ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ กฟ
อว 42

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงในตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 8 ว

เทคนิคแบบง่ายในการควบคุมอุณหภูมิและการสั่นสะเทือน ในห้องปฏิบัติการ

โดย
ว่าที่ร้อยตรี สรรค์ จิตรใคร่ครวญ
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 1
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เลขหมู่ วศ กฟ
ลว 42
เลขทะเบียน 11578
วันที่ 16 ธ.ค. 46

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงในตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 8 ว

เทคนิคแบบง่ายในการควบคุมอุณหภูมิและการสั่นสะเทือน ในห้องปฏิบัติการ

โดย
ว่าที่ร้อยตรี สรรค์ จิตรใคร่ครวญ
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 1
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
วศ.
.....
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

จากการสังเกตุและตรวจสอบพบว่าอุณหภูมิของอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศนั้นมีค่าไม่เท่ากันและไม่สม่ำเสมอตามค่าที่ปรับตั้งไว้ตามที่ต้องการแล้วอากาศภายในห้องปฏิบัติการยังมีความสั่นสะเทือนเกิดขึ้นอีกด้วยเนื่องจากความแรงของกระแสลมเย็นที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศและตกลงไม่ทั่วทุกบริเวณของห้อง

อากาศบริเวณที่กระแสลมตกมาโดยตรงจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่นซึ่งมีผลต่อการทดสอบวัดค่าปริมาณที่อุณหภูมิมีผลต่อค่าการวัดเช่น ค่ามิติ ค่าความต้านทานไฟฟ้า เป็นต้น รวมทั้งการควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามข้อกำหนดในมาตรฐานวิธีการวิเคราะห์ทดสอบที่ห้องปฏิบัติการนำมาใช้วิเคราะห์ทดสอบอีกด้วย ความปั่นป่วนจากความแรงของกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจาหน้าเครื่องปรับอากาศและการไหลเวียนกลับเข้าด้านหลังของอากาศเครื่องปรับอากาศ เป็นสาเหตุให้เกิดการสั่นสะเทือนของอากาศในห้องซึ่งมีผลต่อการวัดค่าของมวลของสารจากเครื่องชั่ง

เพื่อขจัดปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงได้ดำเนินการศึกษาวิจัยหาเทคนิดแบบง่ายในการควบคุมอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนของอากาศในห้องปฏิบัติการ โดยการตั้งสมมุติฐานตามหลักการทางฟิสิกส์ว่าเมื่ออนุภาคของของไหลวิ่งกระทบกับผิวสิ่งกีดขวางแล้วจะเกิดสะท้อนและกระเจิงบนผิวที่ขรุขระ จากการศึกษาทดลองตามสมมุติฐานดังกล่าวพบว่าเมื่อให้กระแสลมที่ถูกเป่าออกจากด้านหน้าเครื่องปรับอากาศไปตกกระทบพื้นระนาบกีดขวางที่อยู่เหนือและใต้เครื่องปรับอากาศจะสามารถทำให้กระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากหน้าเครื่องปรับอากาศถูกทำให้สะท้อนออกไปแล้วตกได้ระยะทางไกลออกไป สามารถกระจายกระแสลมเย็นออกไปเป็นบริเวณกว้างยิ่งขึ้นและลดความแรงของกระแสลมลงได้ โดยการเจาะรูพื้นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศให้มีขนาดและระยะห่างเท่าๆกันที่เหมะสมแล้วก็จะทำให้ลมเย็นบางส่วนตกผ่านรูลงมา บางส่วนก็จะสะท้อนและกระจายไกลออกไปแล้วจึงค่อยตกผ่านรูลงสู่ห้องอย่างช้าๆ

จากการออกแบบปรับปรุงห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติของกองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ กับห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติของคณะทันแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ตามผลการศึกษาวิจัยของสมมุติฐานข้างต้น สรุปได้ว่าห้องปฏิการทดสอบที่จะควบคุมอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนของอากาศในห้องปฏิบัติการควรจะให้ห้องปฏิบัติการนั้นอยู่ตรงกลางของอาคารโดยล้อมรอบด้วยทางเดินกับห้องอื่นๆเพื่อเป็นฉนวนความร้อน และใช้แผ่นฝ้าที่มีช่องเปิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซ็นติเมตรและระยะห่างระหว่างช่องเปิด 2 เซ็นติเมตรทำเป็นพื้นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศแล้วให้อากาศในห้องไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศจากช่องทางที่อยู่ใกล้กับพื้นห้อง อากาศในห้องปฏิบัติการจะมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิตามที่ต้องการอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งห้องและจะไม่เกิดการสั่นสะเทือนของอากาศภายในห้อง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง	1
1.1.1 ภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการกับการวัด	1
1.1.2 อุณหภูมิกับการวัด	2
1.1.3 ความสั่นสะเทือนของอากาศกับการวัด	3
1.1.4 ความสำคัญและรายละเอียดของปัญหา	3
1.2 วัตถุประสงค์	5
1.3 ขอบเขตของการศึกษาทดลอง	5
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	6
1.5 ระยะเวลาดำเนินการ	6
บทที่ 2 พื้นฐานความรู้	7
2.1 ภาวะแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ	7
2.2 การปรับปรุงห้องปฏิบัติการ	7
2.3 ทิศทางของกระแสลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ	8
2.4 การสั่นสะเทือนของอากาศ	9
2.5 การควบคุมความชื้น	9
2.6 สมมุติฐานในการกระจายกระแสลม	9
บทที่ 3 เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	11
3.1 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์	11
3.2 สถานที่	11
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง	11
3.3.1 ศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบทั่วไป	11
3.3.2 การศึกษาทดลองการสะท้อนของกระแสลมกับระนาบกีดขวางจำลอง	12
3.2.1-1 หาระยะทางที่กระแสลมตกเมื่อไม่มีระนาบกีดขวางจำลอง	12

หน้า

3.3.2-2 หาระยะทางที่กระแสลมตกเมื่อมีระนาบกีดขวางจำลอง 12

3.3.3 ศึกษาทดลองการกระจายของกระแสลมจากระนาบกีดขวางที่มีช่องเปิด 12

3.3.4ศึกษาทดลอง การไหลเวียนกลับของอากาศ 14

3.3.5 ดำเนินการออกแบบปรับปรุงห้องปฏิบัติการ 15

บทที่ 4 ผลการศึกษาทดลอง 17

4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการทั่วไป 17

4.2 ผลการศึกษาทดลองการสะท้อนของกระแสลมกับระนาบกีดขวางจำลอง 17

4.2.1 เมื่อไม่มีระนาบกีดขวางจำลอง 17

4.2.1 เมื่อมีระนาบกีดขวางจำลอง 18

4.3 ผลการศึกษทดลองวัดอุณหภูมิห้องปฏิบัติการที่ปรับปรุงแล้ว 18

4.3.1 ผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206) 18

4.3.2 ผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ 20

4.3.3ผลการทดสอบการสั่นสะเทือนภายในห้องห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206) 21

4.4 การเปรียบเทียบผลการศึกษาทดลอง 21

บทที่ 5 วิจารณ์ผลและสรุปผลการศึกษาทดลอง 23-26

กิตติกรรมประกาศ 27

เอกสารอ้างอิง 28

ภาคผนวก 29

ภาคผนวก ก. ตารางแสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิอากาศในห้องปฏิบัติการ 30-49

ภาคผนวก ข. ภาพแสดงแนวทางสมมุติฐานในการศึกษาวิจัยและลักษณะห้องปฏิบัติการที่ศึกษาทดลอง 50-62

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220) ของกลุ่มฟิสิกส์และ วิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2540 30-31

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220) วิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2540 32-33

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ ห้อง 206ของกลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2540 34-35

หน้า

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ ห้อง 206ของกลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 3 เมษายน 2540 36-37

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ ห้อง 206ของกลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 5 เมษายน 2540 โดยเอาแผ่นฝ้าอะลูมิเนียมที่เจาะรูตามที่ออกแบบไว้ออกจากโครงรับฝ้าเพดาน 38-39

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220) ของกลุ่มฟิสิกส์และ วิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2540 40-41

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220) ของกลุ่มฟิสิกส์และ วิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2540 42-43

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง 206)ของกลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2540 44-45

ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการวิจัยด้านมิติของ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2540 46-47

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการวิจัยด้านมิติของ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2540 ที่ได้ดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้สามารถควบคุมอากาศในห้องมีอุณหภูมิสม่ำเสมอและป้องกันการเกิดความสั่นสะเทือน 48-49

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 เครื่องปรับอากาศแบบที่มีกรอบพลาสติกเป็นช่องเกล็ดบังคับทิศทางกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องอากาศ 50

ภาพที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบที่มีเกลียวลักษณะดอกสว่านหมุนรอบตัวเองและมีแผ่นเกล็ดพลาสติกอยู่ด้านหน้าสำหรับเปลี่ยนทิศทางกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศ 50

ภาพที่ 3 ผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิลสูงจากพื้น1.5 เมตรและ0.5เมตรตามลำดับเพื่อวัดค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง220) ซึ่งไม่มีฝ้าเพดาน 51

ภาพที่ 4 ลักษณะของแนวระนาบกึดขวางที่ขนานกับเครื่องปรับอากาศที่จะเป็นตัวสะท้อนกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากหน้าเครื่องปรับอากาศเพื่อทำให้กระแสอากาศเกิดการสะท้อนเคลื่อนที่กระจายได้ไกลออกไปข้างหน้ามากขึ้น 52

หน้า

ภาพที่ 5 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่สะท้อนจากเพดานห้องแล้วสะท้อนลงมาทำให้กระแสลมสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะมากกว่าปล่อยให้ตกลงมาตามแนวระนาบโดยตรง 52

ภาพที่ 6 แสดงลักษณะแนวการเคลื่อนที่ของกระแสลมบางส่วนที่ถูกบังคับให้ไปตกกระทบกับเพดานห้องซึ่งเป็นระนาบกีดขวางเหนือเครื่องปรับอากาศแล้วสะท้อนตงลงบนแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศกับ บางส่วนถูกบังคับให้ตกลงแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศแล้วเกิดการออกไป สะท้อไกลหน้าอย่างต่อเนื่องและลดความเร็วลง ทำให้กระแสลมเย็นไปได้ระยะทางไกลกว่าเดิม และเมื่อระนาบกีดขวางมีรูช่องเปิดบางส่วนก็จะผ่านรูอย่างช้าๆ 53

ภาพที่ 7 การศึกษาทดลองหาตำแหน่งและระยะทางที่กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศตกกระทบบริเวณแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ 53

ภาพที่ 8 แสดงบริเวณที่กระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศแบบใช้กรอบพลาสติกปรับตั้งทิศทางกระแสลมที่ตรวจพบว่ากระแสลมจะตกได้ไกลที่สุดประมาณ4.5 เมตร 54

ภาพที่ 9 ลักษณะของบริเวณที่กระแสลมตกลงบนแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศที่ปรับทิศทางของกระแสลมด้วยแกนเกลียวหมุนผ่านใบเกล็ดหน้าเครื่องปรับอากาสจะมีเป็นพื้นที่รูปพัดโดยมีระยะทางไกลที่สุดเป็นรัศมี 3 เมตร จากหน้าเครื่องปรับอากาศ 54

ภาพที่ 10 การศึกษาทดลองหาตำแหน่งและระยะทางที่กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศตกกระทบระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศแล้วสะท้อนเคลื่อนที่ไปข้างหน้าทำให้ได้ระยะที่ลมตกไกลกว่าเมื่อไม่มีระนาบกีดขวาง 55

ภาพที่ 11 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของอากาศที่ไหลเวียนเป็นวงกลับเข้าทางช่องที่อยู่ข้างใต้หรือข้างหลังของเครื่องปรับอากาศซึ่งยังจะทำให้อากาศในห้องเกิดการสั่นสะเทือนอยู่อีก 55

ภาพที่ 12 แผ่นอะลูมิเนียมหนา1มิลลิเมตร ที่นำมาเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรเป็นแถวขนานห่างกัน 2 เซนติเมตรเพื่อทำเป้าเพดานทำหน้าที่เป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ 56

ภาพที่ 13 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของอากาศที่ไหลเวียนกลับเข้าทางปล่องที่ปลายปล่องอยู่ใกล้กับพื้นห้องและต่อเข้าข้างใต้หรือข้างหลังของเครื่องปรับอากาศ 56

ภาพที่ 14 แสดงให้เห็นตัวปล่องที่ต่อเข้ากับข้างใต้ของเครื่องปรับอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติเพื่อให้อากาศในห้องไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศโดยไม่ทำอากาศให้เกิดการสั่นสะเทือน 57

ภาพที่ 15 แสดงช่องที่อยู่ใกล้พื้นห้องของผนังที่สร้างขนานกับแนวเครื่องปรับอากาศในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อให้อากาศในห้องไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศซึ่งทำให้ไม่อากาศในห้องไม่เกิดการสั่นสะเทือน 58

หน้า

ภาพที่ 16 เครื่องไฮบริดมิเตอร์ใช้สำหรับแสดงและบันทึกค่าการวัดอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการได้พร้อมกันหลายๆจุดในเวลาเดียวกัน 58

ภาพที่ 17 การดำเนินการศึกษาทดลองเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ (ห้อง206) ที่ได้ปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัยแล้ว 59

ภาพที่ 18 ผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิลสูงจากพื้น1.5 เมตรและ0.5เมตรตามลำดับเพื่อวัดค่าอุณหภูมิอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบ ด้านมิติ(ห้อง206) ซึ่งได้ทำการปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัยแล้ว 60

ภาพที่ 19 การดำเนินการศึกษาทดลองเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิอากาศใน ห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งได้ปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัย 60

ภาพที่ 20 ผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิล สูงจากพื้น1.5 เมตรและ0.5เมตรตามลำดับเพื่อวัดค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งได้ปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัยแล้ว 60

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง

1.1.1ภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการกับการวัด

ในการทดสอบวัดค่าปริมาณต่างๆของวัตถุหรือผลิตภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบนั้น ผลที่เกิดจากความไม่คงที่ของภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการจะมีผลกระทบต่อความถูกต้องและแม่นยำในกระบวนการวัดค่าอย่างมาก ความถูกต้องแน่นอนจากการวัดนั้นมีอิทธิพลต่องานทางวิทยาศาสตร์อย่างมากมาย บ่อยครั้งที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมุติฐานขึ้นมาอย่างหนึ่งแต่พอไปดำเนินการปฏิบัติการทดสอบหรือวัดค่าตามสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นกลับไม่ได้ผลตามสมมุติฐานนั้น ทำให้ต้องเสียเวลาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อดำเนินการทดสอบใหม่หรืออาจต้องล้มสมมุติฐานนั้นหรือต้องทำการพัฒนาสมมุติฐานนั้นเสียใหม่ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องสนใจและเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อการวัดค่าปริมาณต่างๆให้ถูกต้องและแม่นยำด้วย

ปัจจุบันในการวัดค่าปริมาณต่างๆนักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสำคัญในเรื่องค่าความแม่นยำ(precision) และความถูกต้อง(accuracy) มากยิ่งขึ้นจึงได้ศึกษาพัฒนาถึงวิธีการลดปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องและแม่นยำในการวัดซึ่งรวมทั้งภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ

ภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการวัดปริมาณในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความสั่นสะเทือน สนามแม่เหล็ก-ไฟฟ้าและความดันอากาศ แต่ที่สามารถสังเกตุเห็นได้อย่างชัดเจนและมีผลต่อการวัดทั่วๆไปคืออุณหภูมิ ความชื้นและความสั่นสะเทือน นอกจากนี้ ในการที่จะวัดปริมาณใดๆให้มี ความแม่นยำและความถูกต้องได้มากหรือน้อยนั้นเกิดจากองค์ประกอบหลายประการ องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งก็คือค่าจากการวัดซ้ำได้(repeatability) และจะถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัด(uncertainty of measurement)อีกด้วย

ความแม่นยำ[1] หมายถึง ค่าการกระจายของผลการวัดค่าสิ่งที่ถูกวัด สามารถวัดได้จริงมักจะขึ้นอยู่กับความละเอียดเครื่องมือและความชำนาญของผู้วัด

ความถูกต้อง[2] หมายถึง ความใกล้เคียงของการเป็นไปตามกันจากการเปรียบเทียบผลระหว่างค่าจริงกับค่าที่วัดได้ของสิ่งที่ถูกวัด

การวัดซ้ำได้[3] หมายถึงการวัดค่าของปริมาณอันหนึ่งซ้ำกันหลาย ๆครั้งในเวลาที่ต่อเนื่องหรือใกล้เคียงกัน ด้วยเครื่องมือเดียวกันโดยผู้วัดคนเดิมภายใต้เงื่อนไขและภาวะแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งพบว่าสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบทั่วไปแล้วสิ่งที่มีความแปรปรวนและควบคุมได้ยากที่สุดในการวัดค่าซ้ำคือ ภาวะแวดล้อม ที่เห็นได้ง่ายได้แก่ อุณหภูมิและการสั่นสะเทือน

1.1.2 อุณหภูมิกับการวัด

เนื่องจากสมบัติของสารเช่นมิติ ความหนาแน่น ความหนืด ความตึงผิว ความสามารถให้กระแสผ่านได้ การขยายตัว เป็นต้น จะมีค่าแปรผันตรงหรือแปรผกผันกับอุณหภูมิของภาวะแวดล้อมที่สารนั้นดำรงอยู่ เพราะฉะนั้นการวัดปริมาณสมบัติดังกล่าวของสารให้ได้ค่าถูกต้องแน่นอนโดยคิดจากวิธีการวัดค่าซ้ำได้ จึงต้องวัดจากที่ภาวะอุณหภูมิเดียวกันเช่น ในการวัดมิติของวัตถุอันหนึ่ง เนื่องจากการขยายตัว(expansion)ของวัตถุจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิของภาวะแวดล้อมรอบๆของวัตถุ หากอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่บริเวณซึ่งถูกใช้ทำการวัดมิติของวัตถุนี้มีเปลี่ยนแปลงไม่มีความคงที่แล้วค่าของผลการวัดมิติในแต่ละครั้งที่ทำการวัดซ้ำก็จะมีความคลาดเคลื่อนกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านมิติ แม้ผู้วัดจะมีความชำนาญและใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูงก็ตาม ดังนั้นในการวัดค่ามิติซ้ำกันหลายๆครั้งเพื่อต้องการจะหาการวัดซ้ำได้ของการวัดมิติของวัตถุแล้ว อุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการทดสอบที่ดำเนินการวัดค่ามิติของวัตถุนั้นจะต้องมีค่าคงที่หรือมีความแปรปรวนน้อยที่สุด ผลการวัดซ้ำได้ของการวัดมิติของวัตถุจึงจะมีความแม่นยำมากที่สุด

ในมาตรฐานวิธีการทดสอบหรือสอบเทียบระดับประเทศหรือระหว่างประเทศ เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศไทย (มอก.) ของประเทศญี่ปุ่น (JIS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา(ASTM) ของประเทศอังกฤษ(BS) ของประเทศเยอรมัน(DIN) หรือองค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ(ISO) มักจะได้มีการกำหนดเงื่อนไขภาวะการทดสอบหรือสอบเทียบในเรื่องอุณหภูมิไว้เป็นสำคัญเสมอเพื่อให้ผู้ที่นำมาตรฐานไปใช้ในการปฏิบัติงานทดสอบ

---

(1)(2)(3)TED BUSH. FUNDAMENTALS OF DIMENTIONAL METROLOGY.WILKIE BROTHER FOUNDATION: DEMAR PUBLISHERS. P 16,88

และสอบเทียบจะได้ผลการวัดที่มีความถูกต้องแม่นยำ และน่าเชื่อถือ ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน ASTM E-11 ซึ่งเป็นมาตรฐานใช้กำหนดคุณสมบัติของตะแกรงทดสอบ(test sieve)ระบุไว้ว่าในการวัดมิติของช่องเปิดตะแกรง จะต้องทำการวัดที่อุณหภูมิ 23±2 องศาเซลเซียส ดังนั้นห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการวัดค่ามิติของช่องเปิดตะแกรงทดสอบจึงต้องถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิคงที่อยู่ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส โดยยอมให้อุณหภูมิแปรปรวนได้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส คือ อยู่ระหว่าง 21 องศาเซลเซียส ถึง 25 องศาเซลเซียส เท่านั้น

1.1.3 ความสั่นสะเทือนของอากาศกับการวัด

โดยทั่วไปแล้วพบว่าความสั่นสะเทือนของอากาศที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบมีผลกระทบต่อการอ่านค่าของเครื่องมือบางอย่าง เช่น เครื่องชั่งซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีใช้กันอยู่มากในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบทั่วๆไป บารอมิเตอร์แบบหลอดแก้วรูปตัวยูที่ใช้วัดค่าความดันจากการอ่านระดับความสูงของของเหลวที่บบรจุอยู่ในหลอดแก้ว

ในการวัดมวล(mass)ของวัตถุและสิ่งของต่างๆนั้น สามารถวัดได้โดยการชั่งวัตถุนั้นด้วยเครื่องชั่ง ซึ่งในการวัดมวลของวัตถุด้วยเครื่องชั่งนั้นอุณหภูมิจะมีผลต่อการวัดน้อยมากจนไม่นำมาพิจารณาได้ และถ้าตัดผลกระทบจากสนามแม่เหล็กสำหรับเครื่องชั่งแบบไฟฟ้าหรืออิเลคทรอนิกส์แล้ว ภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อเครื่องชั่งคือความสั่นสะเทือน(vibration) ความสั่นสะเทือนของอากาศที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ใช้เป็นสถานที่ติดตั้งเครื่องชั่งจะมีผลทำให้การอ่านค่าน้ำหนักที่ตัวแสดงหรือชี้ค่าการวัดได้แก่เข็มชี้ของมาตรวัด หรือตัวเลขดิจิตอลที่แสดงค่าเกิดการเคลื่อนที่ไม่อยู่นิ่งตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ค่าการอ่านหลักสุดท้ายจะไม่คงค่าถ้าเป็นเครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูงเช่น 0.00001 กรัม ค่าที่อ่านได้เป็นการประมาณด้วยสายตาทำให้ค่ามวลที่ชั่ง ได้นั้นมีความคลาดเคลื่อนสูง ซึ่งทำให้ผลการวัดซ้ำได้ในการวัดมวลของวัตถุขาดความแม่นยำ

1.1.4 ความสำคัญและรายละเอียดของปัญหา

ที่ผ่านมาห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบทั้งหมดของกรมวิทยาศาสตร์บริการได้ถูกออกแบบมาโดยมิได้คำนึงถึงความต้องการและความจำเป็นในการควบคุมภาวะแวดล้อมของห้องปฏิบัติการทดสอบตั้งแต่เริ่มแรกของการก่อสร้างอาคาร เนื่องจากมิได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าในการกำหนดพื้นที่ใช้งานที่ชัดเจน

การปรับปรุงห้องต่างๆภายในอาคารกรมวิทยาศาสตร์บริการให้เป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบตามความต้องการใช้งาน ถูกดำเนินการโดยขาดความรู้ความเข้าใจเท่าที่ควร ทำให้ได้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบไม่สามารถควบคุมภาวะแวดล้อมได้ตามความเหมาะสม

สอดคล้องกับงานที่ปฏิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการผลการทดสอบเช่น ห้องทดสอบและสอบเทียบด้านมิติและมวล ห้องทดสอบด้านไฟฟ้า เป็นต้น

ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบต่างๆที่ได้ทำการปรับปรุงนั้น ได้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้สำหรับปรับอุณหภูมิของอากาศในห้อง ซึ่งส่วนมากจะใช้แบบแขวนเพดานหรือเป็นแบบตั้งพื้นบ้าง จากการสังเกตุและตรวจสอบปรากฏว่าแม้จะตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้มีค่าอุณหภูมิตามที่ต้องการแล้วก็ตามอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการจะมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

จากการสังเกตขณะดำเนินงานในห้องปฏิบัติการทดสอบซึ่งได้ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้สำหรับปรับอุณหภูมิ พบว่าจากการใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบแท่งแก้วบรรจุของเหลว(liquid in glass thermometer)วัดอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการปรากฏว่ามีอุณหภูมิแตกต่างกันบางบริเวณมีค่าอุณหภูมิต่างจากค่าที่ได้ปรับตั้งเครื่องปรับอากาศไว้หลายองศาเซลเซียส อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการจะมีค่าอุณหภูมิแปรปรวนไม่คงที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่อยู่ใกล้กับหน้าต่างจะมีอุณหภูมิสูงมากกว่าบริเวณอื่นๆของห้องปฏิบัติการ นอกจากนั้นอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการจะมีความแตกต่างกันมากระหว่างช่วงเวลาตอนเช้ากับตอนบ่ายและเห็นได้อย่างชัดเจนในฤดูร้อน ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติของวัตถุหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิได้ง่ายหรือมีการกำหนดให้วัดค่า ณ ที่อุณหภูมิกำหนดไว้โดยเฉพาะ

นอกจากนี้ยังพบว่าเกิดความสั่นสะเทือนของอากาศภายในห้องปฏิบัติการเนื่องจากกระแสอากาศที่ถูกเป่าออกมาจากทางด้านหน้าเครื่องปรับอากาศและอากาศในห้องที่ถูกดูดไหลเวียนกลับเข้าไปทางด้านล่างของเครื่องปรับอากาศ เป็นผลให้เกิดกระแสอากาศและความสั่นสะเทือนขึ้นซึ่งมีผลต่อการวัดค่าของเครื่องชั่งที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องปฏิบัติการสำหรับชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทำให้อ่านค่าได้ยากเนื่องจากอากาศในห้องปฏิบัติการมีความสั่นสะเทือน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องชั่งที่ไม่มีที่ป้องกันลม และเครื่องชั่งที่มีค่าความละเอียด 0.00001 กรัม)
บารอมิเตอร์วัดความดันอากาศแบบหลอดแก้วรูปตัวยู เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาทดลองหาเทคนิคและวิธีแบบง่ายๆในการควบคุมภาวะแวดล้อมในเรื่องอุณหภูมิและความสั่นสะเทือนของอากาศที่มีผลต่อการวัดค่าปริมาณต่างๆในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ สำหรับใช้ในการออกแบบปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบทั่วไปโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมหรือเสียค่าใช้จ่ายไม่สูงกว่าการปรับปรุงห้องตามปกตินัก เพื่อ

1)ให้สามารถควบคุมอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบให้มีค่าอุณหภูมิคงที่ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการได้อย่างสม่ำเสมอ

2)ให้สามารถกำจัดความสั่นสะเทือนภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่เกิดจากลมที่ถูกเป่าออกมาจากทางด้านหน้าเครื่องปรับอากาศแล้วถูกดูดกลับเข้าไปทางด้านล่างของเครื่องปรับอากาศ

1.3 ขอบเขตของการศึกษาทดลอง

1)ศึกษาการควบคุมอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่อุณหภูมิและความสั่นสะเทือนมีผลต่อการวัด ได้แก่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบด้านมิติและแรงกับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ติดตั้งเครื่องชั่ง ว่ามีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศลักษณะ อย่างไร และมีขนาดเท่าใด บริเวณที่ใช้ทำงานหรือติดตั้งเครื่องมือวัดอยู่ตำแหน่งใดของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ

2)ศึกษาทดลองวัดค่าอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆของห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติและแรง กับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ติดตั้งเครื่องชั่ง

3)ศึกษาทดลองหาเทคนิคและวิธีการทำให้ลมที่เป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศให้สามารถกระจายออกไปที่บริเวณต่างๆของห้องอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ เพื่อทำให้อุณหภูมิห้องที่ต้องการมีค่าอุณหภูมิเท่ากันทั่วทั้งห้อง

4)ศึกษาหาเทคนิคและวิธีการที่จะทำให้การไหลเวียนของอากาศในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบไม่ก่อให้เกิดความสั่นสะเทือน

5)ศึกษาทดลองหาเทคนิคและวิธีการคำนวนอุณหภูมิห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบเพื่อทำให้อุณหภูมิของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ ที่ถูกทำให้มีค่าอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการแล้วมีค่าคงที่มากที่สุดตลอดเวลาที่ใช้งาน

6) สรุปผลการศึกษาวิจัยจากผลการทดลองของเทคนิคที่ได้ศึกษาพัฒนาขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาทดลองนี้ คือ

1)เป็นแนวทางในการเลือกพื้นที่หรือห้อง เพื่อที่จะใช้ปรับปรุงเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิของภาวะแวดล้อมภายในห้องให้คงที่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดเฉพาะ

2)เพื่อใช้เป็นต้นแบบของเทคนิคในการออกแบบปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนในห้องปฏิบัติการ

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการศึกษาทดลองเทคนิคแบบง่ายในการควบคุมอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนในห้องปฏิบัติการ นี้เริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2539 และสิ้นสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2541 รวมเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 1 ปี 9 เดือน

บทที่ 2
พื้นฐานความรู้

2.1ภาวะแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ

ในอดีต การทดสอบและวัดค่าปริมาณต่างๆของสารในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบนั้นส่วนมากจะดำเนินการโดยมิได้มีการควบคุมภาวะของห้องปฏิบัติการทดสอบ เนื่องจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบในสมัยก่อนจะมีลักษณะเป็นห้องเปิดเนื่องจากขาดงบประมาณในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ทำให้ภาวะแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบเช่นอุณหภูมิและความชื้นมีค่าเท่ากับภายนอกห้องหรือภายนอกอาคารของที่ตั้งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบนั้นๆ ต่อมาได้มีการปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบในส่วนที่จำเป็นต้องปรับอุณหภูมิให้สอดคล้องกับมาตรฐานวิธีการทดสอบ ซึ่งทำโดยการกั้นผนังห้องแล้วติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในห้องนั้นๆเท่าที่ได้รับอนุมัติงบประมาณมาเท่านั้น

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ติดตั้งเพียงเครื่องปรับอากาศอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำการควบคุมความคงที่และสม่ำเสมอของภาวะแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบได้ อีกทั้งมักจะมิได้มีการจัดทำระบบเฝ้าตรวจติดตาม(monitoring)ภาวะแวดล้อมของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่เหมาะสม ดังนั้นจึงทำให้พบปัญหาในเรื่องการควบคุมภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบตามที่มาตรฐานวิธีการทดสอบที่กำหนดให้ต้องมีการควบคุมภาวะแวดล้อมให้คงที่และสม่ำเสมอตามที่กำหนดไว้ ตลอดจนต้องจัดให้มีระบบเฝ้าตรวจติดตามอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบได้มีการดำเนินการการจัดทำระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล

2.2การปรับปรุงห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์มิได้มีความรู้ในเรื่องการออกแบบห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ต้องการควบคุมภาวะแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการให้คงที่ การออกแบบจึงมักจะเป็นไปตามที่ช่างผู้เขียนแบบออกแบบให้ ซึ่งช่างผู้ออกแบบเองก็ไม่ได้มีความรู้ในเรื่องเทคนิคและวิธีการทำให้อุณหภูมิในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คงที่และสม่ำเสมอเช่นกัน จึงเพียงแต่ออกแบบกั้นผนังห้องให้มีพื้นที่ตามที่นักวิทยาศาสตร์ต้องการและติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับขนาดของห้อง โดยมิได้คำนึงถึงปัจจัยอื่นๆที่มีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องไม่คงที่และสม่ำเสนอ

ตามความต้องการใช้งาน เช่น หน้าต่างมิได้ติดฉนวนป้องกันความร้อนที่ส่งผ่านเข้ามาจากภายนอกอาคาร ไม่ได้มีการป้องกันอากาศร้อนจากภายนอกห้องมิให้เข้ามาภายในห้องปฏิบัติการโดยตรงขณะเปิด-ปิดประตูห้องปฏิบัติการ เป็นต้น และติดตั้งเครื่องปรับอากาศตามขนาดของห้องเท่านั้น โดยส่วนมากจะเป็นแบบแยกส่วนชนิดแขวนเพดานอยู่ที่บริเวณใกล้กับหน้าต่าง เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบส่วนมากก็มักจะถูกจัดวางอยู่หรือติดตั้งให้อยู่ชิดกับผนังห้องหรือใกล้กับหน้าต่างซึ่งแสงแดดสามารถส่องถึงได้

2.3 ทิศทางของกระแสลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ

จากการสังเกตลักษณะและทิศทางของกระแสลมเย็นที่ถูกเป่าออกมาจากด้านหน้าของเครื่องปรับอากาศนั้นจะขึ้นอยู่กับแบบของหน้ากากที่ใช้บังคับทิศทางของกระแสลมที่เป่าออกมา ซึ่งจะมีอยู่สองแบบ ดังนี้

1) แบบปรับให้ทิศทางกระแสลมออกตามช่องที่อยู่คงที่ ซึ่งจะเป็นกรอบพลาสติกขนาดเล็กหลายๆอันวางเรียงอยู่ด้านหน้าของเครื่องปรับอากาศแต่ละอันจะมีใบเกล็ดฉียงๆที่เคลื่อนที่ไม่ได้ กรอบพลาสติกนี้สามารถวางเปลี่ยนทิศทางของเกล็ดได้เพื่อให้ทิศทางของลมไปตามทิศที่ต้องการ ทิศทางของกระแสลมที่ออกมาจากแต่ละช่องจะคงที่ ทำให้อุณหภูมิของบริเวณต่างๆภายในห้องมีค่าคงที่เฉพาะบริเวณที่กระแสลมตกถึงเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 1 ของภาคผนวก ข.
2) แบบที่ปรับให้กระแสลมเปลี่ยนทิศทางวนกลับไปกลับมา ซึ่งจะเป็นแกนใบเฉียงแบบเกลียวดอกสว่านและหมุนด้วยมอเตอร์ ติดไว้อยู่ด้านหน้าของเครื่องปรับอากาศเพื่อเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมที่เป่าออกมา ให้ผ่านใบเกร็ดที่ปรับทิศตามแนวดิ่งได้ ทำให้ทิศทางของกระลมจะหมุนเวียนเป็นวัฏจักร แต่กระแสลมส่วนใหญ่จะตกลงที่บริเวณหน้าเครื่องปรับอากาศดังแสดงในรูปที่ 2 ของภาคผนวก ข.

จากการสังเกตุพบว่ากระแสลมที่เป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศมีผลให้อากาศภายในห้องเกิดการกระเพื่อม เป็นผลทำให้จานวางตัวอย่างของเครื่องชั่งไม่หยุดนิ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องชั่งที่ความละเอียดมากๆ เนื่องจากแรงพยุงของอากาศ(air bouyancy force)ที่กระทำต่อจานวางตัวอย่างทำให้จานเกิดการกระเพื่อมอยู่ตลอดเวลา

2.4การสั่นสะเทือนของอากาศ

ขณะที่เปิดเครื่องปรับอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบนั้น อากาศภายในห้องจะมีการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นตรงด้านหน้าของเครื่องปรับอากาศบริเวณที่กระแสลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศวิ่งผ่าน กับบริเวณใต้เครื่องปรับอากาศส่วนที่ดูดอากาศในห้องกลับเข้าเครื่องปรับอากาศแต่จะเบากว่า เป็นผลทำให้เครื่องชั่งและเครื่องมืออื่นๆที่ไวต่อแรงสั่นสะเทือนของอากาศเช่นเวนจูรี่มิเตอร์ซึ่งเป็นหลอดแก้วรูปตัวยูซึ่งใช้วัดความดันของอากาศในการทดสอบทางฟิสิกส์ จะแสดงค่าการวัดไม่คงที่เนื่องจากแรงพยุงอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูงๆ ทำให้การทดสอบของห้องปฏิบัติการได้ผลไม่ถูกต้อง

2.5 การควบคุมความชื้น

โดยปกติทั่วๆไปนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดให้ใช้ในห้องปฏิบัติการการจะอยู่ในช่วงร้อยละ 40-60 ยกเว้นแต่กรณีที่มาตรฐานวิธีทดสอบกำหนดค่าจำเพาะไว้เท่านั้น

ปัจจุบันห้องปฏิบัติการสามารถจัดหาเครื่องควบคุมความชื้นที่มีคุณภาพดี เหมาะสมกับความต้องการใช้งานและไม่แพงมากได้ง่าย ดังนั้นการควบคุมความชื้นจึงไม่เป็นปัญหากับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ ยกเว้นห้องปฏิบัติการสอบเทียบบางสาขาเท่านั้นที่ต้องใช้เทคนิคพิเศษเฉพาะในการควบคุมความชื้น

2.6สมมุติฐานในการกระจายกระแสลม

ตามธรรมชาติกระแสของของไหลซึ่งได้แก่ของเหลวและก๊าซเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามแนวราบไปปะทะกับสิ่งกีดขวางก็จะหักเหเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เมื่อถูกปล่อยออกจากรูหรือช่องเล็กๆเช่นท่อยาง ให้ไหลตกลงกระทบพื้นนั้น จะสังเกตเห็นว่าถ้าของไหลถูกปล่อยให้ตกลงมาตรงๆตามแนวดิ่ง มวลของของไหลเมื่อกระทบพื้นแล้วจะสะท้อนกลับขึ้นมาและตกลงที่ตำแหน่งเดิมเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก แต่จะมีบางส่วนกระเด็นออกด้านข้างโดยรอบในระยะใกล้ๆ

แต่ถ้ากระแสของไหลถูกปล่อยออกไปด้วยความเร็วให้มีทิศขนานหรือทำมุมกับแนวระดับแล้วจะพบว่าของไหลจะตกกระทบพื้นราบที่ตำแหน่งในแนวราบห่างออกจากรูหรือปากท่อยาง แต่ระยะทางจะไกลหรือใกล้จากรูหรือปากท่อยางตามแนวราบแค่ไหนขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสของไหลและมุมที่กระแสของไหลทำกับแนวระดับซึ่งจะเป็นไปตามหลักการทางฟิสิกส์ใน

เรื่องการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง(projectile motion) [4] กรณีนี้ยังพบอีกว่ามวลของกระแสของไหลที่ตกกระทบพื้นส่วนหนึ่งยังจะสะท้อนกระเด็นไปตกทิศทางด้านหน้าได้อีกหลายครั้ง แต่ขนาดของมวลและระยะทางที่สะท้อนไปตกที่ข้างหน้าจะลดลงเรื่อยๆจนหยุดนิ่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง เหมือนดังเช่นการขว้างลูกปิงปองหรือลูกเทนนิสไปกระทบกับพื้นดินแล้วกระดอนไปข้างหน้าเรื่อยๆจนหยุดนิ่งและจะมีการเบี่ยงเบนทิศทางไปจากเดิมถ้าพื้นมีผิวขรุขระมาก

จากการพิจารณาปรากฏการณ์ดังกล่าว จึงได้ตั้งสมมุติฐานว่าถ้าติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้อยู่ระหว่างสิ่งกีดขวางที่ขนานกับเครื่องปรับอากาศดังแสดงในภาพที่4 ของภาคผนวก ข. เมื่อกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศในห้องปฏิบัติการส่วนหนึ่งถูกทำให้เคลื่อนที่วิ่งไปกระทบกับระนาบกีดขวางที่อยู่เหนือเครื่องปรับอากาศทำให้สะท้อนกลับลงมาในลักษณะกระจายออกตกไประนาบกีดขวางที่อยู่ด้านล่างและมีการสะท้อนกระจายต่อไปทางทิศด้านหน้าในลักษณะเคลื่อนที่แบบวิถีโค้งอีก กระแสลมอีกส่วนหนึ่งถูกปรับทิศให้เคลื่อนที่วิ่งในลักษณะวิถีโค้งตกลงสู่ระนาบกีดขวางที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศแล้วเกิดการสะท้อนกับพื้นระนาบกีดขวางไปทิศด้านหน้า โดยวิธีการนี้ก็จะทำให้กระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศสามารถเคลื่อนที่ในลักษณะกระจายออกไปตามทิศทางที่ถูกกำหนดโดยได้ระยะทางไกลมากขึ้นกว่าเดิม ดังแสดงในภาพที่ 5 ของภาคผนวก ข.

ถ้าระนาบกีดขวางที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศถูกทำให้มีช่องเปิด(opening)ขนาดเล็กๆเป็นระยะๆอย่างสม่ำเสมอแล้ว กระแสลมที่ตกลงบนระนาบกีดขวางนี้บางส่วนก็จะผ่านช่องเปิดเหล่านี้ลงไปในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบในแนวดิ่งอย่างช้าๆ บางส่วนที่กระทบพื้นระนาบกีดขวางก็จะสะท้อนเคลื่อนที่ไปทิศทางด้านหน้าและจะเป็นในลักษณะนี้เรื่อยไปอย่างต่อเนื่องดังแสดงในภาพที่ 6 ของภาคผนวก ข. ด้วยหลักการนี้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบก็จะได้รับลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศอย่างทั่วถึงโดยทำให้สามารถเป่าลมครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด

จึงได้นำสมมุติฐานดังกล่าวนี้ไปใช้เป็นหลักการในการศึกษาทดลองหาเทคนิคที่เหมาะสมในการทำให้กระแสลมที่เป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศถูกกระจายออกอย่างทั่วถึงทั้งห้องปฏิบัติการทดสอบ

---

(4) James T.Stipman and Jerry D.Wilson. An Introduction to Physiccal Science. 6th ed. Lexinton,Massachusetts Toronto.: D.C.Heath and Company.1990. p 111-112

บทที่3
เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทดลอง มีดังนี้

1) เครื่องไฮบริดมิเตอร์ สำหรับวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ
2) เทอร์โมมิเตอร์แบบLiquid in glass ที่อ่านค่า 0-100 เซลเซียส
3) กระดาษแข็งขนาด 60 X 100 เซนติเมตร จำนวน 20 แผ่น
4) เชือก 1 ม้วน
5) กระดาษบางเบา

3.2 สถานที่

สถานที่ใช้ในการศึกษาทดลองได้แก่

1) ห้องปฏิบัติการ 220(ห้องเครื่องชั่ง)และห้องปฏิบัติการ 206 (ห้องมิติ) อาคารตั้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ
2)ห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

3.3.1 ศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบทั่วไป

ได้ดำเนินการการศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220A)ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรมที่ได้ทำการกั้นห้องให้มีขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 6 เมตรและสูง3.5 เมตร เพดานไม่มีฝ้าและติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดแขวนเพดานขนาด 1800 บีทียูจำนวน 1 เครื่อง ที่มีอุปกรณ์ใช้บังคับทิศทางของกระแสลมที่เป่าออกมาแบบแกนหมุนเกลียวที่ปรับให้กระแสลมเปลี่ยนทิศทางวนกลับไปกลับมา ได้ทำการวัดอุณหภูมิอากาศภายในห้องโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว(Liquid in glass thermometer) โดยตั้งค่าอุปกรณ์ปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ค่า 20 องศาเซลเซียสแล้ว

ทำการวัดอุณหภูมิของอากาศในห้องที่บริเวณต่างๆเป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง เพื่อดูความสม่ำเสมอของอุณหภูมิห้องตามจุดต่างๆของห้อง

3.3.2 ศึกษาทดลองการสะท้อนของกระแสลมกับระนาบกีดขวางจำลอง

เพื่อศึกษาทดลองเทคนิควิธีการกระจายกระแสลมให้ได้ไกลและทั่วทั้งห้องตามสมมุติฐานในข้อ 2.7-ของบทที่2 จึงได้ดำเนินการสร้างระนาบกีดขวางแบบจำลองโดยใช้กระดาษแข็งขนาดกว้าง 1.5เมตร ยาว 3 เมตร สำหรับใช้แทนระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ โดยที่เพดานห้องเป็นระนาบกีดขวางที่อยู่เหนือเครื่องปรับอากาศ แล้วทำการทดลองดังนี้

3.3.2-1 <u>หาระยะทางที่กระแสลมตกเมื่อไม่มีระนาบกีดขวางจำลอง</u>:

ได้ทำการทดสอบหาตำแหน่งและระยะทางของบริเวณระนาบใต้เครื่องปรับอากาศที่กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศตกกระทบเมื่อยังไม่มีระนาบกีดขวางที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศ โดยการสังเกตุดูการเคลื่อนไหวของแถบกระดาษบางเบาที่ถูกนำไปติดที่ตำแหน่งต่างๆบนแนวเชือกที่ขึงไว้ในแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศให้ห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตรดังแสดงในภาพที่ 7 ของภาคผนวก ข.

3.3.2-2 <u>หาระยะทางที่กระแสลมตกเมื่อมีระนาบกีดขวางจำลอง</u> :

นำระนาบกีดขวางแบบจำลองที่ได้ทำจากกระดาษแข็งขนาดกว้าง 1.5 เมตรและยาว 3 เมตรที่ได้ทำเตรียมไว้แล้วมาติดตั้งเป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศไว้หน้าเครื่องปรับอากาศโดยวางบนโครงเส้นเชือกที่ขึงไว้เป็นตาราง แล้วทำการทดลองตรวจสอบหาตำแหน่งและระยะทางที่กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศตกกระทบแล้วดูว่าจะมีการสะท้อนเคลื่อนที่ไปข้างหน้าไกลกว่าระยะทางที่วัดได้ในข้อ 3.3.2-1 ตามสมมุติฐานหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่10 ของภาคผนวก ข.

3.3.3 ศึกษาทดลองการกระจายของกระแสลมจากระนาบกีดขวางที่มีช่องเปิด :

เพื่อให้อากาศในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบได้รับการปรับอุณหภูมิตามที่ต้องการจากการหมุนเวียนของกระแสลมที่เป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศแล้วไหลเวียนย้อนกลับเข้าไปทางช่องด้านหลังหรือข้างใต้เครื่องปรับอากาศ ระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศจะต้องมีช่องเปิดที่มีขนาดเหมาะสมจึงได้ดำเนินการศึกษาทดลองหาลักษณะและขนาดช่องเปิดที่ทำให้อากาศในห้องมีค่าอุณหภูมิตามที่ต้องการได้ในเวลาไม่นานนักอย่างทั่วถึงและไม่เกิดความสั่นสะเทือนอีกด้วย ในทางปฏิบัตินั้นระนาบกีดขวางจะต้องถูกติดตั้งแทนแผ่นยิปซั่มที่นิยมใช้ทำฝ้าเพดานกันทั่วไป วัสดุที่สามารถนำมาทำระนาบกีดขวางที่มีช่องเปิดและทำแผ่นฝ้าแทนแผ่นยิปซั่มได้

นั้นจะต้องไม่ชำรุดเสียหายได้ง่ายเมื่อทำให้มีช่องเปิด และจะต้องเป็นวัสดุที่หาง่ายที่มีวางขายอยู่แล้วในท้องตลาดหรือสามารถนำมาทำช่องเปิดขึ้นเองได้ไม่ยากนัก

จากการสำรวจวัสดุสำเร็จในท้องตลาดพบว่ามีแผ่นเหล็กบางเจาะรูกลม(punch plate) โดยรูกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรห่างกัน 2 มิลลิเมตร กับชนิดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง1 เซนติเมตรห่างกัน0.5 เซนติเมตรเท่าๆกันวางจำหน่ายอยู่ แต่จากการทดลองในเบื้องต้นกับแผ่นเหล็กบางเจาะรูกลมที่ซื้อจากท้องตลาดพบว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเป็นระนาบกีดขวางตามที่ต้องการ เนื่องจากระยะห่างระหว่างรูชิดติดกันมากเกินไป ทำให้กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศเมื่อตกลงมากระทบแล้วส่วนมากจะลอดผ่านรูที่อยู่ติดชิดกันไปเลยทำให้แทบไม่เกิดการสะท้อนไกลออกไปทิศข้างหน้าตามผลการทดลองของสมมุติฐานในข้อ 3.3.2-2 จึงทำให้เสมือนกับไม่มีระนาบกีดขวางอยู่ใต้เครื่องปรับอากาศ

จึงดำเนินการศึกษาทดลองการกระจายของกระแสลมจากระนาบกีดขวางที่มีช่องเปิดโดยการเจาะรูบนระนาบกีดขวางจำลองที่ทำด้วยกระดาษแข็งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตรเป็นแถวๆโดยอยู่ห่างกันแถวละ 5 เซนติเมตรทั้งสองด้าน แล้วนำไปติดตั้งในแนวระนาบใต้เครื่องปรับอากาศแบบที่ตัวปรับทิศทางกระแสลมเป็นแบบกรอบพลาสติกหน้าเครื่องปรับอากาศในห้อง 218 จากนั้นนำแถบกระดาษบางๆมาติดทางด้านล่างของระนาบกีดขวางกระดาษแข็งนี้ให้ใกล้กับรูที่เป็นช่องเปิด แล้วเปิดเครื่องปรับอากาศและสังเกตุลมที่ลอดผ่านรูช่องเปิดจากการเคลื่อนไหวของแถบกระดาษบางๆเหล่านั้น ผลจากการศึกษาทดลองนี้สังเกตุพบว่าแถบกระดาษส่วนใหญ่จะสั่นไหวเบาๆในแนวดิ่งซึ่งแสดงว่ามีกระแสอากาศไหลผ่านช้าๆ จะมีบ้างเพียงบางส่วนที่อยู่ใกล้กับหน้าเครื่องปรับอากาศที่พลิ้วในแนวเฉียงเนื่องจากแนวกระแสลมที่ถูกตั้งทิศทางให้วิ่งผ่านจากกรอบพลาสติกตกมาโดยตรงพอดี

จากการวัดอุณหภูมิของอากาศบริเวณที่ห่างจากหน้าเครื่องปรับอากาศประมาณ 3.5 เมตรและที่ต่ำลงมา 50 เซนติเมตรจากระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว โดยอุณหภูมิห้องขณะที่เริ่มทำการวัดมีค่า 28 องศาเซลเซียสให้ลดลงมาถึงค่าอุณหภูมิที่ต้องการคือ 23 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าอุณหภูมิมีอัตราการลดลงช้ามากต้องใช้เวลานานถึงประมาณ 2 ชั่วโมง

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาทดลองใหม่โดยการเจาะรูบนระนาบกีดขวางเพิ่มขึ้นที่ตรงกลางระหว่างแถวของรูเดิมที่เจาะไว้ ทำให้ระยะห่างระหว่างรูช่องเปิดที่ถูกทำขึ้นใหม่ห่างกัน 2 เซนติเมตรเป็นระยะๆเท่ากันทั้ง2ด้าน แล้วทำการศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศบริเวณที่ห่างลงมา 50 เซนติเมตรจากใต้ระนาบกีดขวางใหม่อีกครั้งหนึ่งแต่คราวนี้ได้ปรับแนวกระแสลม

ที่วิ่งผ่านจากกรอบพลาสติกให้ถูกตั้งทิศทางให้พุ่งกระทบเพดานเพื่อให้กระแสลมกระจายออกแบบกระเจิงก่อนตกลงมาผ่านรูช่องเปิดของระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศส่วนที่อยู่ใกล้กับหน้าเครื่องปรับอากาศ ผลการทดลองปรากฏว่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการบริเวณใต้ระนาบกีดขวางลงมา 50เซนติเมตร จะมีอัตราการลดลงจากอุณหภูมิ 28.5 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียสในเวลา 1ชั่วโมง 15 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระนาบกีดขวางที่เจาะรูให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและระยะห่างระหว่างรูที่เหมาะสมจะสามารถกระจายกระแสลมให้ออกไปได้ไกลและเป็นพื้นที่กว้างขึ้นจริงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3.3.4ศึกษาทดลองการไหลเวียนกลับของอากาศ

จากการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของอากาศภายในห้องปฏิบัติการที่มีแผ่นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศด้วยแถบกระดาษบางเบาที่ระดับสูงจากพื้นห้อง 1 เมตรและ 2 เมตรตามบริเวณต่างๆพบว่าอากาศมีการเคลื่อนไหวอยู่ รวมทั้งบริเวณใกล้กับช่องดูดอากาศให้ไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศ การเคลื่อนไหวและไหลเวียนของอากาศในห้องปฏิบัติการขณะเปิดเครื่องปรับอากาศจะมีลักษณะเด่นแสดงในภาพที่ 11 ของภาคผนวก ข. เป็นผลให้อากาศในห้องปฏิบัติการยังมีความสั่นสะเทือน ซึ่งเมื่อนำเครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดวางน้ำหนักด้านบนอยู่เหนือตัวเครื่องชั่ง(top loading balance)ที่แสดงค่าน้ำหนักเป็นตัวเลขอ่านได้ละเอียดถึง0.0001 กรัมมาวางไว้ที่บริเวณใต้เครื่องปรับอากาศก็สังเกตุพบว่าตัวเลขแสดงค่าน้ำหนักไม่สามารถหยุดนิ่งได้ไม่ว่าขณะจานเครื่องชั่งว่างเปล่าหรือมีวัตถุวางอยู่ก็ตาม ซึ่งเป็นการบ่งชี้ให้ทราบว่าแรงพยุงของอากาศ(air bouyancy force) ที่กระทำต่อจานเครื่องชั่งมีการเคลื่อนไหวมากเนื่องจากกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศทำให้เกิดความปั่นป่วน(turbulent)ของอากาศทำให้อากาศภายในห้องมีความสั่นสะเทือนขึ้น

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาทดลองเพื่อหาแนวทางแก้ไขมิให้กระแสลมที่ออกมาจากเครื่องปรับอากาศมีลักษณะที่ก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนกับอากาศในห้องปฏิบัติการได้ ซึ่งจากการศึกษาชนิดของระบบการหมุนเวียนอากาศของห้องควบคุมภาวะ(walk-in controlled environmental room)ที่มีใช้งานงานอยู่ในห้องปฏิบัติการ ทำให้ทราบว่ายังมีวิธีการไหลเวียนอากาศภายในห้องอีกแบบหนึ่งคือให้อากาศตกลงถึงระดับพื้นแล้วให้ไหลกลับทางช่องเปิดที่บริเวณผนังห้องซึ่งอยู่ติดกับพื้นห้อง ซึ่งจะไม่ทำให้อากาศบริเวณตอนบนและกลางของห้องเกิดการไหลวนขึ้นแต่จะตกลงสู่พื้นและถูกดูดอย่างช้าๆไปตามระดับพื้นห้องเข้าทางทางช่องเปิดที่ผนังห้องซึ่งอยู่ติดกับพื้นดังกล่าว ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการ

ออกแบบช่องทางที่จะให้อากาศไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศเพื่อจะได้ทำให้อากาศในห้องปฏิบัติการมีสภาพนิ่งไม่เกิดความสั่นสะเทือนตามที่ต้องการ

3.3.5 ดำเนินการออกแบบปรับปรุงห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาจากหนังสือในเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบห้องปฏิบัติการพบว่าในการออกแบบห้องปฏิบัติการที่ต้องการควบคุมอุณหภูมินั้นจะต้องทำให้ห้องนั้นมีการฉนวนความร้อนเพื่อป้องกันการแปรปรวนของอุณหภูมิภายในห้อง ซึ่งมักจะออกแบบให้พื้นที่ห้องอยู่ตอนกลางของตัวอาคารเพื่อให้ทางเดินและห้องอื่นๆเป็นตัวฉนวนให้แก่ห้องปฏิบัติการที่จะควบคุมอุณหภูมิ[5] และกำหนดให้มีทางเข้าออกมากกว่า 1 ทางเพื่อใช้เป็นทางฉุกเฉินเวลาเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ[6]

3.3.5-1<u>ห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206) กรมวิทยาศาสตร์บริการ</u>

เพื่อดำเนินการสร้างห้องปฏิบัติการทดสอบต้นแบบตามผลการศึกษาทดลองข้างต้น เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่และสม่ำเสมอตลอดเวลาตามที่ต้องการได้ง่ายและเป็นประหยัดงบประมาณนั้นโดยให้มีความคลาดเคลื่อนได้ ± 1 องศาเซลเซียส จึงได้ทำการออกแบบปรับปรุงห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไปเฉพาะบริเวณพื้นที่ส่วนที่จะใช้ในปฏิบัติงานทดสอบเท่านั้น จึงได้แบ่งพื้นที่ห้องดังกล่าวให้เป็นสองส่วนเท่าๆกันคือกว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตรส่วนหนึ่งใช้เป็นห้องปฏิบัติการทดสอบทางมิติและอีกส่วนหนึ่งเป็นห้องสำหรับให้เจ้าหน้าที่นั่งทำงาน อย่างไรก็ตามก็ยังมีผนังห้องด้านหนึ่งเป็นหน้าต่างกระจกที่สัมผัสกับอากาศภายนอกอาคารอยู่

ประตูห้องด้านที่จะเปิดออกสู่ภายนอกห้องของส่วนที่ปรับปรุงเป็นห้องปฏิบัติการทดสอบทางมิติซึ่งต้องการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ออกแบบให้เป็นลักษณะประตู2 ชั้น เพื่อให้อากาศระหว่างชั้นประตูทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนและฝุ่นจากภายนอกห้องส่วน ผนังที่กั้นกลางห้องกรุด้วยกระจกสีเข้มและได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 18000 บีทียู จำนวน 2 เครื่องสำหรับใช้ทำงานสลับกัน ขอบหน้าต่างทุกบานถูกผนึกรอยต่อระหว่างตัวบานกับกรอบหน้าต่างด้วยกาวยางซิลิคอน

ส่วนวัสดุที่จะใช้ทำระนาบกีดขวางที่มีช่องเปิดใต้เครื่องปรับอากาศเพื่อแทนแผ่นฝ้าเพดานยิปซั่มบนที-บาร์ตามที่นิยมใช้กันนั้น ได้เลือกใช้แผ่นอะลูมิเนียมหนา 1 มิลลิเมตรมาทำ

---

(5) W.R.Ferguson. PRACICAL LABORATORY PLANNING. London :Appied Science Publishers LTD.

(6) Louis J. Diberardins,Garit Gatwood,Edward Groden,Melvin W. First and Anand K. Seth . GUIDLINEES FOR LABORATORY DESIGN:Health and safty consideration.New York.:Awiley-interscience Publication,JOHN-WILEY & SON

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ระนาบกีดขวางที่มีช่องเปิดโดยการนำแผ่นอะลูมิเนียมมาเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรให้มีระยะห่างระหว่างแต่ละรูเป็น 2 เซนติเมตรตามผลการศึกษาในข้อ3.2.3 ของบทที่ 3 เนื่องจากราคาถูกและมีน้ำหนักเบา ลักษณะดังแสดงในภาพที่12 ของภาคผนวก ข. แล้วตัดให้ได้ขนาด 60 X 60 เซนติเมตรสำหรับวางบนที-บาร์อะลูมิเนียม

ส่วนการไหลเวียนของอากาศภายในห้องนั้นได้ออกแบบให้อากาศไหลกลับเข้าเครื่องปรับอากาศทางปล่องอากาศขนาด 30 X 15 เซนติเมตรที่ออกแบบให้ต่อจากเครื่องปรับอากาศให้ยาวลงมากับพื้นห้อง โดยที่ปากปล่องให้อยู่สูงจากพื้น 20 เซนติเมตร และเดินปล่องอากาศเข้ากับทางให้อากาศไหลเวียนเข้าของเครื่องปรับอากาศดังแสดงในรูปที่ 13 ของภาคผนวก ข.

เมื่อปรับปรุงห้องเสร็จแล้วได้ทำการทดลองวัดอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนที่บริเวณต่างๆภายในห้อง 206 ส่วนที่ปรับปรุงนี้

3.3.5-2 <u>ห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ ม.มหิดล</u>

ต่อมาในปลายปี พ.ศ. 2540 ได้ทำการออกแบบและปรับปรุงจัดทำห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติของ หน่วยวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยามหิดล ให้สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส โดยห้องที่เลือกทำการปรับปรุงนี้มีขนาด 6 X 5 เมตร ถูกล้อมรอบด้วยห้องทดลองอื่นๆที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศอยู่ถึง 3 ด้าน อีกด้านหนึ่งติดกับทางเดินตรงกลางของชั้นและผนังของห้องนี้ทึบทุกด้าน มีประตูกระจกขนาด 0.8X2.0 เมตรจำนวน 2 ประตูอยู่ติดมุมห้องด้านหน้าข้างละบาน ซึ่งลักษณะของห้องปฏิบัติการวิจัยนี้จะถูกฉนวนด้วยทางเดินและห้องปฏิบัติงานอื่นๆโดยรอบ ได้กำหนดให้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 1800 บีทียู จำนวน 2 เครื่องด้านทางเข้าห้องสำหรับทำงานสลับกันหรือใช้เร่งการปรับอุณหภูมิให้เร็วขึ้น ส่วนระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศใช้แผ่นอะลูมิเนียมที่เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรมีระยะห่างระหว่างแต่ละรูเป็น 2.5 เซนติเมตรแล้วเคลือบสีให้สวยงาม เมื่อปรับปรุงเสร็จแล้วได้ดำเนินการทดลองวัดอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้อง

บทที่ 4
ผลการศึกษาทดลอง

4.1ผลการทดลองวัดอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการทั่วไป

จากการดำเนินการศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220A)ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 ตามข้อ3.3.1 ปรากฏว่าอุณหภูมิของอากาศจะลดลงอย่างรวดเร็วประมาณ 3-4 องศาเซลเซียส และพบว่าอุณหภูมิตามจุดต่างๆภายในห้องในช่วง 30 นาทีหลังจากเปิดเครื่องปรับอากาศมีค่าแตกต่าง โดยเฉพาะบริเวณที่ใกล้กับหน้าต่างกับบริเวณที่กระแสลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศวิ่งผ่านจะแตกต่างกันประมาณ 3 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆของห้องปฏิบัติการไม่คงที่และสม่ำเสมอ

ต่อมาภายหลังเมื่อได้จัดซื้อเครื่องไฮบริดมิเตอร์(Hybrid meter)ซึ่งเป็นเครื่องมือแสดงและบันทึกค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิล(10-20 เส้น)วัดค่าได้พร้อมๆกันในเวลาเดียวกัน จึงได้ดำเนินการศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิบริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง220)ตามตำแหน่งต่างๆในผังตามที่แสดงในรูปที่ 3 ของภาคผนวก ข ในวันที่ มีนาคม 2540 โดยตั้งค่าอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องจะมีค่าแตกต่างกัน บริเวณหน้าเครื่องปรับอากาศที่กระแสลมเย็นตกผ่านจะมีอุณหภูมิใกล้เคียง 20 องศาเซลเซียส แต่ที่บริเวณใกล้กับหน้าต่างจะมีอุณหภูมิประมาณ 23 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องจะคงที่เฉลี่ยที่ 21.5องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการทั่วไปมีค่าไม่เท่ากันขณะที่ใช้เครื่องปรับอากาศ รายละเอียดของข้อมูลผลการศึกษาทดลองนี้ได้แสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ของภาคผนวก ก.

4.2 ผลการศึกษาทดลองการสะท้อนของกระแสลมกับระนาบกีดขวางจำลอง

4.2.1 เมื่อไม่มีระนาบกีดขวางจำลอง:

ผลจากการศึกษาทดลองกับเครื่องปรับอากาศที่ตัวปรับทิศทางกระแสลมเป็นแบบกรอบพลาสติกหน้าเครื่องปรับอากาศขนาด 1800 บีทียู(1.5 ตัน) \ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบด้านเชิงกล(ห้อง218)พบว่าเมื่อจัดกรอบพลาสติกที่ใช้ปรับทิศทางกระแสลมให้กระแสลมมีทิศหันไปทุกทิศให้ทั่วมากที่สุดแล้วผลปรากฏว่ากระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศสามารถตกที่แนวระนาบกีดขวางที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศได้ระยะทางไกลที่สุดประมาณ

4.5 เมตรจากกรอบพลาสติกหน้าเครื่องปรับอากาศ โดยเกิดแนวช่องว่างที่ไม่มีกระแสลมตกได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดทิศทางของกรอบพลาสติกปรับทิศทางกระแสลม ดังแสดงลักษณะและตำแหน่งการตกของกระแสลมในภาพที่ 8 ของภาคผนวก ข.

ส่วนผลการศึกษาทดลองกับเครื่องปรับอากาศแบบที่ใช้แกนหมุนเกลียวปรับทิศทางกระแสมผ่านใบเกล็ดหน้าเครื่องปรับอากาศในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง220)นั้นปรากฏว่ากระแสลมจะตกที่แนวระนาบกึดขวางที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศได้ระยะทางไกลที่สุดเป็นรัศมีประมาณ 3 เมตรจากหน้าเครื่องปรับอากาศในลักษณะเป็นแนวโค้งรูปพัด โดยที่กระแสลมสามารถครอบคุมได้ทั่วทั้งบริเวณจากการปรับใบเกล็ดหน้าเครื่องปรับอากาศ ดังแสดงลักษณะและตำแหน่งการตกของกระแสลมในภาพ 9 ของภาคผนวก ข. จากการสังเกตุจะเห็นว่ากระแสลมจะไม่ตกต่อเนื่องที่จุดบริเวณเดิมตลอดเวลา เนื่องจากกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจาเครื่องปรับอากาศจะส่ายเคลื่อนไปมาตามการหมุนของแกนหมุนเกลียวปรับทิศทางของกระแสลม

4.2.1 เมื่อมีระนาบกีดขวางจำลอง:

จากการศึกษาทดลองกับเครื่องปรับอากาศที่ตัวปรับทิศทางกระแสลมเป็นแบบกรอบพลาสติกหน้าเครื่องปรับอากาศขนาด 1800 บีทียู(1 ตันครึ่ง)ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบด้านเชิงกล(ห้อง218)โดยที่กรอบพลาสติกปรับทิศทางยังอยู่ในลักษณะเดิมของการทดลองในข้อ3.2.1 ผลการทดลองปรากฏว่ากระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศสามารถตกที่ระนาบกีดขวางจำลองที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศได้ออกไปไกลประมาณ 7 เมตรจากกรอบพลาสติกหน้าเครื่องปรับอากาศ เมื่อทดลองกับเครื่องปรับอากาศแบบที่ใช้แกนหมุนเกลียวปรับทิศทางกระแสมผ่านใบเกล็ดหน้าเครื่องปรับอากาศในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง220) ปรากฏว่าสามารถตกที่ระนาบกีดขวางจำลองที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศได้ออกไปไกลประมาณ 5 เมตร

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากระแสลมที่ถูกเป่าออกจากเครื่องปรับอากาศให้เคลื่อนที่ขนานหรือทำมุมกับแนวราบเมื่อตกกระทบพื้นระนาบกีดขวางแล้วจะสะท้อนเคลื่อนที่ไกลออกไปได้อีกจริงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

4.3 ผลการศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิห้องปฏิบัติการที่ปรับปรุงแล้ว

4.3.1 ผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)

จากการศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องด้วยสายเทอร์โมคัปเปิลชนิด T(T type themocouple) ซึ่งอุณหภูมิอากาศในห้องจะถูกบันทึกเก็บไว้และแสดงค่าอุณหภูมิ

ขณะใดๆด้วยเครื่องไฮบริดมิเตอร์ โดยเริ่มจากการวัดอุณหภูมิอากาศของห้องขณะที่ยังไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศจนอากาศภายในห้องมีอุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิที่ได้ตั้งไว้ตามที่ต้องการตามที่ได้ตั้งค่าไว้ที่อุปกรณ์ปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ คือที่ค่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.)ขณะเมื่อได้ทำการติดตั้งแผ่นฝ้าเพดานที่จะเป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศแผ่นที่ทำจากอะลูมิเนียมเจาะรูแล้ว การทดลองวัดค่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติขณะที่ได้ติดตั้งแผ่นฝ้าที่ทำจากอะลูมิเนียมเจาะรูเป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศเรียบร้อยแล้ว เมื่อวันที่ 2 และวันที่ 3 เมษายน 2540 โดยปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในห้องขณะเริ่มทำการศึกษาทดลองมีค่าอุณหภูมิประมาณ 27.5 องศาเซลเซียส

ปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 2 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องจึงลดลงมาใกล้ค่า 20 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งค่าไว้และสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วง 1 ชั่วโมงแรก รายละเอียดของข้อมูลผลการศึกษาทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ของภาคผนวก ข.

และได้ดำเนินการทดลองวัดอุณหภูมิอากาศในห้องนี้อีกในวันที่ 18 พฤศจิกายน 2540 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.30 น.และปิดเวลา13.40 น. โดยตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 28 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าประมาณ 25 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าใช้เวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง 10 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องปฏิบัติการจึงลดลงคงที่ใกล้เคียงกับค่า 20 องศาเซลเซียสตามที่ต้องการ และจะเห็นว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าแตกต่างกันอยู่ประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส รายละเอียดของข้อมูลผลการศึกษาทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 ของภาคผนวก ข.

2)ขณะที่ไม่ได้ติดตั้งแผ่นฝ้าเพดานที่จะเป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศที่ทำจากอะลูมิเนียมเจาะรูตามที่ออกแบบไว้เพื่อเปรียบเทียบผลการวัดค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการเครื่องชั่ง(ห้อง220)ที่ได้ศึกษาทดลองมาก่อนแล้ว ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)ขณะที่ไม่ได้ติดตั้งแผ่นฝ้าที่ทำจากอะลูมิเนียมเจาะรู(punch plate)เป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ เมื่อวันที่ 5 เมษายน 2540 ซึ่งได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 12.20 น.และปิดเวลา16.00 น.และปรับตั้งค่า

อุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอากาศภายนอกห้องในอาคารมีค่าอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการมีค่าประมาณ 27 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องจึงลดลงมาได้ใกล้เคียงกันมากที่สุดที่ค่า 21 องศาเซลเซียสและสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าแตกต่างกันอยู่อย่างชัดเจนในช่วง 1 ชั่วโมงแรก และยังพบว่าบริเวณตำแหน่งที่อยู่ใต้เครื่องปรับอากาศและอยู่ติดกับหน้าต่างห้องนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณอื่นๆอยู่ประมาณ 1.5-2 องศาเซลเซียส ดังแสดงรายละเอียดผลการทดลองไว้ในตารางที่ 5 ของภาคผนวก ก.

และต่อมาได้ทำการศึกษาทดลองอีกครั้งหนึ่งในวันที่ 18 พฤศจิกายน 2540 ซึ่งได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.10 น.และปิดเวลา13.40 น. ตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 28 องศาเซลเซียสส่วนอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าประมาณ 25.5 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าใช้เวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องก็ลดลงมาใกล้เคียงค่า 20 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งค่าไว้และสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิที่จุดซึ่งติดกับหน้าต่างจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่อื่นๆเล็กน้อย รายละเอียดของข้อมูลผลการศึกษาทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 ของภาคผนวก ข.

ภาพแสดงการศึกษาทดลองวัดค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)ด้วยสายเทอร์โมคับเปิลที่ต่ออยู่กับเครื่องไฮบริดมิเตอร์ดังแสดงในภาพที่ 17 ของภาคผนวก ข. และผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิลสูงเพื่อวัดค่าอุณหภูมิอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบ ด้านมิติ(ห้อง206) ซึ่งได้ทำการปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัยแล้วดังแสดงในภาพที่ 18 ของภาคผนวก ข.

4.3.2 ผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ

เมื่อการปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติของหน่วยวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลได้แล้วเสร็จ จึงได้ดำเนินการทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องตามบริเวณต่างๆในห้องดังแสดงในภาพที่19 ของภาคผนวก ข โดยทำการวัดตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ 14 จุดดังแสดงในภาพที่20 ของภาคผนวก ข ในวันที่ 22 และ23 พฤศจิกายน 2540 เพื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาทดลองของห้องและผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิลสูงเพื่อวัดค่าอุณหภูมิอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง

206) กรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิของอากาศไปแล้วในวันที่ 16 และ18 พฤศจิกายน 2540 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.10 น.และปิดเวลา13.40 น.และตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 ผลปรากฏว่าใช้เวลานานเพียง 40 นาทีอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 24 –24.5 องศาเซลเซียสก็ลดอุณหภูมิลงมาใกล้ค่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสตามที่ต้องการ และยังคงค่าอุณหภูมิได้นานประมาณ 30 นาที รายละเอียดข้อมูลผลการทดลองในตารางที่ 9และตารางที่10 ของภาคผนวก ก.

4.3.3ผลการทดสอบการสั่นสะเทือนภายในห้องห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)

จากการทดสอบโดยการใช้แถบกระดาษเบาบางไปไว้ที่ตำแหน่งต่างทั่วห้องปฏิบัติการปรากฏว่าอากาศที่บริเวณต่างๆในห้องปฏิบัติการวิจัยไม่แสดงการกระเพื่อมหรือเกิดการสั่นสะเทือนเลย และจากการสังเกตุเครื่องชั่งไฟฟ้าขนาด 210 กรัมอ่านค่าได้ละเอียด 0.00001 กรัมที่นำมาติดตั้งไว้ภายในเครื่องก็ไม่ปรากฏอาการไม่อยู่นิ่งของตัวเลขแสดงค่าหลักสุดท้ายดังเช่นที่เคยปรากฏขณะที่ติดตั้งอยู่ในห้อง220 ที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุงตามแบบเทคนิคที่ได้ศึกษาวิจัยนี้

4.4 การเปรียบเทียบผลการศึกษาทดลอง

จากผลการศึกษาทดลองวัดค่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206ตึกกรมวิทยาศาสตร์บริการ)กับห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติคณะทันสตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลซึ่งได้ทำการปรับปรุงตามแบบและเทคนิคที่ได้ศึกษาทดลองวิจัยข้างต้นนั้น พบว่า

1)การปรับลดอุณหภูมิให้มีค่าตามที่กำหนดของห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติจะใช้ เวลาน้อยกว่าห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206) เมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่าเนื่องจากลักษณะที่ตั้งของห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติถูกล้อมรอบทางเดินที่คั่นระหว่างห้องและห้องทดลองที่ด้านข้างๆซึ่งเป็นผลทำให้เสมือนกับเป็นการฉนวนกันความร้อนให้กับห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ ทำให้การถ่ายเทอุณหภูมิให้กับสิ่งแวดล้อมภายนอกเกิดขึ้นน้อยมากๆ ส่วนห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)นั้นผนังห้องสัมผัสกับอากาศภายนอกอาคารโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านที่เป็นหน้าต่างซึ่งจะได้รับรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ในปริมาณที่มากในตอนบ่ายเป็นผลให้เกิดการถ่ายเทอุณหภูมิให้กับสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่า ดังนั้นการปรับอุณหภูมิ

อากาศภายในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)ให้ได้ค่าที่กำหนดจึงใช้เวลานานกว่า

2)การทำให้อากาศไหลกลับเข้าเครื่องปรับอากาศทางปล่องอากาศที่ออกแบบให้ต่อจากเครื่องปรับอากาศให้ยาวลงมากับพื้นห้องในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)เพื่อทำให้อากาศในห้องปฏิบัติการไม่เกิดการสั่นสะเทือนนั้น ใช้ได้ผลดีเช่นเดียวกับที่ออกแบบให้อากาศไหลกลับเข้าเครื่องปรับอากาศทางช่องด้านล่างของผนังที่สร้างขึ้นปิดลงมาจากแนวช่องไหลกลับเข้าเครื่องปรับอากาศของห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งดูเรียบร้อยสวยงาม

บทที่ 5
วิจารณ์ผลและสรุปผลการศึกษาทดลอง

จากการพิจารณาขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาวิจัย สมมุติฐานในเชิงทฤษฎีทางฟิสิกส์ กระบวนศึกษาและออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐาน การออกแบบปรับปรุงห้องปฏิบัติการตามผลการศึกษาวิจัย และผลการศึกษาทดลองวัดค่าอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการที่ได้ปรับปรุงตามรูปแบบจากผลการศึกษาทดลองเทคนิคแบบง่ายในการควบคุมอุณหภูมิและการสั่นสะเทือนในห้องปฏิบัติการนั้น พบว่า

1) ห้องปฏิบัติการทั่วไปที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวน ภายในห้องปฏิบัติการจะเกิดการสั่นสะเทือนเนื่องจากความแรงของกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาทางด้านหน้าของเครื่องปรับอากาศและจากการไหลเวียนของอากาศที่ถูกดูดให้ย้อนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศทางด้านล่างหรือด้านหลังเป็นผลให้เครื่องมือวัดที่แรงพยุงอากาศมีผลต่อการทำงานแสดงค่าการวัดไม่แน่นอน และการที่กระแสลมเย็นที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศไม่ได้ตกกระจายออกครอบคลุมบริเวณพื้นที่ห้องทั้งหมด บริเวณที่กระแสลมเย็นตกผ่านจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณที่กระแสลมไม่ได้ตกผ่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่อยู่ใกล้กับหน้าต่างซึ่งไม่ได้ติดฉนวนกันความร้อนจะสัมผัสกับอากาศภายนอกอาคารทำให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงที่สุดในห้อง

ผลของการวัดค่าอุณหภูมิของห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220)เมื่อวันที่ 24และ25 มีนาคม 2540 เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมไว้ 20องศาเซลเซียส ปรากฏว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆภายในห้องมีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนอุณหภูมิเฉลี่ยของห้องจะอยู่ที่ 21.5 องศาเซลเซียสและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 1 องศาเซลเซียส นั่นคืออุณหภูมิของห้องจะมีค่าอยู่ระหว่าง 20.5 องศาเซลเซียส ถึง 22.5 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าอุณหภูมิต่ำสุดก็ยังสูงกว่าค่าที่ต้องการอยู่ 05 องศาเซลเซียส ส่วนผลของการวัดค่าอุณหภูมิของห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220)เมื่อวันที่ 14 และ16 พฤศจิกายน 2540 เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมไว้ 20องศาเซลเซียส ปรากฏว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆภายในห้องมีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน และอุณหภูมิเฉลี่ยของห้องจะมีค่า 21 องศาเซลเซียสและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.5 องศาเซลเซียส นั่นคืออุณหภูมิของห้องจะมีค่าอยู่ระหว่าง 20.3 องศาเซลเซียส ถึง 21.2 องศาเซลเซียส บริเวณที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่สูงกว่าค่า

อุณหภูมิที่ต้องการ 0.5 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการทั่วๆไปที่เพียงแต่ติดเครื่องปรับอากาศยังไม่สามารถใช้เป็นห้องควบคุมอุณหภูมิได้โดยเฉพาะที่ต้องการให้อุณหภูมิมีค่าการแปรปรวนแคบๆได้

2)ในการศึกษาทดลองสมมติฐานของเทคนิคที่ทำให้กระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากหน้าเครื่องปรับอากาศกระจายออกไปได้ทั่วทั้งห้องและลดความแรงลง โดยการทำให้การสะท้อนของกระแสลมเพื่อทำให้ระยะทางที่ลมเคลื่อนที่ได้เพิ่มขึ้นและเกิดการกระจายได้มากขึ้นโดยใช้ระนาบกีดขวางนั้น ไม่สามารถทดลองแผ่นพื้นเจาะรู(punched plate)ที่ใช้เป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศได้ทุกขนาดเนื่องจากแผ่นพื้นเจาะรูที่มีขายในท้องตลาดมีเฉพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรที่มีระยะห่างของรู 2 มิลลิเมตร กับกับที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรที่มีระยะห่างของรู 0.5 เซนติเมตรซึ่งทดสอบแล้วพบว่าอากาศไม่เกิดการสะท้อนตามสมมุติฐานเนื่องจากระยะห่างระหว่างรูช่องเปิดใกล้กันมากทำให้กระแสลมที่วิ่งลงมาบนพื้นระนาบกีดขวางผ่านรูเปิดบริเวณที่ลมตกหมด จึงทำระนาบกีดขวางจำลองที่ทำจากกระดาษแข็งเจาะรูขนาด 1 เซนติเมตรเป็นแถวขนานห่างกัน 5 เซนติเมตรกับระนาบกีดขวางจำลองที่ทำจากกระดาษแข็งเจาะรูขนาด 1.เซนติเมตรเป็นแถวขนานห่างกัน2เซนติเมตรมาทดสอบการสะท้อนของกระแสลมเพื่อทำให้ระยะทางที่ลมเคลื่อนที่ได้ไกลเพิ่มขึ้นและเกิดการกระจายได้มากขึ้น ผลการทดสอบพบว่าทั้งสองแบบสามารถทำให้กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศกระจายลมได้ระยะทางไกลขึ้นและจากตรวจสอบการเคลื่อนไหวของอากาศที่ผ่านรูช่องเปิดเมื่อได้มีปรับให้กระแสลมบางส่วนมีการกระทบและสะท้อนจากเพดานห้องแล้วพบว่าอากาศที่ลอดผ่านรูช่องเปิดลงมาจะค่อนข้างนิ่ง

และจากการทดลองวัดอุณหภูมิภายในห้องโดยใช้ระนาบกีดขวางจำลองที่ทำจากกระดาษแข็งเจาะรูขนาด 1 เซนติเมตรเป็นแถวขนานห่างกัน 5 เซนติเมตร กับระนาบกีดขวางจำลองที่ทำจากกระดาษแข็งเจาะรูขนาด 1 เซนติเมตรเป็นแถวขนานห่างกัน 2 เซนติเมตร ตามหัวข้อ 3.2.3 ของบทที่3 ปรากฏว่าการลดลงของอุณหภูมิถึงค่าที่ต้องการเมื่อใช้ระนาบกีดขวางจำลองที่ระยะห่างระหว่างรูช่องเปิด 5 เซนติเมตรจะใช้เวลามากกว่าเมื่อใช้ระนาบกีดขวางจำลองที่ระยะห่างระหว่างรูช่องเปิด 2 เซนติเมตรอยู่ประมาณ 1 ชั่วโมง ดังนั้นจึงได้ใช้แผ่นอะลูมิเนียมเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูขนาด 1 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างรู 2 เซนติเมตรในการปรับปรุงห้องปฏิบัติการต้นแบบ

3)เนื่องจากการศึกษาทดลองวัดค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการก่อนและหลังการปรับปรุงนั้นได้ทำการทดลองที่ระยะเวลาห่างกันไม่ต่อเนื่อง ภายหลังการตั้งสมมุติฐานและทำการศึกษาทดลองในขั้นต้นแล้วต้องรอการจัดซื้อเครื่องไฮบริดมิเตอร์และการดำเนินการปรับปรุงห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)ตามแบบที่เขียนขึ้นจากผลการศึกษาวิจัยในขั้นต้นในช่วงฤดูร้อน และได้ทำการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการทั้งหมดอีกครั้งในช่วงฤดูหนาว เมื่อได้ทำการปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิจัยของแผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลแล้วเสร็จในเวลาต่อมา ทำให้ได้ผลการเปรียบเทียบการควบคุมอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการก่อนและหลังการปรับปรุงห้องตามเทคนิคที่ศึกษาวิจัยทั้งในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว

การวัดค่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้วยเทอร์โมคัปเปิลที่ต่อเข้ากับเครื่องไฮบริดมิเตอร์ทำให้สามารวัดอุณหภูมิได้หลายๆจุดในเวลาเดียวกัน ทำให้การทดลองมีประสิทธิภาพและได้ค่าผลการวัดอุณหภูมิที่มีความแม่นยำมาก

ผลของการวัดค่าอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการด้านมิติ(ห้อง 206) เมื่อวันที่ 2,3เมษายน 2540 เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมไว้ 20องศาเซลเซียส ปรากฏว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของห้องจะอยู่ที่ 20.3 องศาเซลเซียสและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.3 องศาเซลเซียส นั่นคืออุณหภูมิของห้องจะมีค่าอยู่ระหว่าง 20 องศาเซลเซียส ถึง 20.6 ซึ่งค่าอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ที่ค่า 20 องศาเซลเซียสพอดี และผลของการวัดค่าอุณหภูมิของห้องอีกครั้งหนึ่งในวันที่ 18 พฤศจิกายน 2540 ตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมไว้ 20 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าอุณหภูมิอุณหภูมิเฉลี่ยของห้องจะอยู่ที่ 20.1 องศาเซลเซียส และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.3 องศาเซลเซียส นั่นคืออุณหภูมิของห้องจะมีค่าอยู่ระหว่าง 19.8 องศาเซลเซียส ถึง 20.4 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นค่าช่วงอุณหภูมิห้องที่ครอบคลุมได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ต้องการคือ 20 องศาเซลเซียสมาก

ส่วนผลของการวัดค่าอุณหภูมิของห้องปฏิบัติกรวิจัยทางมิติเมื่อวันที่ 22,23 พฤศจิกายน 2540 เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมไว้ 20องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยของห้องจะอยู่ที่ 20.1 องศาเซลเซียสและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.2 องศาเซลเซียส นั่นคืออุณหภูมิของห้องจะมีค่าอยู่ระหว่าง 19.9 องศาเซลเซียส ถึง 20.3 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นค่าช่วงอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ต้องการคือ 20 องศาเซลเซียสมาก

จากผลการทดลองวัดอุณหภูมิอากาศในห้องปฏิบัติการที่ได้ทำการปรับปรุงให้มีลักษณะดังกล่าวข้างต้นนี้ ของห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการและห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าเทคนิคนี้สามารถทำให้อุณหภูมิของอากาศในห้องมีค่าสม่ำเสมอทั่วทั้งห้อง โดย ห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206)จะใช้เวลาลดอุณหภูมิลงเข้าใกล้ค่า 20 องศาเซลเซียสตามที่ปรับตั้งไว้ในเวลา 2 ชั่วโมงในช่วงฤดูร้อน และใช้เวลา 1.5 ชั่วโมงในช่วงฤดู ทั้งนี้เนื่องจากห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติเป็นห้องที่ที่อยู่บริเวณตรงกลางของอาคาร ถูกล้อมรอบด้วยทางเดินและห้องอื่นๆ เสมือนถูกฉนวนไว้โดยรอยห้องจึงทำให้สามารถใช้เวลาในการปรับอุณหภูมิให้ได้ค่าที่ต้องการน้อยกว่าเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศและยังคงค่าอุณหภูมินั้นไว้ได้นานกว่าหลังจากปิดเครื่องเครื่องปรับอากาศแล้ว

4)กระแสลมที่ไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศจะถูกดูดอย่างช้าๆเข้าทางปล่องหรือช่องที่ทำเชื่อมกับช่องให้อากาศไหลกลับเข้าทางด้านล่างหรือด้านหลังของเครื่องปรับอากาศ จะทำให้อากาศในห้องปฏิบัติการไม่ปั่นป่วน เป็นผลให้ห้องปฏิบัติการไม่มีความสั่นสะเทือนของอากาศ

ผลการศึกษาทดลองสรุปได้ว่า การติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้เหนือฝ้าเพดานที่เจาะรูอย่างเป็นระเบียบ(punch plate) ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูและระยะห่างที่เหมาะสม และปรับช่องลมหน้าเครื่องปรับอากาศให้ทิศทางของกระแสลมเย็นที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศบางส่วนไปกระทบเพดานและผนังห้องเพื่อให้กระแสลมสะท้อนแบบกระเจิงและตกไปได้ระยะทางไกลมากขึ้น บางส่วนปรับให้ตกเป็นลักษณะวิถีโค้งไปลงบนฝ้าเพดานที่มีรูช่องเปิด ซึ่งบางส่วนของกระแสลมที่ตกลงบนพื้นฝ้าเพดานจะสะท้อนไกลออกไปข้างหน้าอีกขณะที่บางส่วนก็จะตกผ่านรูช่องเปิดลงไปในห้องเป็นลักษณะเช่นนี้อย่างต่อเนื่อง วิธีนี้จะทำให้กระแสลมลดความแรงลงและเกิดการกระจายของลมเย็นออกไปได้ทั่วทั้งห้อง เป็นผลให้พื้นที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการมีค่าอุณหภูมิคงที่สม่ำเสมอในช่วงที่ต้องการควบคุมและไม่เกิดความสั่นสะเทือนอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยการสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยนี้ในด้านสถานที่ เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จตามเป้าหมายอย่างดียิ่ง

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลที่ได้ให้ความร่วมมือและโอกาสแก่ข้าพเจ้าในการนำผลการวิจัยไปปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติและศึกษาทดลองเพิ่มเติม ทำให้รายงานการศึกษาวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จตามความประสงค์

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณลูกจ้างประจำ กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้ให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าในการดำเนินการศึกษาทดลองของงานศึกษาวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

James T.Stipman and Jerry D.Wilson. **An Introduction to Physiccal Science. 6th ed.** Lexinton,Massachusetts Toronto.D.C.Heath and Company.1990.

Louis J. Diberardins,Garit Gatwood,Edward Groden,Melvin W. First and Anand K. Seth. **GUIDLINEES FOR LABORATORY DESIGN:**Health and safty consideration. New York.:Awiley-interscience Publication,JOHN-WILEY & SON.

TED BUSH. FUNDAMENTALS OF DIMENTIONAL METROLOGY.WILKIE BROTHER FOUNDATION: DEMAR PUBLISHERS

W.R.Ferguson. PRACICAL LABORATORY PLANNING.London:Appied Science Publishers Ltd.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ตารางแสดงข้อมูลผลการศึกษาทดลองวัดอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่1 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220) ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
9:00	27.4	27.2	27.4	27.2	27.2	27.3	27.2	27.3	27.5	27.3	27.3	27.0	27.1	27.3	27.3	0.13
9:10	27.1	27.1	27.3	27.1	27.1	27.3	27.1	27.3	27.3	27.2	27.2	27.1	27.2	27.1	27.2	0.09
9:20	27.2	27.3	27.3	27.1	27.1	27.2	27.3	27.3	27.4	27.3	27.3	27.0	27.3	27.0	27.2	0.13
9:30	27.1	27.2	27.3	27.2	27.1	27.3	27.3	27.3	27.3	27.2	27.2	27.1	27.5	27.1	27.2	0.11
9:40	24.6	24.5	25.8	24.3	23.8	26.1	25.0	25.1	25.7	26.1	24.0	25.0	24.2	25.4	25.0	0.77
9:50	23.2	23.6	24.4	23.3	21.6	24.2	23.6	23.9	24.6	23.6	22.2	23.4	23.3	23.2	23.4	0.79
10:00	22.5	22.7	23.8	22.0	20.8	23.6	22.8	23.4	23.9	22.9	21.0	23.1	22.6	22.8	22.7	0.93
10:10	21.9	22.4	23.1	21.7	20.5	23.6	22.0	22.6	23.6	22.5	20.6	22.0	21.9	22.4	22.2	0.92
10:20	21.4	22.3	22.8	21.3	20.8	23.7	21.6	22.0	23.4	21.9	20.6	21.6	21.6	21.5	21.9	0.89
10:30	21.7	21.5	22.6	21.0	20.4	23.3	21.9	21.6	23.1	22.2	20.3	21.4	22.7	21.7	21.8	0.91
10:40	21.6	21.4	22.6	20.8	20.0	23.2	21.8	21.5	22.7	22.4	20.3	23.4	22.7	21.5	21.9	1.04
10:50	21.3	21.5	22.4	20.5	20.0	22.9	21.6	21.4	22.5	21.9	20.2	22.0	22.3	21.7	21.6	0.87
11:00	21.7	21.4	22.6	20.7	20.1	22.6	21.9	21.6	22.8	22.0	19.9	22.1	21.9	21.6	21.6	0.88
11:10	21.3	21.3	22.7	20.6	19.9	22.4	21.8	21.4	22.6	21.9	20.1	21.8	21.6	21.7	21.5	0.84
11:20	21.4	21.2	22.8	20.4	19.8	22.6	21.3	21.6	22.7	22.0	19.8	21.4	21.5	21.8	21.5	0.95
11:30	21.1	21.3	22.9	20.5	19.8	22.3	21.7	21.5	22.7	22.0	20.0	21.6	21.1	21.8	21.5	0.93
11:40	21.4	21.7	22.8	20.6	19.9	22.4	21.2	21.3	22.5	22.1	20.1	21.5	21.5	21.9	21.5	0.87
11:50	21.3	21.6	22.8	20.4	20.0	23.5	21.3	21.2	22.6	21.9	20.3	21.3	21.6	21.7	21.6	0.99
12:00	21.1	21.7	22.6	20.6	19.8	22.4	21.2	21.6	22.5	21.7	19.9	21.4	21.4	21.6	21.4	0.87
12:10	21.2	21.5	22.5	19.9	19.5	22.4	21.0	21.4	23.2	21.7	20.3	21.3	21.0	21.9	21.5	1.05
12:20	21.0	21.5	22.6	20.0	19.5	22.8	21.1	21.3	23.1	21.8	20.0	21.4	21.3	22.0	21.5	1.08
12:30	20.9	21.1	22.8	19.8	19.7	22.5	21.2	21.5	23.0	21.5	19.9	21.7	21.4	22.2	21.4	1.08
12:40	21.0	21.2	22.7	20.0	19.6	22.8	20.8	21.3	22.8	21.7	20.1	21.5	21.1	22.3	21.4	1.04
12:50	20.7	21.1	22.8	19.9	19.6	22.7	20.5	21.0	22.9	21.4	19.8	21.0	21.2	21.6	21.3	1.03
13:00	20.6	20.7	22.4	20.1	19.7	22.6	20.3	21.1	22.8	21.1	20.0	21.2	21.5	21.7	21.4	0.90
13:10	20.2	20.3	22.5	20.0	19.7	22.3	20.4	20.7	22.4	21.0	19.9	21.5	21.4	21.9	21.3	0.95

ตารางที่1(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
13:20	20.0	20.2	22.5	19.9	19.7	22.3	20.1	20.5	22.5	21.8	19.8	21.6	21.5	21.8	21.3	1.09
13:30	20.2	20.0	22.3	20.0	19.8	22.4	20.0	20.4	22.6	22.0	19.7	21.7	21.4	22.0	21.4	1.10
13:40	20.0	20.1	22.6	19.9	19.7	22.5	20.2	20.3	22.4	21.9	19.6	21.6	21.7	22.2	21.2	1.19
13:50	19.9	20.2	22.7	19.8	19.7	22.3	20.1	20.3	22.6	21.4	19.7	21.6	22.5	22.0	21.3	1.25
14:00	19.8	20.2	22.5	19.9	19.6	22.3	20.0	20.2	22.5	21.2	19.6	22.1	22.3	22.3	21.1	1.24
14:10	19.7	20.1	22.6	19.7	19.5	22.5	19.8	20.4	23.3	22.3	19.8	21.1	21.4	22.0	21.0	1.30
14:20	19.9	19.8	22.6	19.6	19.3	22.8	19.5	20.1	23.4	22.2	19.7	21.3	22.7	21.7	21.0	1.49
14:30	19.8	19.9	22.7	19.6	19.5	23.0	19.6	20.0	24.7	22.0	19.8	21.0	22.8	21.9	21.1	1.67
14:40	22.9	23.2	24.9	20.6	20.6	24.5	21.1	21.0	25.1	23.3	22.1	22.3	23.3	22.1	22.6	1.52
14:50	23.5	23.7	25.7	23.2	23.1	25.7	23.6	23.6	25.9	23.9	23.0	23.2	24.0	22.6	23.9	1.07
15:00	24.2	24.7	27.6	23.9	23.5	27.8	24.0	24.3	27.2	24.6	23.9	24.4	24.6	22.5	24.8	1.59
15:10	25.3	25.5	28.6	25.3	24.7	28.4	25.2	25.2	28.7	25.4	24.6	25.4	26.5	23.2	25.9	1.63
15:20	26.0	26.2	28.8	25.5	25.2	28.6	25.9	25.8	28.6	25.8	25.6	26.2	26.7	27.1	26.6	1.23
15:30	27.5	27.5	28.6	26.9	26.7	28.5	27.3	27.3	28.5	25.5	26.3	27.4	26.9	27.4	27.3	0.86
15:40	27.9	27.6	28.5	27.4	27.5	28.4	27.7	27.9	28.5	27.4	27.9	27.6	27.3	27.3	27.8	0.43
15:50	28.5	28.5	28.9	28.6	28.4	28.9	28.0	28.5	28.6	28.4	28.6	28.5	28.2	28.8	28.5	0.25
16:00	28.9	28.8	29.0	28.7	27.4	28.9	28.2	28.4	29.1	28.7	28.5	28.8	28.4	28.6	28.6	0.43

จากข้อมูลในตารางที่1 ข้างต้น เป็นผลการทดลองที่ได้จากการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆในห้องเครื่องชั่ง,ห้อง220 ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดังแสดงตำแหน่งบริเวณที่วางปลายสายเทอร์โมคับเปิลไว้วัดค่าอุณหภูมิอากาศในภาพที่ 3 ของภาคผนวก ข. เมื่อ วันที่ 24 มีนาคม 2540 ซึ่งห้องมีขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 3.5 เมตรติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบแขวนขนาด 1800 บีทียู จำนวน 1 ตัว ได้ตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่าอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่าอุณหภูมิประมาณ 27.3 องศาเซลเซียส เปิดเครื่องปรับอากาศเวลา 9.30 และปิดเวลา 14.30 น. ซึ่งปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 2.5 ชั่วโมง อุณหภูมิของอากาศในห้องจึงลดลงมาคงที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยประมาณ 21.5 องศาเซลเซียส และจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าอุณหภูมิที่ค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดแตกต่างกันอยู่ประมาณ 2 องศาเซลเซียส ถึง 3 องศาเซลเซียส

ตารางที่2 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220)ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
9:00	27.2	27.4	27.6	27.3	27.3	27.8	27.2	27.5	27.7	27.3	27.1	27.2	27.3	27.5	27.4	0.21
9:10	27.3	27.3	27.4	27.4	27.2	27.9	27.1	27.6	27.8	27.4	27.2	27.1	27.3	27.4	27.4	0.24
9:20	27.2	27.3	27.3	27.4	27.3	27.8	27.3	27.4	27.7	27.3	27.1	27.2	27.3	27.4	27.4	0.19
9:30	27.1	27.1	27.4	27.3	27.4	27.6	27.4	27.4	27.8	27.3	27.3	27.4	27.4	27.0	27.4	0.20
9:40	24.8	24.9	26.2	24.3	23.9	26.0	25.1	25.3	26.3	26.0	24.7	25.1	25.0	25.8	25.2	0.73
9:50	23.2	23.6	24.4	23.3	21.6	24.2	23.6	23.9	24.6	23.6	22.2	23.4	23.3	23.2	23.4	0.79
10:00	22.4	22.7	23.8	22.0	20.8	23.6	22.8	23.4	23.9	22.9	21.0	23.1	22.6	22.8	22.7	0.93
10:10	22.0	22.4	23.1	21.7	20.5	23.6	22.0	22.6	23.6	22.5	20.6	22.0	21.9	22.4	22.2	0.92
10:20	21.7	22.3	22.8	21.3	20.8	22.7	21.6	22.0	23.4	21.9	20.6	21.6	21.6	21.5	21.8	0.76
10:30	21.3	21.4	22.6	20.7	20.1	22.5	21.9	21.6	22.8	22.0	19.9	22.1	21.9	21.6	21.6	0.87
10:40	21.0	21.2	22.6	20.8	20.0	22.4	21.8	21.5	22.7	22.4	20.0	21.2	22.7	21.5	21.6	0.93
10:50	20.9	21.0	22.8	20.4	19.8	22.6	21.4	21.6	22.7	22.0	19.8	21.4	21.5	21.8	21.4	0.97
11:00	20.8	21.3	22.5	20.4	19.9	22.5	21.7	21.3	22.5	22.1	20.0	21.1	21.9	21.6	21.4	0.88
11:10	20.6	20.9	22.7	20.6	19.9	22.8	21.8	21.4	22.6	21.9	20.1	21.8	21.6	21.7	21.5	0.93
11:20	20.8	21.0	22.8	20.6	19.9	22.9	21.2	21.3	22.5	22.1	20.1	21.5	21.5	21.9	21.4	0.93
11:30	21.0	21.1	22.9	20.5	19.8	23.0	21.7	21.5	22.7	22.0	20.0	21.6	21.1	21.8	21.5	0.99
11:40	20.9	21.0	22.6	20.4	19.7	22.4	21.0	21.5	22.9	22.2	19.9	21.4	21.2	21.5	21.3	0.96
11:50	20.7	20.9	22.7	20.2	19.8	23.5	21.0	21.4	22.6	21.9	20.0	21.0	21.3	21.6	21.3	1.07
12:00	20.8	21.0	22.8	20.0	19.6	22.6	21.2	21.6	22.5	21.7	19.9	21.2	21.4	21.6	21.3	0.99
12:10	20.9	21.2	22.7	19.9	19.7	22.4	21.1	21.4	22.2	21.7	20.1	21.3	21.0	21.5	21.2	0.89
12:20	21	21.5	22.6	20.0	19.6	22.8	21.3	21.3	22.1	21.8	19.8	21.1	21.3	21.7	21.3	0.96
12:30	20.9	21.1	22.8	19.8	19.7	22.5	21.2	21.5	22.0	21.5	19.9	21.2	21.4	21.8	21.2	0.94
12:40	20.6	20.8	22.7	20.0	19.6	22.8	20.8	21.3	21.8	21.7	20.0	21.2	21.1	21.5	21.1	0.94
12:50	20.3	20.4	22.5	19.9	19.6	22.7	20.5	21.0	21.9	21.4	19.9	21.0	21.2	21.6	21.0	0.96
13:00	20.0	21.2	22.6	20.5	20.8	22.5	20.6	21.1	22.7	21.3	20.2	21.1	21.1	21.2	21.2	0.85
13:10	20.2	20.3	22.5	20.0	19.7	22.3	20.4	20.7	22.3	21.0	19.8	21.2	21.1	21.3	20.9	0.94

ตารางที่2(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั้น (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
13:40	20.3	21.1	22.4	20.6	20.7	22.3	21.7	21.5	22.6	21.2	20.9	21.2	21.4	21.0	21.4	0.69
13:50	20.1	20.2	22.4	20.5	20.7	22.5	21.3	21.6	22.6	21.1	20.7	21.5	21.0	21.5	21.4	0.90
14:00	20.2	21.3	22.7	20.7	20.9	22.2	21.1	21.2	22.9	21.2	20.4	21.4	20.9	21.2	21.3	0.79
14:10	20.5	21.3	23.2	20.6	20.5	22.7	21.0	21.1	22.1	20.9	20.5	21.8	20.6	21.3	21.3	0.85
14:20	21.0	21.3	23.6	20.5	20.4	23.4	20.9	21.3	23.6	21.0	20.4	22.1	20.8	21.6	21.6	1.16
14:30	21.8	21.0	24.1	20.6	20.5	24.2	21.9	21.6	24.1	23.4	20.5	22.8	21.4	22.0	22.1	1.36
14:40	23.4	22.5	24.9	22.3	21.9	26.0	23.3	22.2	24.8	24.1	21.9	23.9	22.9	23.7	22.8	1.52
14:50	24.2	24.4	25.8	23.4	23.7	26.2	24.9	23.2	26.4	25.2	23.7	24.8	23.8	24.5	24.6	1.02
15:00	25.4	25.2	27.4	24.6	25.1	27.3	25.6	24.9	27.6	26.6	25.5	26.0	24.6	25.6	25.6.	1.16

จากข้อมูลในตารางที่ 2 ข้างต้น เป็นผลการทดลองที่ได้จากการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆในห้องเครื่องชั้น(ห้อง220) ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดังแสดงตำแหน่งบริเวณที่วางปลายสายเทอร์โมคับเปิลไว้วัดค่าอุณหภูมิอยู่ในภาพที่3 ของภาคผนวก ข. เมื่อ วันที่ 25 มีนาคม 2540 เพื่อทำการทดลองเก็บข้อมูลซ้ำต่อจากวันที่ 24 มีนาคม 2540 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.10 น.และปิดเวลา14.00 น. ปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 33.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่าประมาณ 30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าประมาณ 27.4 องศาเซลเซีย ซึ่งปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 2.5 ชั่วโมง อุณหภูมิของอากาศในห้องจึงลดลงมาคงที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยประมาณ 21.5 องศาเซลเซียส และจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าอุณหภูมิที่ค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดแตกต่างกันอยู่ประมาณ 2 องศาเซลเซียส ถึง 3 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ ห้อง 206ของกลุ่มฟิสิกส์ และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเมื่อ วันที่ 2 เมษายน 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
9:00	27.4	27.7	27.8	27.9	27.8	28.2	28.3	28.0	27.3	27.5	27.7	28.0	27.7	27.5	27.8	0.29
9:10	27.3	27.8	27.9	28.1	27.7	28.3	28.3	28.2	27.3	27.8	27.5	28.1	27.5	27.6	27.8	0.35
9:20	27.3	27.5	27.6	27.5	27.1	28.0	28.1	28.3	27.4	27.1	27.3	27.8	27.3	27.3	27.5	0.37
9:30	26.9	27.0	26.9	26.8	26.5	27.9	28.1	28.0	26.2	26.4	26.4	26.9	26.6	26.5	26.9	0.62
9:40	26.2	26.3	26.1	26.3	26.1	27.0	27.1	26.9	26.0	26.0	26.1	26.5	25.9	25.9	26.3	0.41
9:50	25.8	26	25.9	25.7	25.7	26.5	26.4	26.5	25.7	25.5	25.6	25.7	25.4	25.6	25.9	0.36
10:00	25.3	25.2	25.6	25.2	25.3	25.7	25.6	25.6	25.3	25.3	25.3	25.3	25.2	25.2	25.4	0.18
10:10	24.6	24.8	24.6	24.9	24.9	25.3	25.0	25.2	24.8	24.9	24.7	24.9	24.6	24.7	24.9	0.21
10:20	24.1	24.3	24.1	24.0	23.9	24.7	24.9	24.7	24.0	24.1	24.0	24.6	24.0	24.1	24.3	0.33
10:30	23.5	23.8	23.9	23.3	23.6	23.9	24.1	24.1	23.8	23.6	23.9	23.4	23.4	23.4	23.7	0.27
10:40	23.0	23.2	23.1	23.0	23.0	23.6	23.5	23.7	23.1	23.0	22.7	23.3	22.9	23.0	23.2	0.28
10:50	21.8	22.3	22.6	21.6	22.3	22.7	22.8	23.0	21.3	22.0	21.6	21.4	21.8	21.8	22.1	0.55
11:00	21.1	21.3	21.1	20.9	21.3	21.6	22.0	22.0	21.4	21.5	21.3	21	21.4	21.2	21.4	0.33
11:10	20.7	20.0	21.2	20.4	20.9	21.1	21.0	21.2	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	20.8	20.8	0.30
11:20	20.3	20.3	20.4	20.1	20.3	20.8	20.7	20.6	20.5	20.4	20.2	20.5	20.4	20.3	20.4	0.20
11:30	20.4	20.5	20.5	20.1	20.2	20.7	20.6	20.6	20.5	20.1	20.0	20.4	19.7	19.9	20.3	0.30
11:40	19.9	20.2	20.2	19.9	20.1	20.4	20.5	20.6	20.2	19.9	19.7	20.5	19.9	19.7	20.1	0.30
11:50	19.8	20.3	20.2	19.8	20.0	20.4	20.4	20.5	20.2	19.8	19.8	20.5	19.9	19.8	20.1	0.29
12:00	19.7	20.2	20.1	19.6	20.2	20.3	20.4	20.3	20.2	19.7	19.7	20.3	19.6	19.8	20.1	0.30
12:10	19.8	20	20.1	19.7	20.3	20.4	20.3	20.2	19.8	19.6	19.8	20.4	19.7	19.6	20.2	0.30
12:20	19.9	19.9	19.8	19.9	20.0	20.5	20.2	20.4	19.9	19.7	20.0	20.3	19.7	19.7	20.1	0.26
12:30	19.7	20.1	20.2	19.7	20.1	20.4	20.5	20.5	20.2	19.8	19.8	20.1	19.6	19.7	20.2	0.34
12:40	19.8	19.9	20.2	19.8	20.3	20.6	20.5	20.7	20.2	19.7	20.1	20.2	19.8	19.8	20.1	0.33
12:50	19.9	20.2	20.2	19.9	19.9	20.4	20.6	20.5	20.0	19.8	20.3	20.4	20.1	19.9	20.2	0.26
13:00	20.1	20.2	20.4	20.1	20.0	20.6	20.7	20.6	20.2	20.2	19.9	20.3	20.2	20.2	20.3	0.23
13:10	20.2	20.1	20.3	20.1	20.1	20.9	20.6	20.3	20.2	19.9	20.0	20.5	20.1	20.2	20.4	0.44
13:20	20.3	20.2	20.1	20.4	20.3	21.3	21.4	20.5	20.4	20.4	20.0	20.6	20.5	20.5	20.7	0.66

ตารางที่ 3(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง206),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
13:30	20.7	20.5	20.3	20.7	20.4	22.3	22.1	22.4	20.8	20.7	20.5	20.9	21.0	20.7	21.0	0.71
13:40	21.2	21.3	21.3	21.5	21.0	23.2	22.8	23.1	21.0	21.3	20.9	21.7	21.3	21.1	21.6	0.79
13:50	22.0	22.0	21.9	21.9	22.3	24.8	24.7	24.5	22.1	22.2	21.9	22.8	22.4	22.00	22.8	1.17
14:00	22.9	23.2	22.6	22.7	22.8	25.4	25.9	25.5	23.4	23.3	23.5	24.4	22.8	22.6	23.6	1.24
14:10	23.5	23.8	23.8	23.7	23.9	25.7	25.6	25.8	23.9	24.0	23.9	25.0	23.5	23.8	24.3	0.89
14:20	25.2	25.5	25.3	25.5	25.7	26.2	26.7	26.7	25.3	25.4	25.2	25.8	25.4	25.3	25.7	0.50

จากข้อมูลในตารางที่3 ข้างต้น ซึ่งเป็นข้อมูลจากผลการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆของห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง 206) ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดังแสดงไว้ในภาพที่3 ของภาคผนวก ข. เมื่อ วันที่ 2 เมษายน 2540 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.20 น.และปิดเวลา13.00 น. ปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่าประมาณ 31 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าอุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 2 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องจึงจะลดลงมาใกล้เคียงค่า 20 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งค่าไว้

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ ห้อง 206ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเมื่อ วันที่ 3 เมษายน 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง206).องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
09:00	27.5	27.5	27.6	27.5	27.6	27.6	27.5	27.5	27.6	27.5	27.4	27.9	27.3	27.3	27.5	0.15
09:10	27.5	27.5	27.6	27.4	27.5	27.4	27.4	27.5	27.6	27.5	27.5	28.0	27.4	27.4	27.5	0.16
09:20	27.4	27.4	27.5	27.4	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.4	27.4	28.0	27.3	27.4	27.5	0.16
09:30	26.0	26.3	26.1	25.8	26.0	25.8	26.1	26.3	26.0	26.0	26.0	25.6	25.9	25.9	26.0	0.19
09:40	25.7	26.1	26.0	25.7	25.7	25.7	26.0	26.0	25.7	25.8	25.6	25.7	25.7	25.6	25.8	0.17
09:50	25.3	25.8	25.6	25.2	25.3	25.2	25.4	25.6	25.3	25.3	25.3	25.3	25.2	25.2	25.4	0.18
10:00	24.9	25.0	25.6	25.1	25.6	24.9	25.7	26.0	25.4	25.4	24.9	24.5	25.0	25.2	25.2	0.40
10:10	24.9	25.3	25.0	24.6	24.7	24.6	24.9	25.1	24.7	24.8	24.8	24.8	24.8	24.7	24.8	0.19
10:20	23.5	23.8	23.9	23.3	23.6	23.4	24.1	24.2	23.8	23.6	23.9	23.4	23.4	23.4	23.7	0.29
10:30	23.0	23.2	23.7	23.0	23.8	23.1	24.0	24.1	23.5	23.4	22.7	23.3	23.2	23.0	23.4	0.41
10:40	21.8	22.3	22.6	21.6	22.3	21.5	22.8	23.0	22.3	22.2	21.6	21.4	21.8	21.8	22.1	0.50
10:50	21.1	21.9	21.9	20.9	21.9	21.0	22.1	22.2	21.7	21.5	21.3	21.0	21.4	21.2	21.5	0.44
11:00	20.7	21.3	21.6	20.5	21.5	20.7	21.9	21.7	21.4	21.3	20.8	20.4	20.9	20.8	21.1	0.48
11:10	20.1	20.9	20.9	20.0	20.8	19.9	20.9	21.0	20.8	20.4	20.2	19.9	20.4	20.3	20.5	0.41
11:20	19.8	20.5	20.5	19.8	20.5	19.8	20.6	20.9	20.5	20.1	20.0	19.8	19.7	19.9	20.2	0.40
11:30	19.7	20.4	20.2	19.9	20.5	19.9	20.5	20.6	20.2	19.9	19.7	19.8	19.9	19.7	20.1	0.34
11:40	19.8	20.3	20.2	19.8	20.4	19.7	20.4	20.5	20.2	19.8	19.8	19.7	19.9	19.8	20.0	0.31
11:50	19.7	20.2	20.1	19.6	20.2	19.8	20.4	20.3	20.2	19.7	19.7	19.8	19.6	19.8	19.9	0.29
12:00	19.8	20.0	20.1	19.7	20.3	19.9	20.0	20.2	19.8	19.6	19.8	19.9	19.7	19.6	19.9	0.23
12:10	19.9	19.9	19.5	19.9	20.0	19.7	20.1	20.4	19.9	19.7	20.0	19.7	19.7	19.6	19.9	0.23
12:20	19.7	19.9	20.2	19.7	20.2	19.8	20.5	20.6	20.2	19.8	19.7	19.8	19.6	19.7	19.8	0.51
12:30	19.8	19.9	20.2	19.8	20.3	19.7	20.5	20.7	20.2	19.7	20.0	19.6	19.8	19.8	19.8	0.53
12:40	19.9	20.2	20.2	19.9	19.9	19.8	20.2	20.2	20.0	19.8	20.5	19.9	20.1	19.9	20.0	0.31
12:50	20.1	21.0	20.5	20.1	20.5	19.9	20.7	20.6	20.2	20.2	20.4	20.4	20.5	20.2	20.4	0.29
13:00	20.2	20.5	20.4	20.1	20.5	19.8	20.6	20.3	20.2	19.9	20.3	20.2	20.6	20.2	20.3	0.24
13:10	20.5	20.7	20.9	20.0	20.9	19.7	20.9	20.9	20.6	20.5	19.6	20.6	20.5	20.5	20.4	0.46
13:20	20.9	21.2	21.0	20.5	21.0	20.2	21.0	21.1	20.9	20.7	20.5	20.9	21.0	20.7	20.8	0.29

ตารางที่ 4(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง206),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
13:30	21.6	21.8	21.5	20.7	21.2	20.5	21.4	21.0	20.9	20.5	21.3	20.8	21.3	21.0	20.9	0.28
13:40	23.7	23.6	24.3	24.0	24.3	23.9	24.4	24.1	24.3	23.6	24.7	24.0	24.4	24.5	24.1	0.34
13:50	24.4	24.2	24.9	24.6	25.0	24.5	25.0	24.6	24.9	24.4	25.2	24.5	25.0	25.0	24.7	0.30
14:00	24.8	24.5	25.2	24.9	25.3	25.0	25.3	25.0	25.3	24.8	25.3	24.8	25.2	25.3	25.1	0.26

จากข้อมูลในตารางที่4 ข้างต้น เป็นข้อมูลจากผลการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆของห้องปฏิบัติการด้านมิติ(ห้อง 206) ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3 ของภาคผนวก ข. เมื่อวันที่ 3 เมษายน 2540 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.20 น. และปิดเวลา13.00 น. ปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีค่าอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าอุณหภูมิประมาณ 27.5 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 2 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องจึงลดลงมาใกล้เคียงค่า 20 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งค่าไว้

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ ห้อง 206ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเมื่อ วันที่ 5 เมษายน 2540 โดยเอา แผ่นฝ้าอะลูมิเนียมที่เจาะรูตาม ที่ออกแบบไว้ออกจากโครงรับฝ้า

เวลาที่วัด	อุณหภูมิอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง206),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
12:00	27.1	27.1	27.5	27.1	27.3	27.5	27.3	27.3	27.5	27.2	26.9	27.2	27.1	27.1	27.2	0.18
12:10	27.2	27.3	27.5	27.1	27.2	27.5	27.3	27.4	27.5	27.3	26.8	27.3	27.0	27.1	27.3	0.20
12:20	26.6	26.5	26.6	26.4	25.6	26.7	26.4	26.5	25.9	25.4	24.6	26.6	24.8	26.2	26.1	0.70
12:30	26.2	26.1	26.2	25.8	24.9	25.8	25.7	25.1	24.9	23.1	22.5	22.6	22.9	25.1	24.8	1.39
12:40	24.9	25.2	25.1	24.1	22.3	25.0	25.1	24.8	22.9	22.6	21.4	22.3	21.5	23.6	23.5	1.20
12:50	23.6	23.9	23.7	23.5	22.2	23.6	23.4	23.6	21.0	22.2	20.3	21.9	20.0	22.9	22.5	1.20
13:00	22.8	23.1	23.0	22.5	22.6	23.8	22.9	23.3	20.7	23.6	20.0	22.7	20.1	21.3	22.4	1.07
13:10	22.3	22.8	22.4	22.3	22.5	23.5	23.2	23.0	20.5	23.3	19.9	23.6	19.9	21.0	22.3	1.06
13:20	22.0	22.2	22.1	21.7	21.4	23.5	23.6	23.2	20.6	22.3	19.8	21.6	19.9	20.7	21.9	1.05
13:30	21.5	21.7	21.5	21.8	21.0	23.6	23.4	23.5	20.2	23.3	20.0	21.3	20.0	22.8	22.0	1.14
13:40	21.2	21.0	21.2	22.1	21.3	23.3	22.9	23.2	20.2	21.0	19.9	21.6	20.0	21.1	21.5	0.98
13:50	20.8	20.7	20.8	21.3	20.7	23.0	22.8	22.5	19.9	20.8	19.7	21.2	19.8	19.9	21.0	0.99
14:00	20.5	20.6	20.7	20.4	20.2	22.5	22.5	22.4	19.7	20.5	19.8	21.4	19.7	20.0	21.0	0.90
14:20	20.6	20.5	20.7	20.3	20.4	22.5	22.5	22.6	19.8	20.2	19.8	21.4	19.8	20.0	21.0	0.90
14:30	20.7	20.6	20.9	20.5	20.2	22.1	22.2	22.4	19.7	20.2	19.6	21.5	20.0	20.2	20.9	0.82
14:40	20.8	21.1	21.6	20.3	20.3	22.7	22.5	22.6	19.7	20.4	19.7	21.1	19.9	20.4	21.1	0.95
14:50	20.5	20.9	20.7	20.3	20.4	22.2	22.0	22.2	20.5	20.5	19.6	21.0	19.7	22.6	21.1	0.95
15:00	20.7	20.5	20.5	20.4	20.6	21.8	22.3	22.6	20.2	20.4	19.5	21.3	19.6	20.5	21.0	1.00
15:10	20.4	20.5	20.4	20.8	20.0	21.3	21.8	21.9	20.3	20.4	19.7	21.0	19.8	20.8	20.8	0.70
15:20	20.5	20.3	20.1	20.5	20.9	21.4	21.6	21.6	20.3	20.6	20.0	20.8	20.0	20.3	20.7	0.66
15:30	20.3	20.4	20.3	19.9	20.9	21.4	21.4	21.6	20.5	20.9	19.8	21.0	20.2	20.7	20.7	0.58
15:40	20.4	20.5	20.6	20.4	20.2	21.3	21.4	21.8	20.7	20.3	20.1	21.1	20.1	20.1	20.6	0.55
16:00	20.5	20.4	20.5	20.5	20.0	21.4	21.2	21.5	20.1	20.0	20.2	21.0	19.9	20.2	20.5	0.54

ตารางที่ 5(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง206),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
16:10	21.1	21.0	21.1	20.9	20.9	21.6	21.9	21.9	20.5	20.7	20.4	21.8	20.6	21.3	21.1	0.62
16:20	21.5	21.6	21.5	21.6	21.4	22.6	22.5	22.7	20.9	21.3	20.8	21.5	20.9	21.3	21.5	0.45
16:30	21.9	22.1	21.9	21.9	21.7	23.1	22.8	22.9	21.6	21.9	21.2	21.7	21.0	19.4	22.3	0.89
16:40	23.1	23.7	23.5	23.1	23.4	23.1	23.5	23.5	23.2	23.2	22.3	23.5	22.0	22.9	23.3	0.22

จากข้อมูลในตารางที่ 5 ข้างต้น เป็นข้อมูลจากผลการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆของห้องปฏิบัติการด้านมิติ(ห้อง 206) ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการดังแสดงไว้ในภาพที่17 ของภาคผนวก ข. เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2540 โดยได้ถอดแผ่นฝ้าอะลูมิเนียมแบบเจาะรูออกจากโครงรับฝ้าเพื่อทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของอากาศกับห้องเครื่องชั่ง(ห้อง220) โดยได้ตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 12.10 น.และปิดเวลา16.00 น. ปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 2 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องจึงลดลงมาใกล้เคียงกันมากที่สุดที่ค่าประมาณ 21 องศาเซลเซียสจากที่ตั้งค่าไว้20 องศาเซลเซียส และสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วง 1 ชั่วโมงแรก

ตารางที่6 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220) ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และ วิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
9:20	25.4	25.4	25.5	25.4	25.5	25.5	25.6	25.6	25.7	25.6	25.6	25.3	25.5	25.5	25.5	0.12
9:30	25.5	25.5	25.6	25.5	25.3	25.5	25.2	25.3	25.6	25.5	25.3	25.4	25.2	25.4	25.4	0.26
9:40	24.6	24.5	25.7	24.1	23.8	25.8	23.9	24.6	25.6	25.2	23.5	24.5	23.5	24.5	24.6	0.75
9:50	22.9	23.3	24.1	23.1	22.5	24.3	23.1	23.5	24.5	23.9	22.4	23.1	23.4	23.9	23.4	0.62
10:00	22.2	22.5	23.6	21.8	21.9	23.4	22.5	22.3	23.9	23.4	21.8	22.8	22.6	23.1	22.7	0.66
10:10	21.0	21.2	23.2	20.6	20.5	23.1	21.4	21.5	23.2	22.6	20.4	21.4	21.2	22.0	21.7	0.88
10:20	20.7	20.8	22.9	20.1	20.4	22.3	20.6	21.5	22.8	21.4	19.9	20.8	21.1	21.3	21.2	0.81
10:30	21.7	21.5	22.9	19.9	20.5	22.7	20.4	21.6	23.1	23.2	20.0	20.3	21.7	21.5	21.5	0.91
10:40	20.8	20.9	22.5	19.9	20.1	22.2	20.1	20.7	22.5	22.2	19.9	20.0	20.7	22.1	21.0	0.89
10:50	20.4	20.1	22.7	19.7	19.9	21.8	20.0	20.2	21.7	21.4	19.8	19.9	20.3	21.5	20.7	0.84
11:00	20.3	20.4	22.5	19.7	20.1	21.7	20.1	20.1	21.9	21.5	19.7	20.1	20.1	20.8	20.6	0.7
11:10	20.3	20.3	21.8	19.6	19.9	21.6	20.1	20.4	22.1	22.0	19.8	20.0	20.3	21.0	20.7	0.78
11:20	20.1	20.5	22.1	19.8	19.9	21.4	20.3	20.8	21.6	22.4	19.6	20.2	20.2	21.6	20.8	0.86
11:30	20.2	20.3	22.3	19.8	19.7	21.4	20.4	20.5	21.7	22.2	19.7	20.1	20.3	21.4	20.7	0.90
11:40	19.9	20.3	22.9	19.6	19.5	21.8	20.5	20.6	21.9	22.0	19.6	20.2	20.1	21.9	20.8	0.94
11:50	20.0	20.1	22.7	19.7	19.7	21.7	20.6	20.7	22.4	22.1	19.5	19.9	20.3	21.6	20.8	0.86
12:00	19.8	20.2	22.7	19.6	19.8	22.5	20.4	20.5	22.3	21.8	19.6	19.7	20.2	21.5	20.8	0.81
12:10	20.0	20.1	22.6	19.7	19.6	22.6	20.4	20.5	22.6	21.6	19.7	19.8	20.1	21.3	20.8	0.86
12:20	20.4	20.4	22.8	19.5	19.6	22.8	20.2	20.8	23.0	21.8	19.6	19.8	21.1	21.8	21.0	0.93
12:30	20.4	20.5	22.9	19.3	19.4	22.6	20.0	20.6	22.8	21.6	19.4	19.6	21.4	22.0	20.9	5.57
12:40	20.1	20.3	23.1	19.4	19.5	22.7	19.9	20.8	22.9	22.1	19.4	19.7	20.5	22.0	20.9	0.98
12:50	20.2	20.0	22.9	19.4	19.6	22.9	19.9	20.5	22.9	21.9	19.3	19.8	20.6	22.1	20.9	1.00
13:00	20.1	19.9	22.7	19.5	19.4	22.4	20.0	20.3	22.6	21.7	19.3	19.7	20.2	21.8	20.7	0.94
13:10	20.0	20.0	22.4	19.5	19.5	21.8	19.8	20.2	21.9	21.1	19.4	19.9	20.4	21.2	20.5	0.75
13:20	20.1	20.1	22.3	19.3	19.2	21.5	19.9	20.1	21.7	20.8	19.2	20.0	20.2	21.9	20.5	0.83
13:30	19.9	20.0	22.5	19.4	19.3	21.2	20.2	20.4	21.5	20.7	19.4	19.7	20.4	21.6	20.4	0.66
13:40	19.8	19.9	22.4	19.2	19.4	21.3	20.3	20.3	21.6	20.5	19.3	19.8	20.2	21.4	20.3	0.64
13:50	20.1	20.2	22.5	19.9	19.9	22.4	20.8	21.1	22.3	20.9	20.1	20.0	21.3	22.0	20.8	0.85

ตารางที่6(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเที่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
14:00	19.9	20.0	22.5	20.2	20.0	22.4	20.5	20.4	22.9	21.1	20.7	21.3	22.1	23.0	22.2	0.69
14:10	21.6	21.8	24.5	20.7	20.5	23.6	21.8	21.9	23.4	23.0	21.6	22.1	22.7	23.4	23.1	0.56
14:20	23.1	23.4	26.1	23.0	23.2	26.3	23.2	23.6	26.2	25.2	23.9	23.4	23.8	24.8	24.4	0.56
14:30	24.7	24.6	26.9	24.1	23.8	25.4	24.8	24.9	27.2	26.3	24.4	24.8	24.8	25.0	24.9	0.24
14:40	25.9	25.9	28.4	25.7	25.8	28.7	25.9	26.1	28.4	28.2	25.6	25.7	27.0	28.2	25.1	0.22

จากข้อมูลในตารางที่ 6 ข้างต้น เป็นผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆของห้องเครื่องชั่ง ห้อง 220 ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดังแสดงตำแหน่งบริเวณที่วางปลายสายเทอร์โมคับเปิลไว้วัดค่าอุณหภูมิอยู่ในภาพที่3 ของภาคผนวก ข. เมื่อ วันที่ 14 พฤศจิกายน 2540 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.30 น.และปิดเวลา13.40 น. โดยตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 28 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าประมาณ 25 องศาเซลเซียส ปรากฏว่ายังต้องใช้เวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องปฏิบัติการจึงจะลดลงคงที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดค่าประมาณ 20.5 องศาเซลเซียสจากที่ตั้งค่าไว้ที่ค่า 20 องศาเซลเซียสและจะเห็นว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าแตกต่างกันอยู่ประมาณ1.5 – 2.0 องศาเซลเซียสในช่วงชั่วโมงแรกหลังจากเปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 9.30 น. โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดที่ติดกับหน้าต่างกับจุดที่กระแสลมเย็นตกผ่าน

ตารางที่7 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220)ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และ วิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220),องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
11:10	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	25.0	24.9	25.1	25.0	24.8	24.9	24.4	24.7	24.8	24.9	0.16
11:20	25.1	25.1	25.2	25.0	24.9	25.0	24.9	25.0	24.9	24.9	24.9	24.6	24.7	24.8	24.9	0.14
11:30	25.0	25.0	25.0	25.1	24.9	24.9	24.9	25.0	24.9	25.1	24.9	24.3	24.6	25.5	24.9	0.26
11:40	24.5	24.8	25.1	24.6	24.4	25.2	24.7	24.8	24.9	24.7	24.6	24.6	24.7	24.9	24.7	0.21
11:50	23.8	24.0	24.5	23.8	23.7	24.1	24.1	24.3	24.9	25.0	23.9	24.2	24.2	24.4	24.2	0.39
12:00	23.5	23.7	24.3	23.6	23.6	23.8	23.2	23.3	23.7	24.1	23.5	23.7	23.4	24.1	23.7	0.31
12:10	22.8	23.2	23.8	23.1	21.7	23.3	23.4	23.4	23.5	23.6	22.9	23.8	22.9	24.3	23.2	0.61
12:20	23.1	23.4	23.6	21.5	21.0	22.7	22.2	22.5	22.9	23.1	21.3	22.5	22.9	23.1	22.6	0.83
12:30	22.4	22.3	23.1	21.1	20.6	22.5	22.5	22.3	22.6	22.8	20.4	21.7	22.4	22.7	22.2	0.83
12:40	22.2	22.4	22.8	20.9	20.4	22.2	21.6	22.1	22.2	22.7	20.0	21.5	21.4	22.7	21.8	0.87
12:50	21.5	21.6	22.3	20.4	19.8	21.9	21.2	21.2	21.8	22.0	20.1	20.5	20.3	22.1	21.2	0.81
13:00	21.1	20.9	21.8	20.2	20.0	21.3	20.9	20.4	21.9	21.3	19.7	20.3	20.2	20.9	20.9	0.62
13:10	20.5	20.4	21.7	20.0	20.2	21.2	20.8	20.7	22	21.1	20.3	21.1	21.2	21.9	21.3	0.66
13:20	20.3	20.3	21.7	20.1	20.3	21.3	21.1	21.5	21.9	21.5	20.4	20.7	21.0	21.4	21.4	0.56
13:30	20.2	20.2	21.6	20.0	20.0	21.3	20.8	21.4	21.2	21.1	20.1	20.1	20.8	21.1	20.7	0.57
13:40	20.3	20.5	21.7	20.4	19.8	20.9	20.2	20.1	20.9	20.5	19.8	20.2	20.1	20.7	20.4	0.43
13:50	20.1	19.8	21.5	20.2	19.7	21.1	20.7	20.6	21.2	20.9	19.9	20.3	20.0	20.8	20.3	0.49
14:00	20.2	20.1	21.6	19.9	19.8	21.3	20.2	20.3	21.0	20.4	20.0	20.4	20.1	20.4	20.4	0.32
14:10	20.3	20.3	21.7	20.0	19.7	21.2	19.9	20.1	20.8	20.2	19.7	20.5	20.5	20.6	20.4	0.37
14:20	20.0	20.1	20.5	19.8	19.6	21.1	20.4	20.4	20.7	20.4	19.5	20.5	20.2	20.5	20.3	0.34
14:30	20.2	19.9	21.6	19.8	19.7	21.3	20.4	20.3	20.9	20.1	19.8	20.6	20.4	20.3	20.2	0.40
14:40	20.1	20.2	21.6	20.0	19.8	21.2	20.1	20.5	20.7	20.4	20.0	20.6	20.1	20.2	20.3	0.31
14:50	20.3	20.2	21.8	19.9	19.7	20.9	20.3	20.2	20.5	20.2	20.1	20.3	20.5	20.7	20.5	0.28
15:00	20.0	20.4	21.6	19.8	19.7	21.0	20.1	20.4	21.1	21.3	19.9	20.3	20.5	21.2	20.8	0.42
15:10	20.8	20.9	21.2	20.5	20.1	21.9	21.2	20.5	21.3	21.2	20.5	20.5	20.3	21.2	20.9	0.39

ตารางที่7(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องเครื่องชั่ง (ห้อง220), องศาเซลเซียส														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
15.:20	21.6	21.4	21.6	21.5	21.4	22.1	21.7	21.0	21.4	22.0	20.9	21.3	21.2	22.0	21.5	0.26
15:30	22.9	22.8	22.9	22.8	22.6	22.9	22.9	23.0	23.0	22.9	21.7	22.3	22.5	22.9	22.7	0.53
15:40	23.3	23.3	23.8	23.3	23.3	23.6	23.3	23.5	23.9	23.4	23.5	22.8	22.9	23.4	23.4	0.22
15:50	23.9	24.1	24.4	24.0	24.0	24.40	23.9	23.7	24.5	23.9	23.5	23.6	23.5	23.6	23.9	0.26
16:00	24.4	24.2	24.6	24.5	24.2	24.7	24.4	24.3	24.9	23.8	23.8	24.1	23.9	23.8	24.3	0.26
16:10	25.2	25.1	26.0	25.0	25.1	25.8	24.9	25.2	25.4	25.9	24.7	25.8	25.3	24.9	25.3	0.31

จากข้อมูลในตารางที่7 ข้างต้น เป็นผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆของห้องเครื่องชั่ง(ห้อง 220) ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และ วิศวกรรม ดังแสดงตำแหน่งบริเวณที่วางปลายสายเทอร์โมคับเปิลไว้วัดค่าอุณหภูมิอยู่ในภาพที่3 ของภาคผนวก ข. เมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2539 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา11.300 น.และปิดเวลา15.00 น. ได้ตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 29 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าอุณหภูมิประมาณ25องศาเซลเซียส ปรากฏว่ายังต้องใช้เวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศจึงลดลงใกล้เคียงค่า 21 องศาเซลเซียสจากค่า20 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งค่าไว้และสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าแตกต่างกันอยู่หลังจากเปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา 11.30 น. และใช้เวลานานประมาณ 2 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องจึงจะเข้าใกล้ค่า 20 องศาเซลเซียสและเมื่อปิดเครื่องปรับอากาศแล้ว อุณหภูมิที่จุดต่างๆมีค่าก็เพิ่มขึ้นเท่ากับอากาศภายนอกห้องในเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ (ห้อง 206)ของกลุ่มฟิสิกส์และ วิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการด้านมิติ ห้อง206(องศาเซลเซียส)														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
9:00	25.5	25.4	25.4	25.3	25.4	25.5	25.6	25.5	25.2	25.5	25.3	25.3	25.3	25.3	25.4	0.13
9:10	25.4	25.4	25.5	25.4	25.4	25.4	25.5	25.4	25.3	25.4	25.3	25.2	25.4	25.3	25.4	0.09
9:20	25.2	25.2	25.3	25.2	25.3	25.4	25.4	25.3	25.2	25.2	25.1	25.0	25.1	25.0	25.2	0.13
9:30	24.8	24.8	24.9	24.8	24.7	25.2	25.2	25.0	24.8	24.6	24.6	24.7	24.6	24.6	24.8	0.21
9:40	24.4	24.5	24.5	24.6	24.5	24.9	24.8	24.8	24.4	24.4	24.3	24.4	24.4	24.4	24.5	0.18
9:50	23.9	23.9	23.8	23.8	23.5	24.2	24.3	24.2	23.8	23.7	23.5	23.9	23.5	23.6	23.8	0.26
10:00	22.4	22.3	22.3	22.3	22.2	23.2	23.2	23.1	22.4	22.5	22	23.1	21.9	22.3	22.5	0.45
10:10	21.4	21.6	21.5	21.6	21.5	22.8	22.5	22.7	21.4	21.4	21.3	22.7	22.5	21.2	21.9	0.61
10:20	21.1	21.0	20.9	21.1	21.1	22.1	21.9	22.0	20.8	20.7	20.8	22.2	20.9	20.8	21.2	0.55
10:30	20.6	20.7	20.6	20.5	20.6	21.5	21.4	21.2	20.5	20.4	20.5	21.4	20.4	20.3	20.7	0.39
10:40	20.3	20.4	20.3	20.4	20.4	20.9	20.7	20.7	20.4	20.3	20.2	20.9	20.1	20.2	20.4	0.21
10:50	20.1	20.0	20.1	20.1	19.9	20.6	20.7	20.6	19.9	20.0	19.8	20.4	20.1	19.9	20.2	0.30
11:00	20.0	20.0	20.1	19.9	19.9	20.6	20.5	20.7	20.0	20.1	20.0	20.4	19.9	20.0	20.2	0.28
11:10	20.2	20.1	20.2	20.0	20.0	20.5	20.4	20.5	20.1	20.0	20.1	20.2	20.0	20.0	20.2	0.18
11:20	20.0	20.1	20.1	20.1	20.1	20.3	20.4	20.3	19.9	20.0	20.0	20.1	20.1	20.1	20.1	0.14
11:30	20.0	20.1	20.1	20.1	20.1	20.4	20.5	20.4	20.0	20.0	19.8	20.2	19.9	19.9	20.1	0.21
11:40	20.1	19.9	20.0	20.1	20.0	20.3	20.3	20.3	20.1	20.0	20.1	20.1	19.8	19.9	20.1	0.15
11:50	20.0	19.8	20.0	19.8	20.1	20.3	20.4	20.4	20.1	19.9	19.9	20.1	20.0	20.0	20.1	0.19
12:00	20.2	20.0	20.1	20.0	20.1	20.4	20.2	20.3	19.9	19.8	19.7	20.1	19.9	20.0	20.1	0.19
12:10	20.3	20.1	20.2	20.2	20.0	20.5	20.4	20.4	20.0	20.0	20.0	20.2	20.0	20.1	20.2	0.17
12:20	20.0	20.0	20.1	20.2	20.0	20.3	20.4	20.4	20.1	20.2	20.1	20.2	20.0	20.0	20.1	0.15
12:30	20.1	20.0	20.1	20.1	20.0	20.5	20.5	20.5	20.1	20.2	20.0	20.4	19.9	20.1	20.2	0.21
12:40	20.0	20.1	20.0	20.1	19.9	20.4	20.4	20.4	20.1	20.1	20.0	20.3	20.0	20.1	20.1	0.17
12:50	19.9	20.0	20.1	20.2	19.9	20.4	20.3	20.4	20.0	20.1	19.8	20.2	20.0	20.0	20.1	0.19
13:00	20.0	20.0	20.2	20.0	19.8	20.2	20.2	20.3	20.2	20.0	19.7	20.1	19.8	20.1	20.0	0.18
13:10	20.1	20.0	20.0	20.1	20.0	20.2	20.3	20.2	20.1	20.0	19.9	20.4	19.8	20.2	20.1	0.16

ตารางที่ 8(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิอากาศที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการด้านนิติ ห้อง206(องศาเซลเซียส)														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
13:20	20.0	19.8	19.9	20.0	19.9	20.1	20.2	20.2	20.1	19.9	19.8	20.3	19.9	20.0	20.0	0.15
13:30	20.1	20.0	20.1	20.0	20.2	20.2	20.2	20.1	19.9	20.0	20.0	20.1	20.0	19.9	20.1	0.10
13:40	19.9	19.9	20.0	19.9	19.8	20.2	20.3	20.3	19.9	20.0	20.0	20.2	19.8	20.0	20.0	0.17
13:50	20.0	20.0	20.2	20.2	20.0	20.3	20.3	20.4	20.0	20.1	20.2	20.2	20.0	20.0	20.1	0.14
14:00	20.5	20.4	20.5	20.5	20.5	20.9	21.1	21.0	20.5	20.4	20.4	20.6	20.3	20.4	20.6	0.25
14:10	21.1	21.2	21.3	21.2	21.3	21.9	21.8	21.8	21.0	20.9	20.9	21.4	21.0	21.1	21.3	0.34
14:20	21.4	21.4	21.5	21.4	21.4	22.4	22.5	22.5	21.3	21.4	21.5	21.4	21.3	21.4	21.3	0.34
14:30	21.7	21.9	21.9	22.0	21.9	22.7	22.9	23.0	21.9	21.8	21.7	21.9	21.7	21.9	22.1	0.56
14:40	21.7	21.9	21.9	22.2	22.6	23.5	23.8	23.8	21.9	21.8	21.7	21.9	21.7	21.9	22.1	0.56
14:50	22.1	22.2	22.2	22.2	22.3	23.1	23.3	23.5	21.9	21.8	21.7	21.9	21.7	21.9	22.1	0.56
16:00	23.4	23.5	23.5	23.4	23.5	24.1	24.4	24.3	23.2	23.4	23.1	23.6	23.2	23.3	23.4	0.37
16:10	24.5	24.6	24.6	24.5	24.7	25.2	25.2	25.4	24.7	24.5	24.5	24.9	24.5	24.6	24.7	0.31
16:20	25.1	25.3	25.2	25.3	25.2	25.4	25.3	25.4	24.9	25.1	24.9	25.3	25.0	24.9	25.2	0.39
16:30	25.5	25.8	25.6	25.7	25.5	25.8	25.8	25.9	25.5	25.6	25.5	25.6	25.6	25.5	25.7	0.14
16:40	25.8	25.9	25.7	25.8	25.8	25.8	25.9	26.0	25.7	25.8	25.7	25.7	25.8	25.7	25.8	0.16

จากข้อมูลในตารางที่ 8 ข้างต้น เป็นผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่างๆของห้องปฏิบัติการด้านนิติ (ห้อง 206) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 18 ของภาคผนวก ข. ของกลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป1 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ภายหลังการปรับปรุงกั้นห้องแล้วแต่ยังไม่ได้ปิดแผ่นฝ้าอะลูมิเนียมแบบเจาะรูตามที่ออกแบบไว้เมื่อวันที่ เมื่อ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2541 ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา9.10 น.และปิดเวลา13.40 น. โดยตั้งค่าอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 28.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในห้องมีค่าประมาณ 25.4 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าต้องใช้เวลานานประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในห้องจึงลดลงมาใกล้เคียงค่า 20 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งค่าไว้และสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิที่บริเวณซึ่งใกล้กับหน้าต่างจะมีอุณหภูมิสูงกว่าที่อื่นๆเล็กน้อย

ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการวิจัยด้านมิติของ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ (องศาเซลเซียส)														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
9:10	24.5	24.4	24.3	24.5	24.5	24.4	24.5	24.6	24.5	24.4	24.4	24.3	24.5	24.5	24.5	0.09
9:20	24.4	24.4	24.5	24.5	24.4	24.6	24.6	24.6	24.4	24.4	24.3	24.4	24.4	24.5	24.5	0.09
9:30	23.7	23.6	23.6	23.8	23.7	23.8	23.6	23.4	23.7	23.7	23.6	23.4	23.4	23.5	23.6	0.34
9:40	23.0	23.1	23.0	23.2	23.0	22.9	22.7	22.8	22.9	22.9	22.8	22.8	22.7	22.6	22.9	0.32
9:50	22.5	22.4	22.4	22.3	22.0	21.8	21.9	21.6	21.5	21.6	21.7	21.5	21.4	21.5	21.9	0.41
10:00	21.1	21.0	21.1	20.8	20.9	20.9	20.7	20.7	20.7	20.6	20.8	21.0	20.7	20.7	20.8	0.34
10:10	20.3	20.6	20.5	20.2	20.3	20.4	20.4	19.5	20.5	20.3	20.1	20.5	20.4	20.3	20.3	0.18
10:20	20.2	20.2	20.0	20.1	20.2	20.5	20.3	19.6	20.3	20.5	20.0	19.9	20.0	20.2	20.1	0.25
10:30	20.0	20.2	20.2	20.1	20.3	20.6	20.4	20.2	20.5	20.6	19.9	20.2	19.8	20.1	20.2	0.21
10:40	19.9	20.2	20.1	20.0	20.3	20.5	20.4	20.0	20.6	20.4	20.0	20.3	19.6	20.2	20.2	0.18
10:50	20.0	20.3	20.2	20.0	20.5	20.5	20.4	20.2	20.4	20.5	20.0	20.3	19.7	20.4	20.2	0.17
11:00	19.9	20.2	20.0	20.0	20.0	20.4	20.3	19.9	20.2	20.3	19.8	20.0	19.6	20.2	20.1	0.16
11:10	20.0	20.2	20.1	19.9	20.1	20.6	20.2	19.9	20.2	20.5	19.6	20.2	19.8	20.2	20.1	0.18
11:20	20.0	19.9	19.9	20.2	20.3	20.5	20.3	20.2	20.1	20.4	19.7	20.1	19.7	20.1	20.1	0.14
11:30	19.8	19.8	20.1	20.1	20.2	20.3	20.3	19.8	20.0	20.2	19.7	19.9	19.6	20.0	20.0	0.45
11:40	19.9	19.8	20.0	20.0	20.1	20.4	20.2	20.1	20.1	20.2	19.6	20.1	19.6	19.9	20.0	0.44
11:50	19.9	19.9	19.8	20.2	20.2	20.1	20.2	19.9	20.2	20.3	19.8	19.9	19.7	19.6	20.0	0.24
12:00	20.0	19.9	19.9	19.9	20.2	20.1	20.0	19.8	20.0	20.2	19.7	20.1	19.6	19.7	19.9	0.24
12:10	19.9	19.7	19.7	20.0	20.1	20.0	20.1	20.2	20.1	20.0	19.6	20.0	19.9	19.8	19.9	0.15
12:20	19.9	19.9	19.8	20.0	20.2	20.0	20.2	19.8	20.1	20.1	19.7	19.6	19.6	19.9	19.9	0.27
12:30	19.7	19.8	20.0	19.9	20.0	19.9	20.2	20.2	20.0	20.0	19.8	20.2	19.9	19.7	20.0	0.16
12:40	19.7	19.7	19.9	19.9	20.0	20.0	20.2	20.2	20.0	20.1	19.7	20.2	19.5	19.8	19.9	0.16
12:50	19.6	19.6	19.7	19.7	19.9	19.8	20.1	19.9	20.1	19.9	20.1	19.8	19.6	19.6	19.8	0.18
13:00	19.5	19.6	19.6	19.7	19.9	19.7	19.9	19.9	19.9	20.0	20.2	20.0	19.6	19.6	19.9	0.12
13:10	19.6	19.5	19.7	19.6	19.8	19.7	20.1	20.0	20.1	19.9	20.2	20.0	19.4	19.5	19.8	0.12
13:20	19.9	19.8	19.8	19.9	20.0	19.9	20.0	20.0	20.0	20.1	20.1	20.2	19.7	19.9	19.9	0.21

ตารางที่ 9(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ ม.มหิดล(องศาเซลเซียส)														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
13:30	19.9	19.8	19.8	20.0	20.1	20.1	20.0	19.9	20.3	20.2	19.9	19.7	19.6	19.7	20.0	0.21
13:40	19.8	20.1	20.2	20.0	20.2	20.2	20.3	19.9	20.3	20.2	20.0	19.8	19.7	20.2	20.1	0.23
13:50	19.8	19.9	19.9	20.1	20.0	20.2	20.4	20.2	20.4	20.1	19.6	20.0	20.0	20.0	20.0	0.24
14:00	20.0	20.1	20.2	20.2	20.2	20.4	20.4	20.4	20.6	20.5	20.5	20.4	20.4	20.4	20.5	0.11
14:00	20.4	20.5	20.5	20.6	20.7	20.4	20.4	20.7	20.8	20.9	20.8	20.7	20.4	20.4	20.6	0.11
14:20	20.9	20.8	20.9	20.9	20.7	20.7	20.5	20.9	20.9	21.0	20.8	20.5	20.9	21.0	20.8	0.16
14:30	21.3	21.4	21.2	21.4	21.4	21.4	21.1	21.3	21.3	21.5	21.3	21.1	21.3	21.4	21.3	0.12

จากข้อมูลในตารางที่9 ข้างต้น เป็นผลการวัดอุณหภูของอากาศมิที่จุดต่างๆภายในห้องปฏิบัติการวิจัยด้านมิติ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ดังแสดงในผังของภาพที่ 20 ของภาคผนวก ข. เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2540 ซึ่งได้ทำการปรับปรุงห้องโดยติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 บีทียู จำนวน 2 เครื่องอยู่เหนือฝ้าเพดานที่ทำจากแผ่นอะลูมิเนียมเจาะรู(punch plate)ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรโดยมีระยะห่างระหว่างแต่ละรูเป็น 2 เซนติเมตร โดยตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 20 องศาเซลเซียสนั้น ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา9.20 น.และปิดเวลา13.40 น. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 29 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของอากาศภายในห้องมีค่าประมาณ 24 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้องที่จุดต่างๆ จะใช้เวลาประมาณ 40 นาทีก็จะลดลงเข้าใกล้ค่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งค่าไว้ที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลผลการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปฏิบัติการวิจัยด้านมิติของแผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2540

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ ม.มหิดล(องศาเซลเซียส)														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
9:10	24.5	24.4	24.3	24.4	24.5	24.3	24.6	24.3	24.5	24.6	24.6	24.4	24.5	24.3	24.4	0.12
9:20	23.3	23.3	23.1	23.2	23.1	23.6	23.6	23.3	22.9	23.0	23.1	23.3	23.1	23.0	23.2	0.28
9:30	23.0	22.9	22.8	22.6	22.6	22.9	22.6	22.4	22.7	22.7	22.2	22.4	22.4	22.6	22.6	0.26
9:40	22.4	22.5	22.4	22.3	22.2	22.3	22.4	22.3	22.2	22.3	21.9	22.4	21.9	22.3	22.3	0.3
9:50	21.5	21.6	21.6	21.5	21.5	21.1	21.6	21.6	21.4	21.0	21.4	22.3	22.2	22.4	21.6	0.31
10:00	20.6	20.4	20.5	20.4	20.5	20.8	21.0	20.5	20.7	20.6	20.6	21.0	20.5	20.4	20.6	0.52
10:10	20.2	20.0	20.1	20.2	20.3	20.5	20.7	19.5	20.5	20.3	20.4	20.0	20.2	20.1	20.2	0.55
10:20	20.0	20.0	19.9	20.1	20.2	20.3	20.4	19.6	20.3	20.5	20.0	19.9	19.9	20.2	20.1	0.5
10:30	20.0	19.8	20.0	20.2	20.4	20.3	20.6	20.2	20.4	20.6	20.3	20.2	19.7	20.3	20.2	0.45
10:40	19.9	19.9	20.0	20.0	20.0	20.4	20.4	20.0	20.4	20.4	20.3	20.3	19.8	20.0	20.1	0.43
10:50	20.0	19.7	20.1	20.0	20.4	20.2	20.4	20.2	20.3	20.5	20.5	20.3	19.9	19.8	20.2	0.44
11:00	19.8	19.8	20.0	20.1	20.3	20.1	20.4	19.9	20.2	20.3	20.2	20.0	19.8	20.0	20.1	0.48
11:10	19.8	19.8	19.9	20.0	20.4	20.0	20.3	19.9	20.0	20.5	20.2	19.9	19.9	20.0	20.0	0.43
11:20	19.7	19.6	19.9	19.9	20.2	20.0	20.3	20.2	20.1	20.6	20.0	20.1	20.0	19.8	20.0	0.42
11:30	19.7	19.7	19.8	19.8	20.0	20.2	20.4	19.8	20.1	20.2	19.9	19.9	19.8	20.0	20.0	0.58
11:40	19.5	19.6	19.5	19.6	19.9	20.0	20.5	20.1	19.8	20.3	19.8	20.0	19.6	19.6	19.8	0.52
11:50	19.6	19.6	19.6	19.7	19.9	20.2	20.4	19.9	20.0	20.1	20.0	19.9	19.3	20.1	19.9	0.41
12:00	19.5	19.5	19.6	19.5	19.8	20.0	20.1	19.8	19.9	20.2	20.1	20.1	19.5	20.1	19.8	0.44
12:10	19.4	19.5	19.5	19.5	20.0	20.3	20.1	20.2	19.8	20.2	19.9	20.0	19.4	20.5	19.9	0.34
12:20	19.5	19.4	19.5	19.7	20.2	20.1	20.2	19.8	19.7	20.1	19.9	19.9	19.6	20.2	19.8	0.5
12:30	19.4	19.3	19.4	19.4	20.1	20.1	20.3	20.0	19.8	20.0	19.7	19.7	19.4	20.3	19.8	0.39
12:40	19.5	19.5	19.6	19.6	20.0	19.9	20.3	20.0	19.8	19.8	19.6	19.8	19.5	20.5	19.8	0.39
12:50	19.6	19.6	19.5	19.8	20.2	20.1	20.2	19.9	20.0	19.9	19.8	19.8	19.5	20.1	19.9	0.46
13:00	19.5	19.5	19.5	19.7	20.3	20.0	20.3	19.8	19.9	19.7	19.8	20.0	19.4	20.3	19.8	0.35
13:10	19.6	19.4	19.7	19.8	20.0	20.0	20.3	20.1	20.2	20.3	19.7	20.1	19.5	20.2	19.9	0.41
13:20	19.6	19.5	19.5	19.6	20.2	20.2	20.2	19.6	20.3	20.2	19.9	19.9	19.4	20.2	19.9	0.46
13:30	19.5	19.6	19.5	19.8	20.1	20.0	20.3	19.4	20.2	20.2	19.9	19.7	19.5	20.0	19.8	0.49

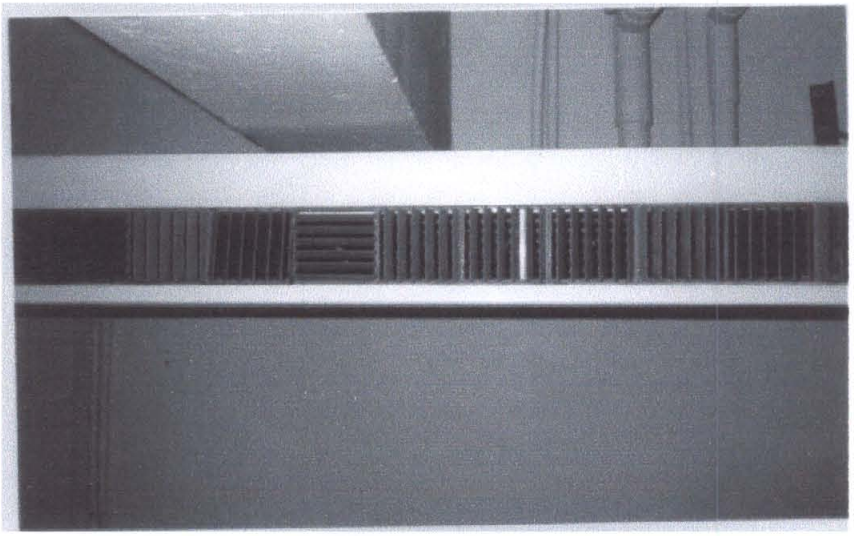
ตารางที่ 10(ต่อ)

เวลาที่วัด	อุณหภูมิที่บริเวณต่างๆภายในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ ม.มหิดล(องศาเซลเซียส)														อุณหภูมิห้องเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	จุดที่6	จุดที่7	จุดที่8	จุดที่9	จุดที่10	จุดที่11	จุดที่12	จุดที่13	จุดที่14		
13:40	19.7	19.4	19.5	19.7	20.0	20.2	20.1	19.5	20.2	20.1	19.6	19.5	19.5	19.9	19.7	0.53
13:50	19.7	19.6	19.6	19.9	20.0	19.9	20.2	20.2	20.0	20.0	19.8	20.2	19.9	19.7	20.0	0.16
14:00	19.6	19.5	19.5	19.8	20.0	20.0	20.1	19.6	19.7	19.9	20.0	19.9	19.5	19.6	19.8	0.21
14:10	19.5	19.6	19.6	19.7	19.9	19.9	20.0	19.9	19.6	20.2	19.9	20.0	19.6	19.6	19.8	0.36
14:20	19.6	19.4	19.7	19.8	19.9	20.1	20.3	19.9	19.5	20.2	20.2	20.1	19.9	20.5	19.9	0.44
14:30	19.6	19.4	19.8	19.8	20.0	20.1	20.2	19.7	19.7	20.2	20.0	19.8	19.7	20.2	19.9	0.47
14:40	19.7	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.3	19.9	19.9	20.2	19.8	19.7	19.8	20.0	19.9	0.49
14:50	19.7	19.5	19.5	19.6	20.0	20.2	20.2	19.8	20.0	20.1	19.6	19.6	19.8	19.9	19.8	0.52
15:00	19.6	19.4	19.6	19.7	19.9	20.2	20.3	19.9	20.0	20.1	20.0	19.9	19.3	20.1	19.9	0.41
15:10	19.5	19.5	19.7	19.6	19.8	20.1	20.1	19.6	19.9	19.9	19.6	19.5	19.8	19.9	19.8	0.49
15:20	19.6	19.4	19.8	19.8	19.7	19.7	20.2	19.6	20.1	19.9	19.6	19.5	19.8	19.9	19.8	0.49
15:30	19.6	19.4	19.7	19.8	19.8	19.8	20.1	19.7	19.8	20.1	19.8	19.6	19.7	19.8	19.8	0.48
15:40	20.0	20.1	20.2	20.1	20.2	20.2	20.0	19.6	20.3	20.4	19.9	19.8	19.2	20.0	20.0	0.44
15:50	20.5	20.4	20.5	20.6	20.5	20.5	20.4	20.3	20.7	20.9	20.5	20.6	20.4	20.6	20.5	0.24
16:00	21.6	21.5	21.6	21.5	21.3	21.5	21.2	21.4	21.3	21.4	21.3	21.3	21.3	21.4	21.4	0.22
16:10	22.4	22.3	22.3	22.2	22.3	22.4	22.5	22.3	22.3	22.3	21.7	22.0	21.8	22.2	22.2	0.28
16:20	23.1	22.9	22.7	22.6	22.7	22.8	22.9	22.5	22.7	22.7	21.9	22.6	22.9	23.0	22.7	0.29
16:30	23.8	23.6	23.5	23.5	23.6	23.7	23.6	23.5	23.4	23.5	23.5	23.4	23.4	23.4	23.5	0.15

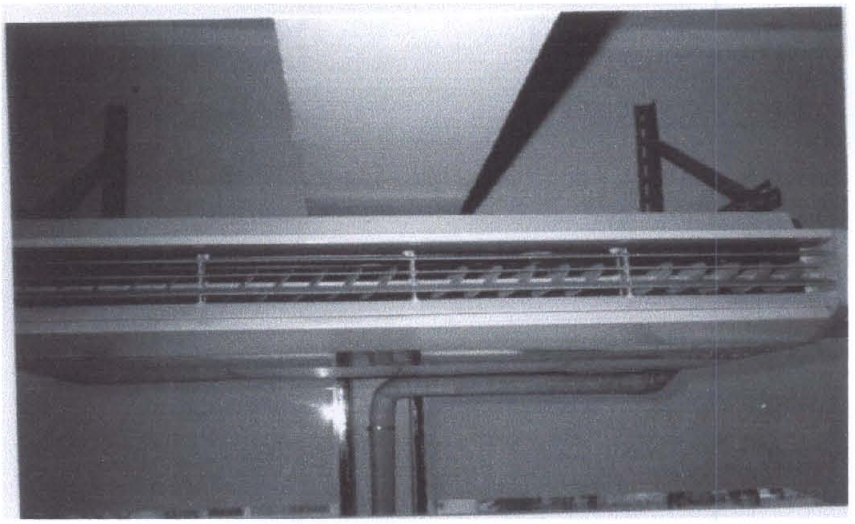
จากข้อมูลในตารางที่10 ข้างต้น เป็นผลการทดลองวัดอุณหภูมิที่จุดต่างๆภายในห้องปฏิบัติการวิจัยด้านมิติ แผนกวิจัย คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ดังแสดงในผังของภาพที่20 ของภาคผนวก ข. ในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2540 โดยตั้งค่าอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 20 องศาเซลเซียสนั้น ได้เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเวลา9.10 น.และปิดเวลา15.30 น. โดยที่อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารมีค่าประมาณ 28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอากาศภายในห้องที่จุดต่างๆจะใช้เวลาประมาณ 40 นาทีจากอุณหภูมิเริ่มต้นที่ค่าประมาณ 24.5 องศาเซลเซียสก็จะลดลงเข้าใกล้ค่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตามที่ได้ตั้งค่าไว้ที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ

ภาคผนวก ข

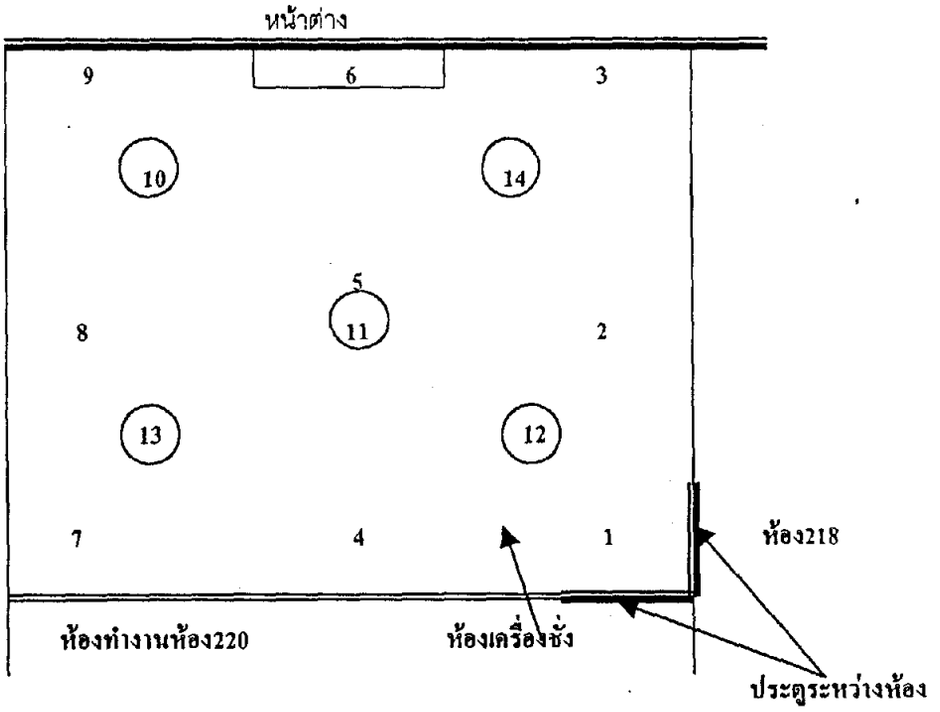
ภาพแสดงแนวทางสมมุติฐานในการศึกษาวิจัย ภาพห้องการศึกษาทดลองและห้องปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้สามารถควบคุมอากาศในห้องมีอุณหภูมิสม่ำเสมอและป้องกันการเกิดความสั่นสะเทือน

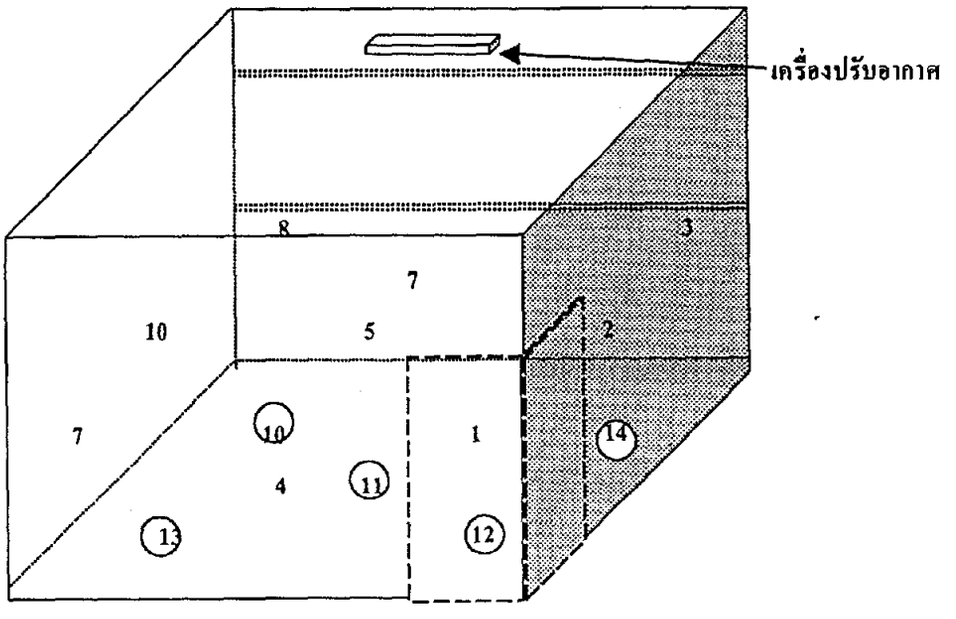


ภาพที่1 เครื่องปรับอากาศแบบที่มีกรอบพลาสติกเป็นช่องเกล็ดบังคับทิศทางกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องอากาศ



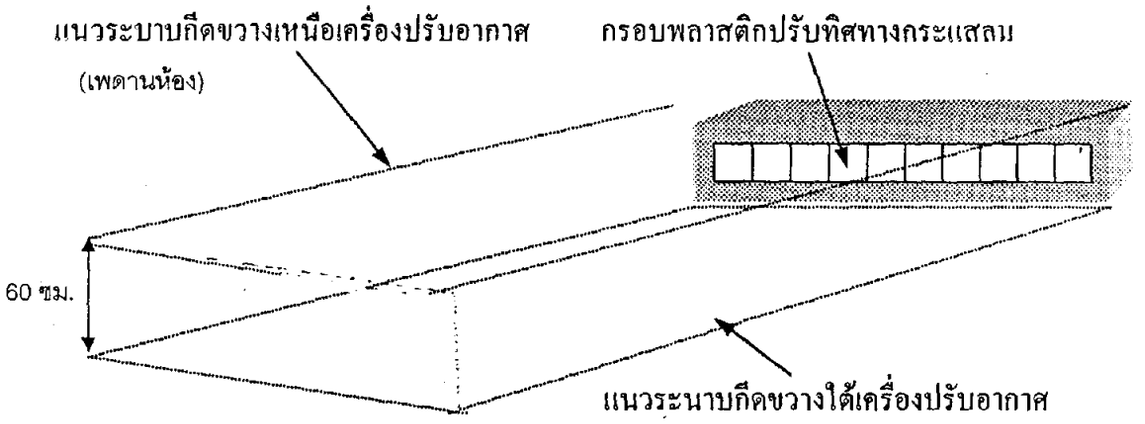
ภาพที่2 เครื่องปรับอากาศแบบที่มีเกลียวลักษณะดอกสว่านหมุนรอบตัวเองและมีแผ่นเกล็ดพลาสติกอยู่ด้านหน้าเปลี่ยนสำหรับทิศทางกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศ



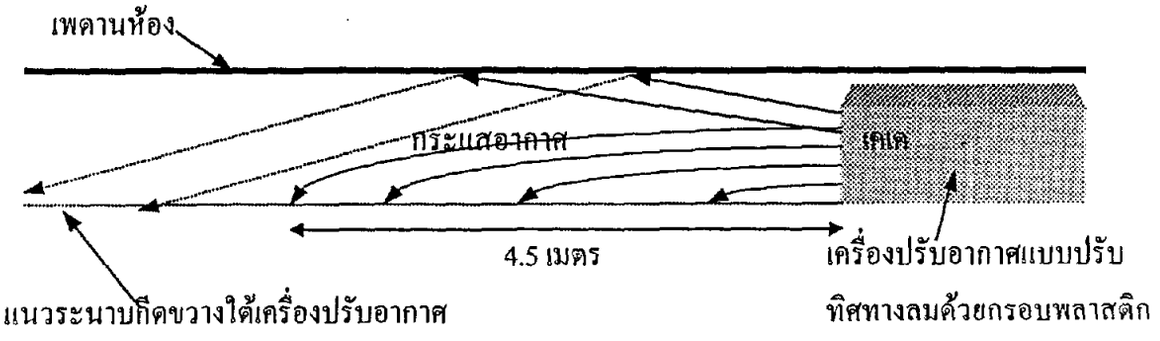


○ ตำแหน่งที่เทอร์โมคัปเปิลถูกวางอยู่สูงจากพื้น 0.5 เมตร

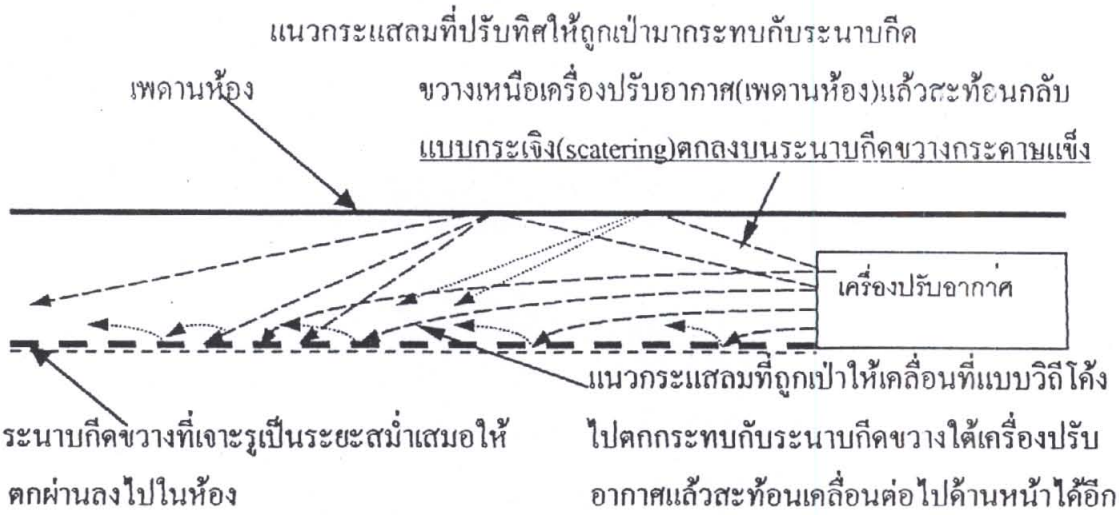
<u>ภาพที่3</u> ผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิลสูงจากพื้น1.5 เมตรและ0.5เมตรตามลำดับเพื่อวัดค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องเครื่องชั่ง(ห้อง220) ซึ่งไม่มีฝ้าเพดาน



<u>ภาพที่ 4</u> ลักษณะของแนวระนาบกีดขวางที่ขนานกับเครื่องปรับอากาศที่จะเป็นตัวสะท้อนกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากหน้าเครื่องปรับอากาศเพื่อทำให้กระแสอากาศเกิดการสะท้อนเคลื่อนที่กระจายได้ไกลออกไปข้างหน้ามากขึ้น

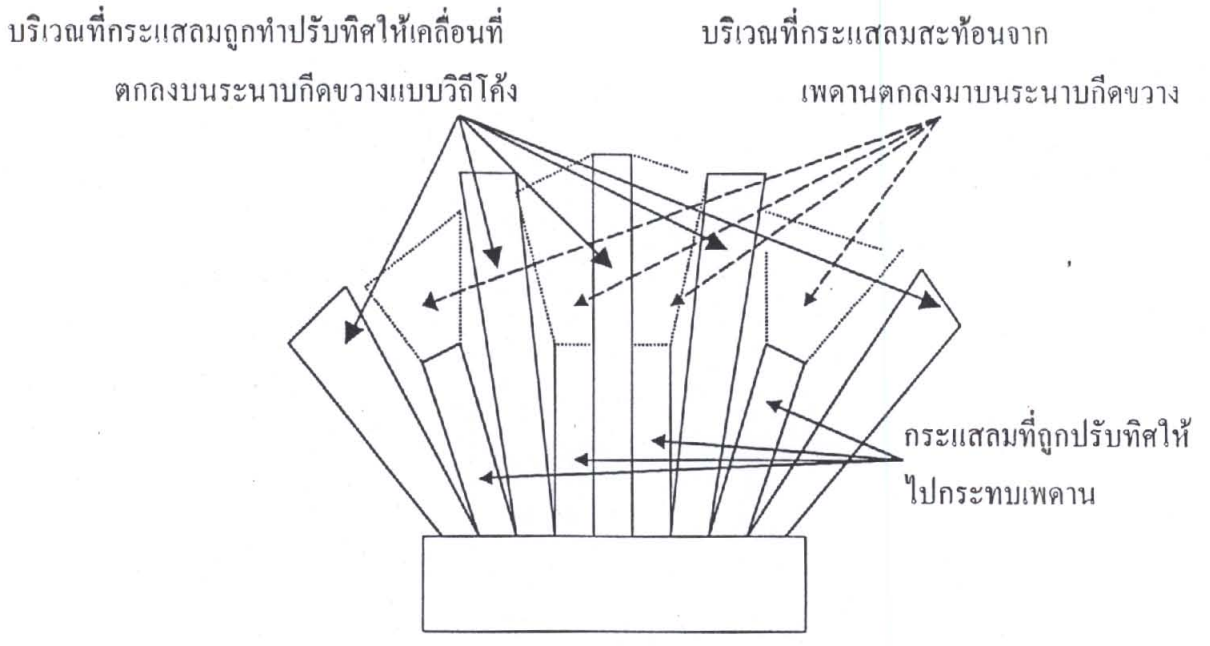


<u>ภาพที่ 5</u> แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่สะท้อนจากเพดานห้องแล้วสะท้อนลงมาทำให้ได้กระแสลมสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะมากกว่าปล่อยให้ตกลงมาตามแนวระนาบโดยตรง

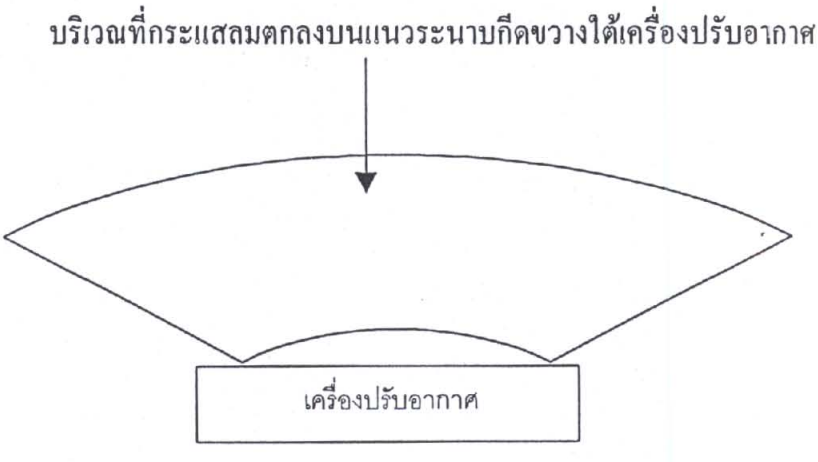


ภาพที่ 6 แสดงลักษณะแนวการเคลื่อนที่ของกระแสลมบางส่วนที่ถูกบังคับให้ไปตกกระทบกับเพดานห้องซึ่งเป็นแนวระนาบกีดขวางเหนือเครื่องปรับอากาศแล้วสะท้อนตงลงบนแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ กับบางส่วนที่บังคับให้ตกลงแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ แล้วเกิดสะท้อนไกลออกไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่อง ทำให้กระแสลมเย็นไปได้ระยะทางไกลกว่าเดิมและลดความเร็วลง เมื่อมีรูอากาศบางส่วนก็จะผ่านรูลงมา

ภาพที่ 7 การศึกษาทดลองหาตำแหน่งและระยะทางที่กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศตกกระทบบริเวณแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ

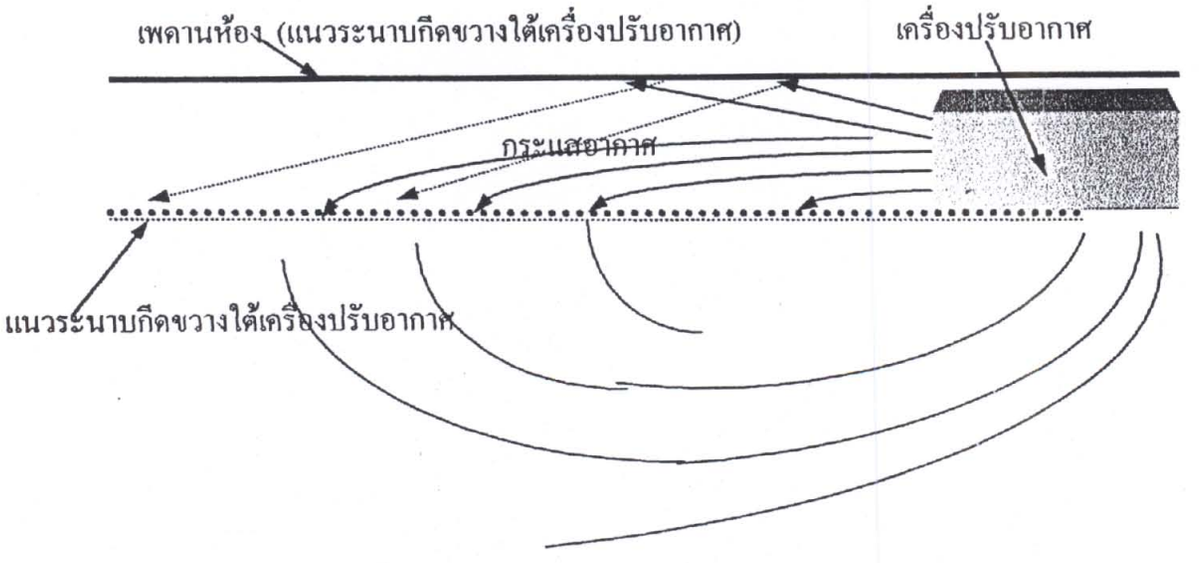


<u>ภาพที่ 8</u> แสดงบริเวณที่กระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากเครื่องปรับอากาศแบบใช้กรอบพลาสติดปรับตั้งทิศทางกระแสลมที่ตรวจพบว่ากระแสลมจะตกได้ไกลที่สุดประมาณ4.5 เมตร

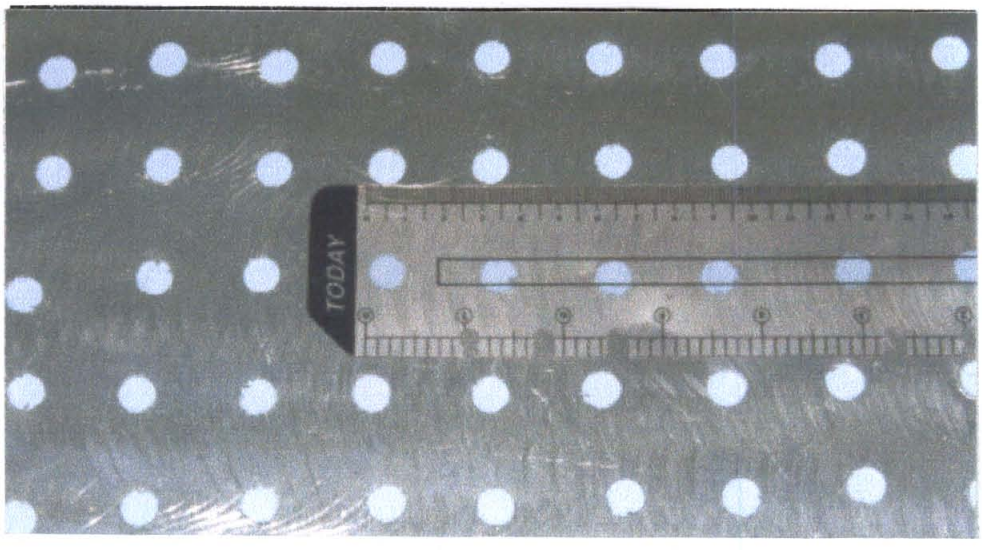


<u>ภาพที่ 9</u> ลักษณะของบริเวณที่กระแสลมตกลงบนแนวระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศที่ปรับทิศทางของกระแสลมด้วยแกนเกลียวหมุนผ่านใบเกล็ดหน้าเครื่องปรับอากาสจะมีเป็นพื้นที่รูปพัดโดยมีระยะทางไกลที่สุดเป็นรัศมี 3 เมตร จากหน้าเครื่องปรับอากาศ

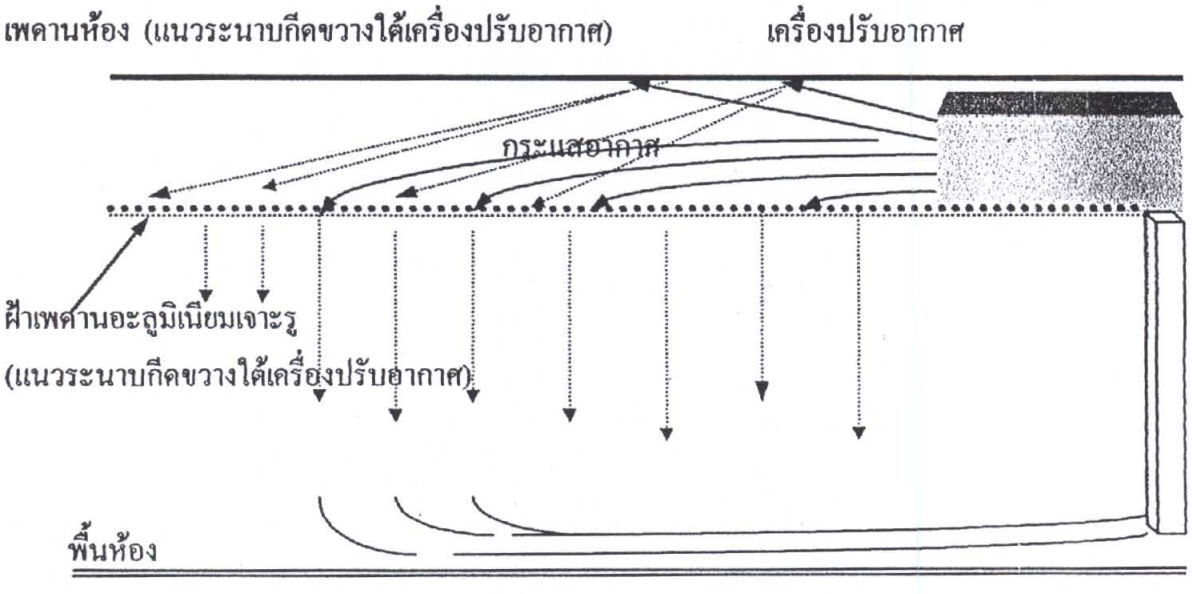
ภาพที่10 การศึกษาทดลองหาตำแหน่งและระยะทางที่กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศตกกระทบระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศแล้วสะท้อนเคลื่อนที่ไปข้างหน้าทำให้ได้ระยะที่ลมตกไกลกว่าเมื่อไม่มีระนาบกีดขวาง



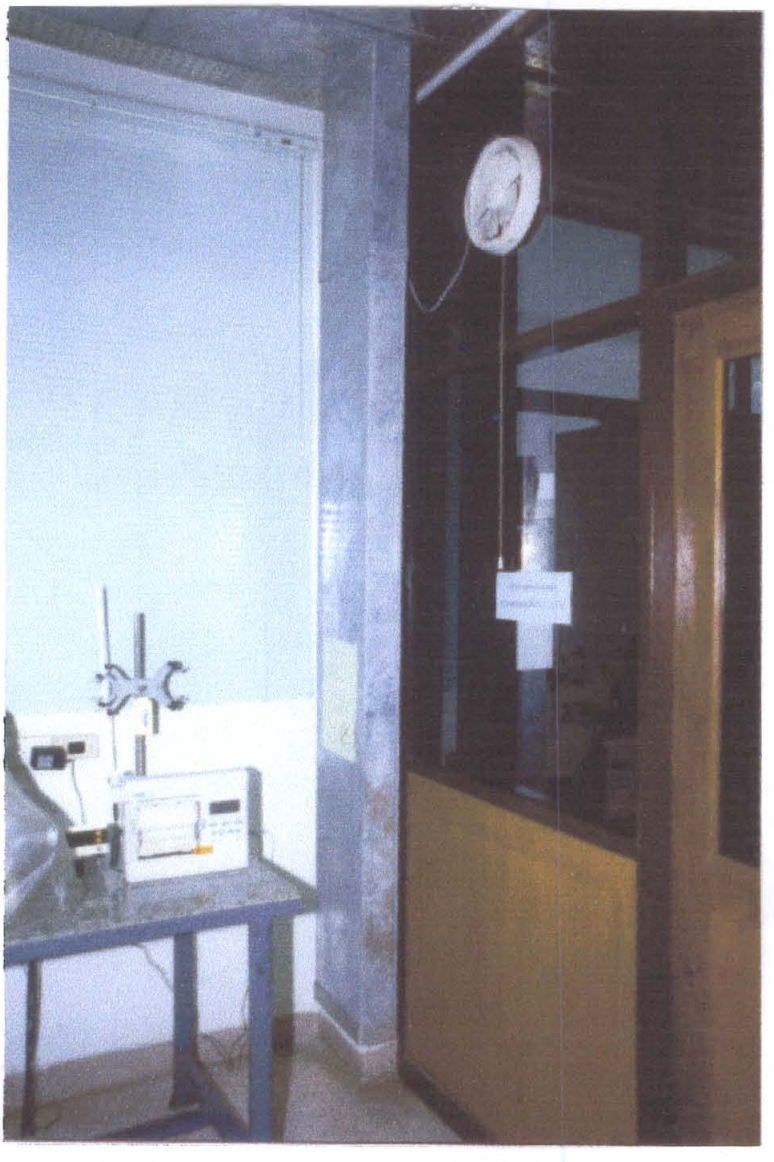
ภาพที่11 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของอากาศที่ไหลเวียนเป็นวงกลับเข้าทางช่องที่อยู่ข้างใต้หรือข้างหลังของเครื่องปรับอากาศซึ่งยังจะทำให้อากาศในห้องเกิดการสั่นสะเทือนอยู่อีก



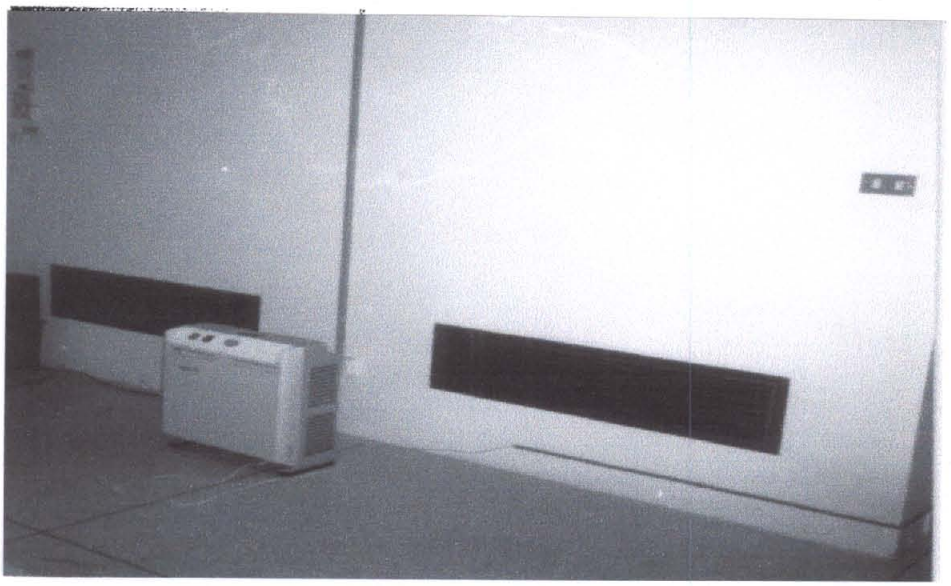
ภาพที่12 แผ่นอะลูมิเนียมหนา1มิลลิเมตร ที่นำมาเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรเป็นแถวขนานห่างกัน 2 เซนติเมตรเพื่อทำเฟ้าเพดานทำหน้าที่เป็นระนาบกีดขวางใต้เครื่องปรับอากาศ



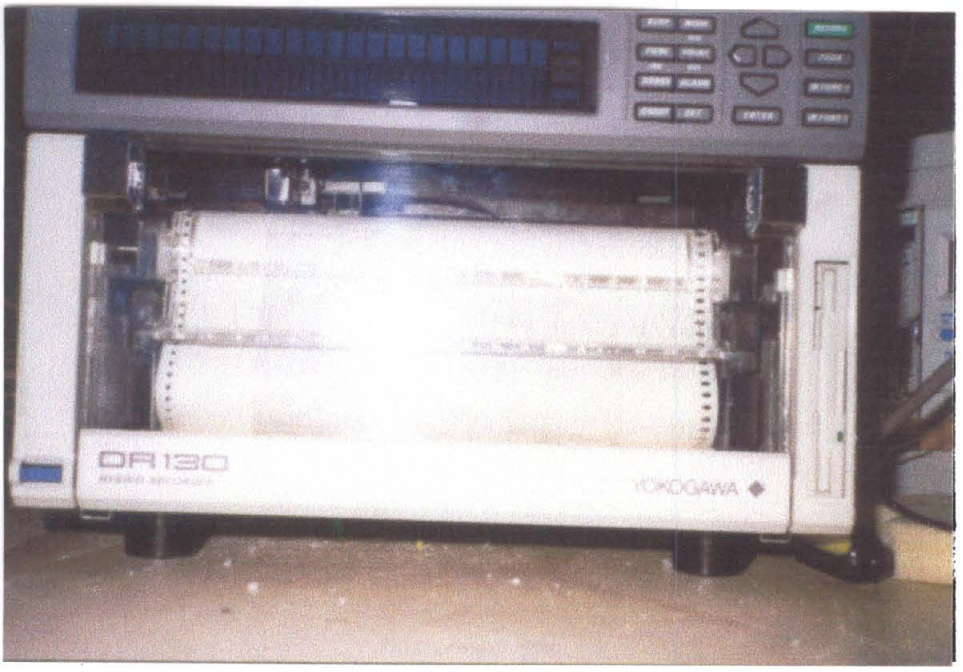
รูปที่13 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของอากาศที่ไหลเวียนกลับเข้าทางปล่องที่ปลายปล่องอยู่ใกล้กับพื้นห้องและต่อเข้าข้างใต้หรือข้างหลังของเครื่องปรับอากาศ



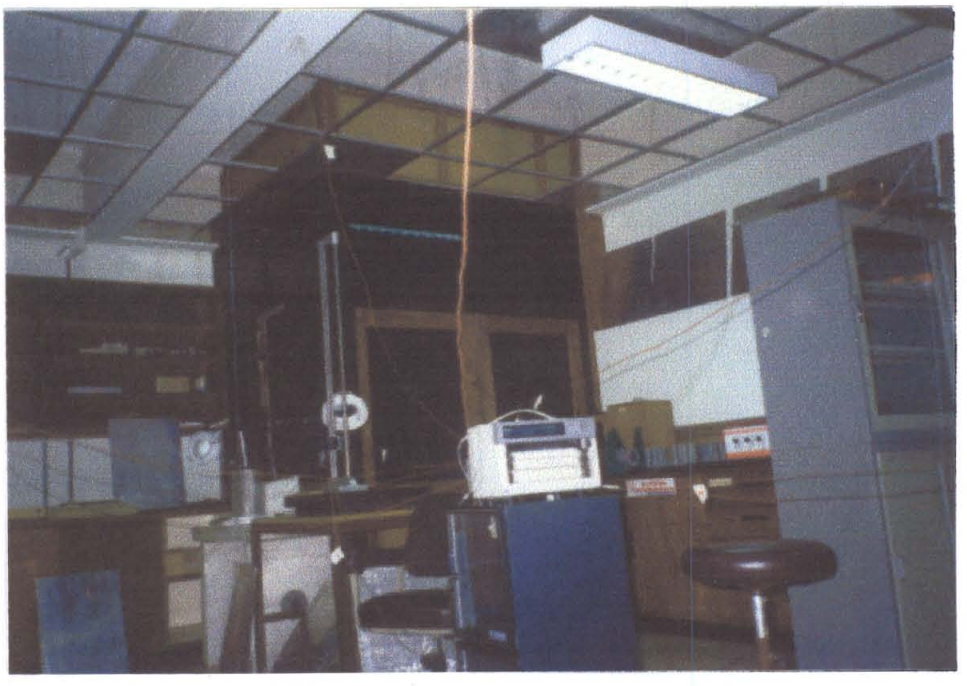
<u>ภาพที่14</u> แสดงให้เห็นตัวปล่องที่ต่อเข้ากับข้างใต้ของเครื่องปรับอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ(ห้อง206) เพื่อให้อากาศในห้องไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศโดยไม่ทำอากาศให้เกิดการสั่นสะเทือน



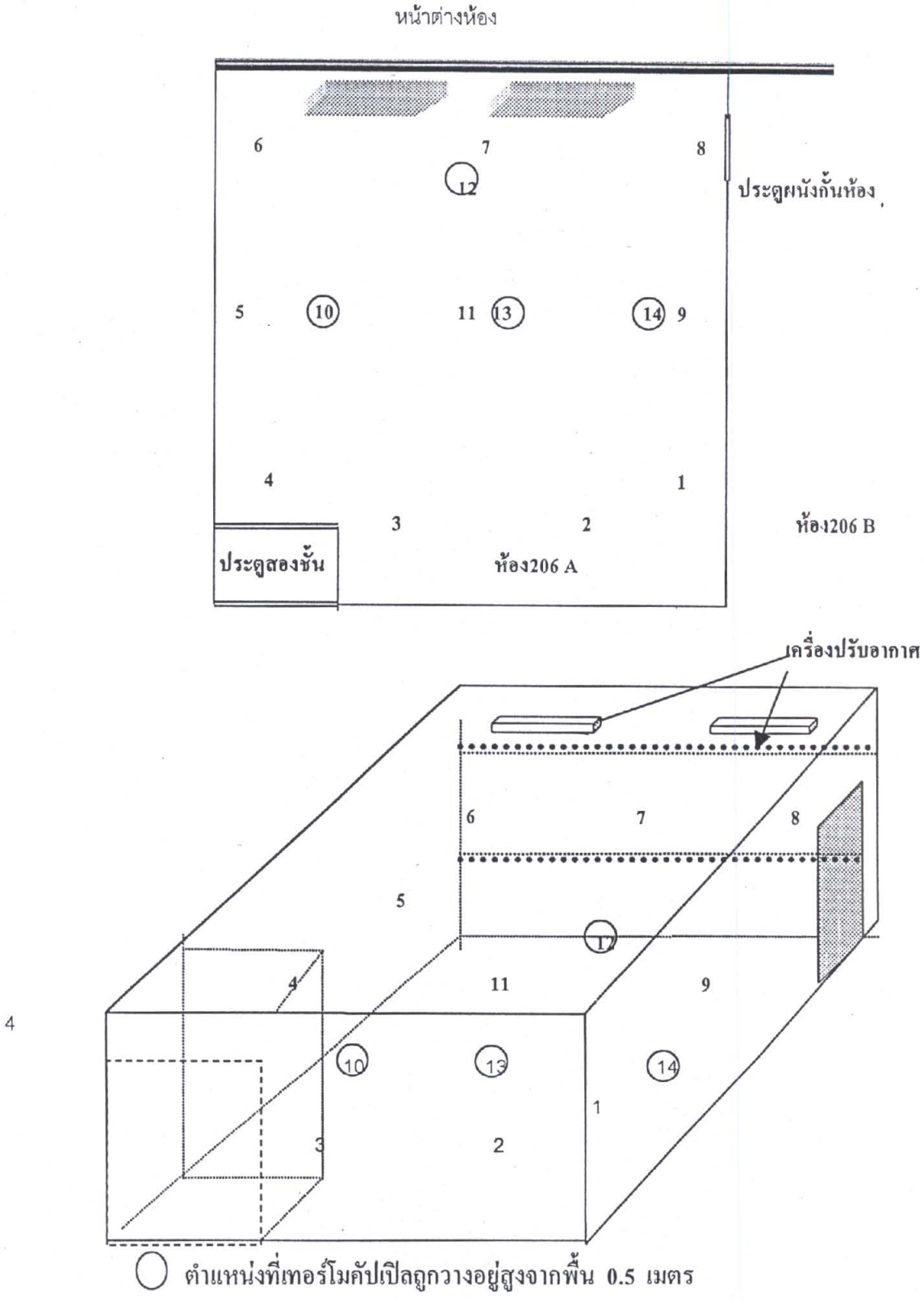
ภาพที่15 แสดงช่องที่อยู่ใกล้พื้นห้องของผนังที่สร้างขนานกับแนวเครื่องปรับอากาศในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อให้อากาศในห้องไหลเวียนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศซึ่งทำให้ไม่อากาศในห้องไม่เกิดการสั่นสะเทือน



ภาพที่16 เครื่องไฮบริดมิเตอร์ใช้สำหรับแสดงและบันทึกค่าการวัดอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการได้พร้อมกันหลายๆจุดในเวลาเดียวกัน

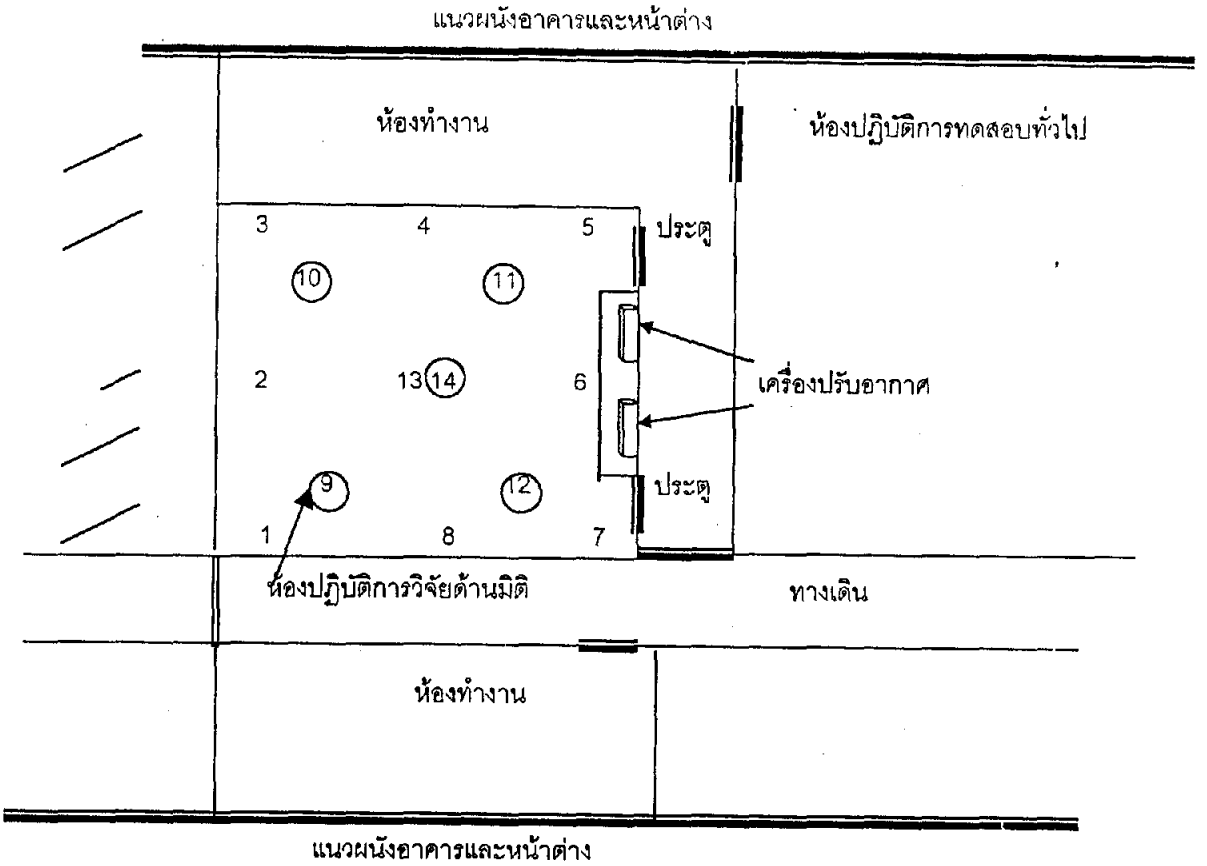


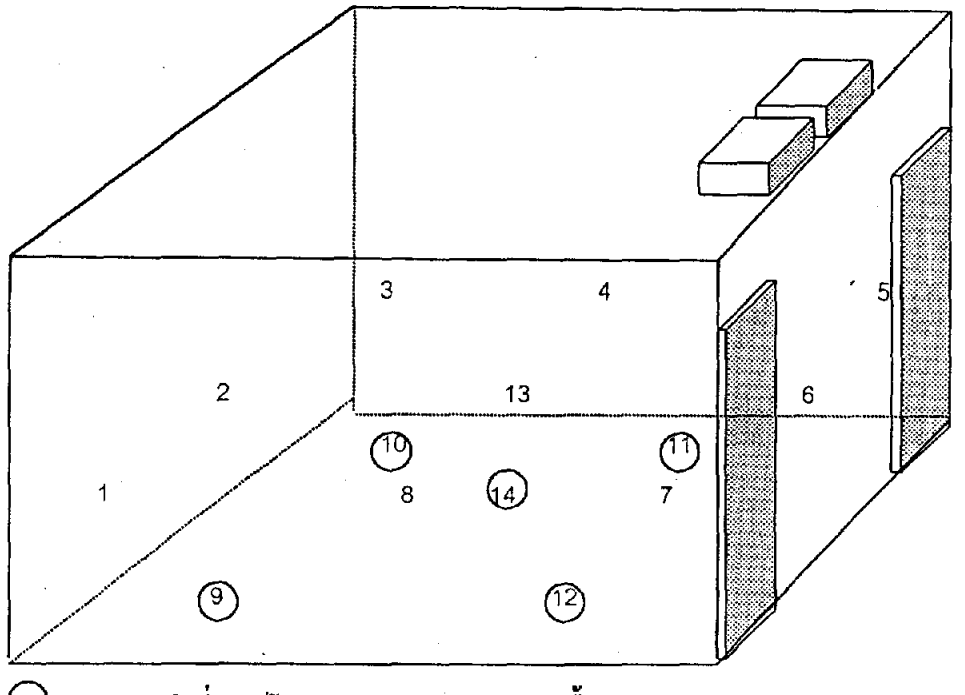
<u>ภาพที่17</u> การดำเนินการศึกษาทดลองเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบด้านมิติ (ห้อง206) ที่ได้ปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัยแล้ว



ภาพที่18 ผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิลสูงจากพื้น1.5 เมตรและ0.5เมตรตามลำดับเพื่อวัดค่าอุณหภูมิอากาศในห้องปฏิบัติการทดสอบ ด้านมิติ(ห้อง206) ซึ่งได้ทำการปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัยแล้ว

ภาพที่19 การดำเนินการศึกษาทดลองเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิอากาศใน ห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดลซึ่งได้ปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัย





○ ตำแหน่งที่เทอร์โมคัปเปิลถูกวางอยู่สูงจากพื้น 0.5 เมตร

ภาพที่20 ผังแสดงตำแหน่งที่วางสายเทอร์โมคัปเปิล สูงจากพื้น1.5 เมตรและ0.5เมตรตามลำดับเพื่อวัดค่าอุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการวิจัยทางมิติ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลซึ่งได้ปรับปรุงตามแบบที่ได้ศึกษาวิจัยแล้ว