91	0.10	0.00	0.00	0.00

CALM OBS = 3149 PERCENT CALM = 63.49

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายพูนเพิ่ม วัฒนวงษ์คีรี

วัน เดือน ปีเกิด 17 ตุลาคม 2491 จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2511 - มัธยมศึกษาปีที่ 5 : โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

พ.ศ.2516 - สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2543 - บริหารธุรกิจบัณฑิต (การจัดการงานก่อสร้าง)
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ.2549 - กำลังศึกษามหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมเขตร้อน
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การปฏิบัติงานวิชาชีพ

พ.ศ.2516-2517 สถาปนิก : บริษัท ดิแอสโซซิเอทส์ อาร์คิเตค จำกัด

พ.ศ.2517-2533 นักวิจัย : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย

พ.ศ.2533-2541 ผู้จัดการฝ่ายสถาปัตยกรรม : บริษัท อินเด็กซ์อินเตอร์เนชั่น
แนลกรุ๊ป จำกัด

พ.ศ.2541-ปัจจุบัน อาจารย์ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร