บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือการสร้างแบบประเมินการประหยัดพลังงานในบ้านพักอาศัยที่ปรับอากาศอันเนื่องมาจากการการรั่วซึมของอากาศ โดยสามารถแบ่งขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการรั่วซึมของอากาศในอาคารปรับอากาศได้ดังนี้

ขั้นตอนที่1 หาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการรั่วซึมของอากาศ โดยใช้ข้อมูลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการทดลองโดยการเก็บข้อมูล จากสถานที่จริง

ขั้นตอนที่2 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นตอนที่1 มาวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการถดถอยเพื่อใช้คำนวณค่าการรั่วซึมของอากาศ และนำค่าการรั่วซึมของอากาศในแต่ละทิศ มาคำนวณหาค่าพลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดค่าระดับของตัวแปรแต่ละประเภท

ขั้นตอนที่3 สร้างแบบประเมินการรั่วซึมของอากาศในอาคารปรับอากาศ และนำมาทดสอบประเมินอาคารตัวอย่าง

3.1 การดำเนินงานวิจัย

การรั่วซึมของอากาศ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากอากาศภายนอกที่เข้าสู่ภายในอาคารจะมีความร้อนและความชื้นปะปนเข้ามาด้วย ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องสูญเสียพลังงานเป็นจำนวนมากในการกำจัดความร้อน และความชื้นที่เข้ามา เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้อง ให้อยู่ในระดับที่ผู้อยู่ภายในรู้สึกสบาย ซึ่งโดยปกติแล้ว การรั่วซึมของอากาศจะเกิดที่บริเวณรอยต่อของประตู-หน้าต่างกับผนัง หรือรอยแตกแยกบนผนัง แต่เนื่องจากการพิจารณาในส่วนนี้ทำได้ยาก และยากที่จะบ่งบอกค่าระดับของรอยต่อ หรือรอยแตกบนผนังได้ ว่าจะอยู่ในระดับใดของการประเมินฯ ดังนั้นการหาตัวแปรและจำแนกตัวแปรจึงแบ่งตามประเภท ลักษณะการเปิดปิดของประตู-หน้าต่าง และวัสดุที่ใช้เป็นผนัง โดยตัวแปรทั้งสองประเภทนี้ เป็น **ตัวแปรต้น** ซึ่งจะมีผลต่อ **ตัวแปรตาม** คือปริมาณการรั่วซึมของอากาศที่เข้าสู่ภายใน ที่ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องสูญเสียพลังงานเป็นจำนวนมากในการลดอุณหภูมิอากาศ

ตัวแปรที่ทำการศึกษาแบ่งได้ 2 ประเภทดังนี้

1. ประตู-หน้าต่าง โดยประเภทประตู-หน้าต่างที่ทำการศึกษามีดังนี้
   - บานเกล็ด
   - บานเปิด
   - บานเลื่อน
   - ช่องแสงติดตาย
   - บานเปิดกระจกเปลือย ซึ่งมีรอยต่อโดยรอบ ระหว่างประตูกระจกกับผนัง

2. วัสดุที่ใช้เป็นผนัง
   - ผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด
   - ผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้
   - ผนังคอนกรีตมวลเบา
   - ผนังก่ออิฐฉาบปูน
   - ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS)

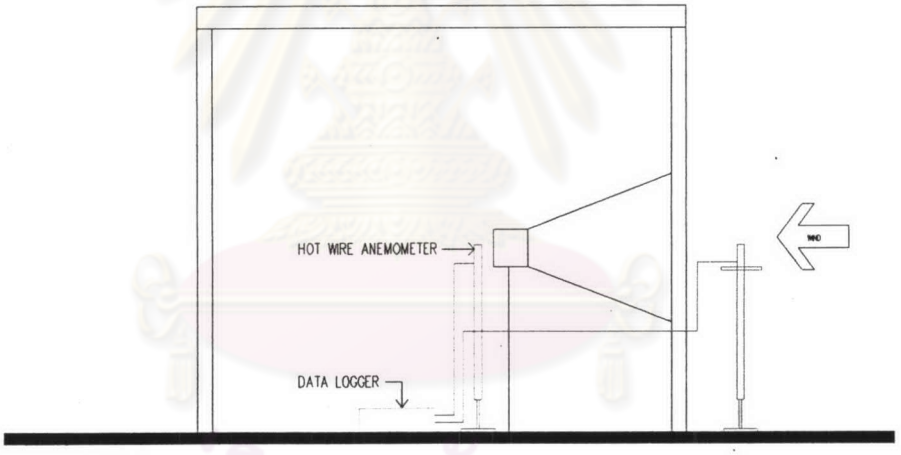
โดยตัวแปรที่เลือกทำการศึกษานี้ เป็นที่นิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน และเนื่องจากตัวแปรบางตัวได้มีผู้ทำวิจัยไว้ก่อนแล้ว ผู้ทำวิจัยจึงทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากสถานที่จริง โดยเจาะจงเฉพาะตัวแปรที่ยังไม่ได้มีการศึกษาเท่านั้น ซึ่งมีดังนี้

- บานเปิดไม่มีวงกบ
- ผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้
- ผนังคอนกรีตมวลเบา
- ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ทดสอบอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. เนื่องจากเป็นการทดลอง ณ สถานที่จริง ตัวอย่างที่ศึกษาก็แตกต่างกัน และอาคารที่ศึกษาก็ตั้งอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกัน ดังนั้นอาคารที่ทำการศึกษา จึงเลือกอาคารที่มีผู้ใช้อาคารไม่มากนัก เพื่อความสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
3. นำอุปกรณ์และเครื่องมือที่ผ่านการทดสอบเรียบร้อย มาติดตั้งตามภาพด้านล่าง โดยนำถุงพลาสติก ที่จัดเตรียมไว้มาปิดทับประตู หรือผนังที่ต้องการศึกษา และทำการอุดรอยต่อของถุงพลาสติกอย่างดี ติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลมเครื่องที่1 ที่ด้านนอกของประตู หรือผนังตัวอย่างที่ต้องการศึกษา โดยกำหนดให้ตำแหน่งตรงกับเครื่องวัดความเร็วลมเครื่องที่ 2 ซึ่งติดตั้งที่ปลายถุงพลาสติกขนาดพื้นที่ 1 ตารางฟุต ภายในอาคาร



รูปภาพที่ 3.1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ทดลอง

4. ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง หรือระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ หรืออาจนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมของกรมอุตุนิยมวิทยามา ใช้ประกอบการศึกษา เพื่อศึกษาหาค่าความต่างระหว่างเอ็นทัลปีภายใน และภายนอกอาคาร ถ้ามีความแตกต่างกันมาก เครื่องปรับอากาศก็ต้องสูญเสียพลังงานในการปรับอากาศจากภายนอกที่รั่วซึมเข้ามาเป็นจำนวนมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินปริมาณการรั่วซึมของอากาศผ่านตัวอย่างที่ศึกษาแต่ละประเภท มาเปรียบเทียบในด้านการสูญเสียพลังงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งพิจารณาได้จากความแตกต่างของเอ็นทัลปีภายใน และภายนอกอาคาร และความเร็วลมที่ผ่านพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางฟุตของตัวอย่างที่ศึกษา โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

$$q = 4.5 * CFM * \Delta h$$

โดย q คือ พลังงานความร้อนรวม(Sensible Heat กับ Latent Heat)

CFM คือ ค่าความเร็วลมที่วัดได้มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

Δh คือ ความแตกต่างของเอ็นทัลปี ที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางประตู หรือผนังตัวอย่างที่ศึกษา

6. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการรั่วซึมของอากาศผ่านประตู-หน้าต่าง และผนังที่ได้เคยมีผู้ทำการศึกษาไว้แล้ว เพื่อจัดค่าระดับตัวแปรแต่ละประเภท

7. สร้างแบบประเมินการรั่วซึมของอากาศในอาคารพักอาศัย ที่มีการปรับอากาศ โดยแยกการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือประตู-หน้าต่าง และผนัง หลังจากนั้นจึงนำผลของทั้งสองส่วนนี้มารวมกันเพื่อประเมินอาคารที่ศึกษา

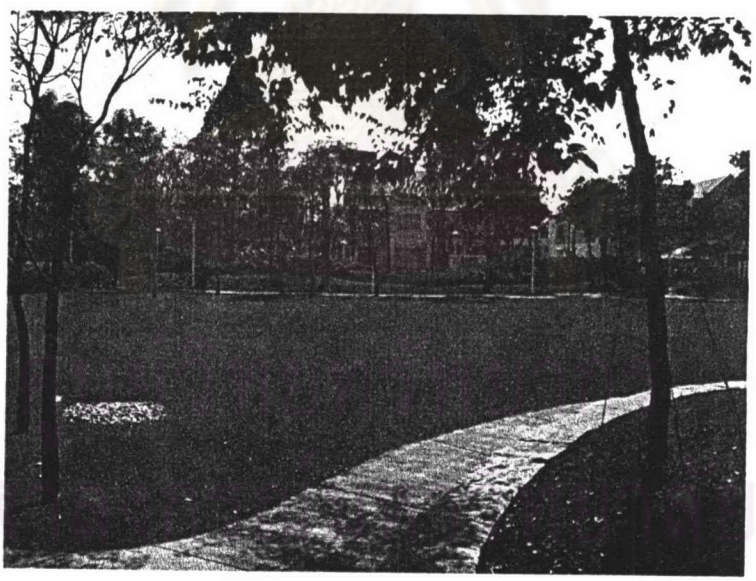
8. นำแบบประเมินที่ได้มาทดสอบด้วยการเลือกอาคารตัวอย่างมา 1 หลังเพื่อทำการประเมิน โดยอาคารที่เลือกทำการศึกษานั้นต้องเป็นอาคารพักอาศัย ที่มีการปรับอากาศและ สูงไม่เกิน 2 ชั้น

3.3 ตัวอย่างประตู และผนังที่ทดลอง

การทดลองนี้เป็น การทดลองในสถานที่จริง ซึ่งเป็นสำนักงานขนาดเล็กมีประตูกระจกที่มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับประตูกระจกที่ใช้ในอาคารพักอาศัย พื้นที่ทำการทดลองมีขนาดใกล้เคียงกัน มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 100 ตารางเมตร (10.00 x 10.00 เมตร) ความสูงของห้องโดยเฉลี่ยประมาณ 6.00 เมตร อาคารแห่งนี้ตั้งอยู่ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งย่านรามอินทรา สภาพโดยรอบของอาคารเป็นที่โล่ง ตัวอย่างที่ทำการศึกษา ณ สถานที่แห่งนี้คือ

- ประตูกระจกเปลือย บานเปิดคู่ไม่มีวงกบ ขนาด 1.90 x 2.20 เมตร หันหน้าไปทางทิศเหนือ ซึ่งเป็นสวนสาธารณะ โดยมีช่องว่างประมาณ 1 ซ.ม. ระหว่างบานประตูกับชุ้มทางเข้า

รูปภาพที่ 3.2 รูปแบบประตูตัวอย่างที่ทำการศึกษา ณ สำนักงานแห่งหนึ่งย่านรามอินทรา กรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2547

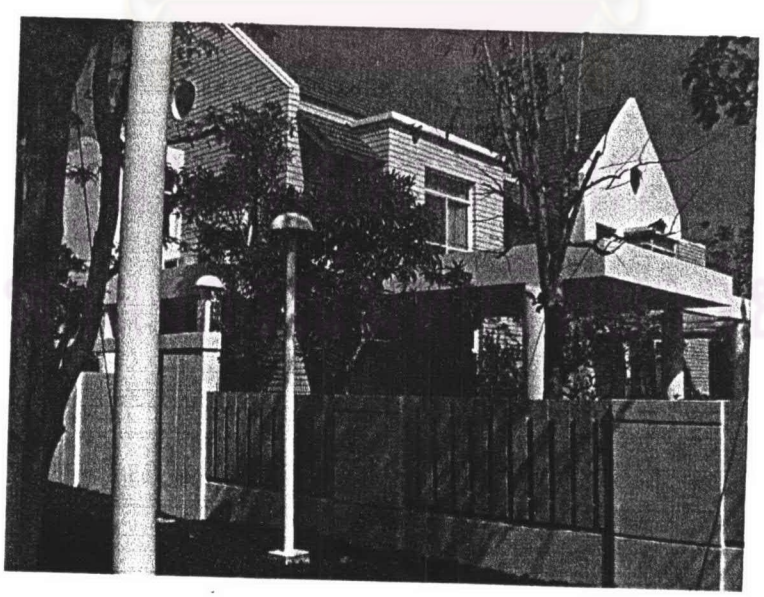


รูปภาพที่ 3.3 สภาพแวดล้อมทั่วไปของอาคารทดลอง

- ผนังคอนกรีตมวลเบา เป็นผนังที่เริ่มเป็นที่นิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารพักอาศัยในปัจจุบัน เนื่องจากก่อสร้างได้เร็ว อีกทั้งตัววัสดุมีโพรงอากาศในเนื้อวัสดุทำให้น้ำหนักเบา ง่ายต่อการทำงาน น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 80 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ความหนาแน่นประมาณ 960-1280 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับการทดลองนี้ เลือกศึกษาผนังคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาประมาณ 0.10 เมตร ขนาด 1 ตารางเมตร ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันตก

โดยสถานที่ที่ทำการทดลอง เป็นอาคารพักอาศัยสูง 2 ชั้น หลังหนึ่ง ในโครงการหมู่บ้านจัดสรรแห่งหนึ่งย่านรามอินทรา ห้องที่ทำการทดลองมีขนาด 2.20 x 2.50 เมตร สูง 2.70 เมตร

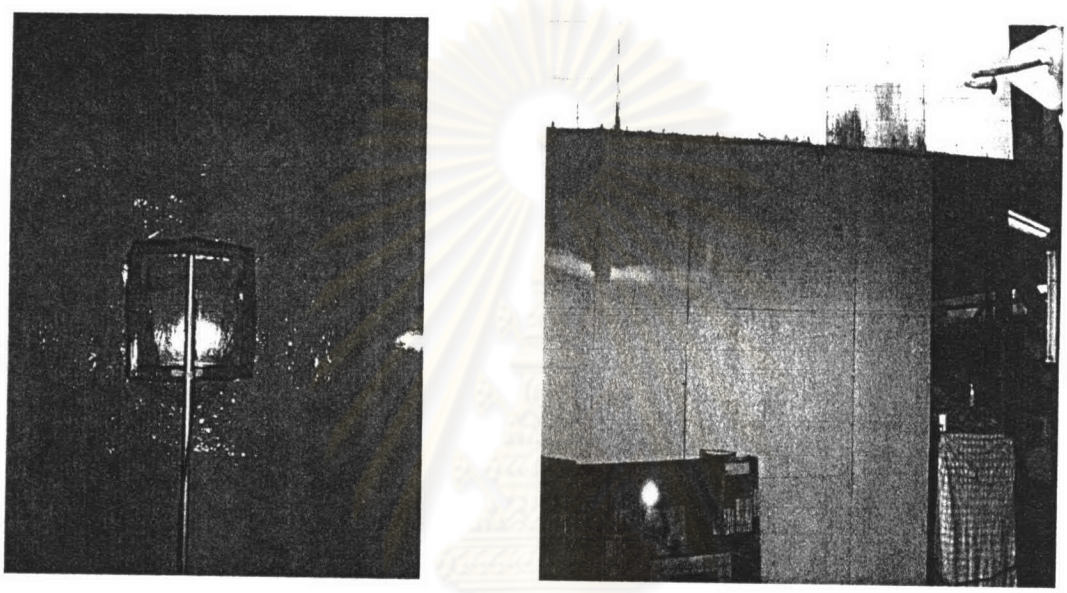
รูปภาพที่ 3.4 อาคารที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบา ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่งย่านรามอินทรา กรุงเทพฯ ทำการศึกษา เมื่อวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2547



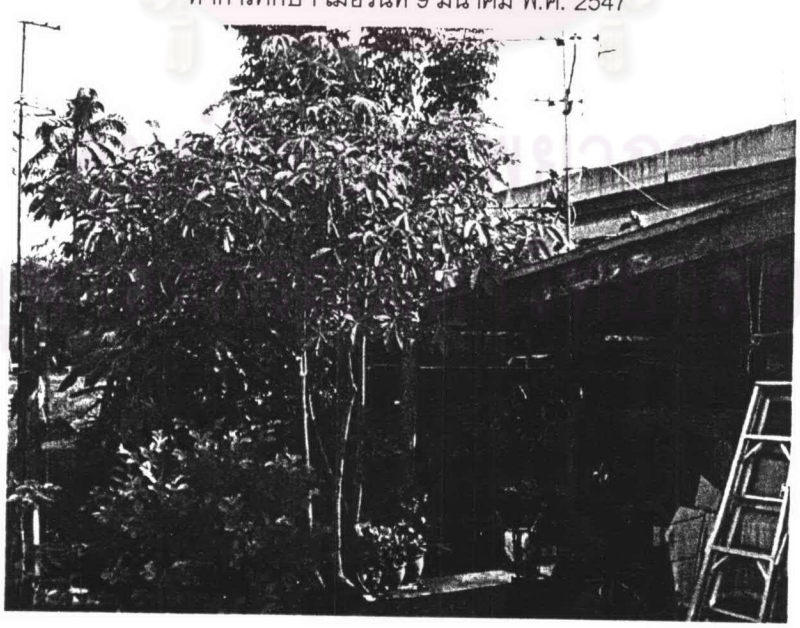
รูปภาพที่ 3.5 สภาพแวดล้อมทั่วไป

- ผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ เป็นผนังที่นิยมใช้ในอาคารพักอาศัยในอดีต ซึ่งในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมใช้แล้ว ผนังไม้อัดที่ทำการศึกษานี้ ผนังด้านนอกใช้กระเบื้องซีเมนต์ยึดกับโครงเคร่าไม้ แล้วใช้ไม้อัดเป็นผนังด้านในอาคาร โดยไม่มีการใส่ฉนวนกันความร้อนไว้ด้านใน ความหนาของผนังประมาณ 0.10 เมตร ขนาด 1 ตารางเมตร ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก

โดยสถานที่ที่ทำการทดลอง เป็นอาคารพักอาศัยชั้นเดียวหลังหนึ่ง ย่านพระโขนง ห้องที่ทำการทดลองมีขนาด 3.50 x 6.00 เมตร สูง 2.50 เมตร



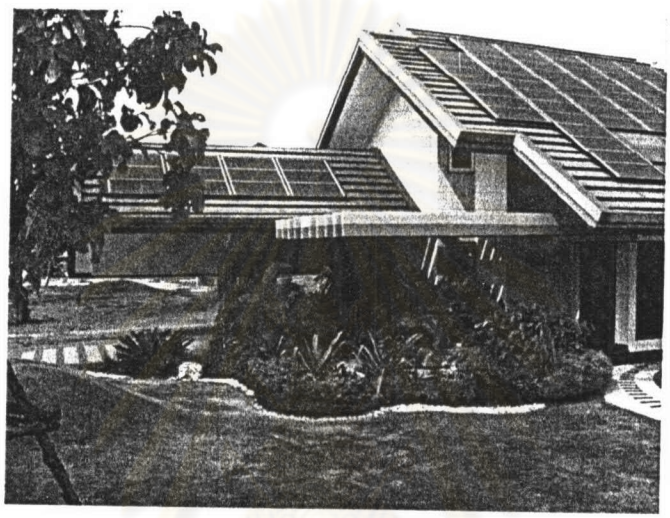
รูปภาพที่ 3.6 อาคารที่ใช้ผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ (พระโขนง กรุงเทพฯ)
ทำการศึกษา เมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2547



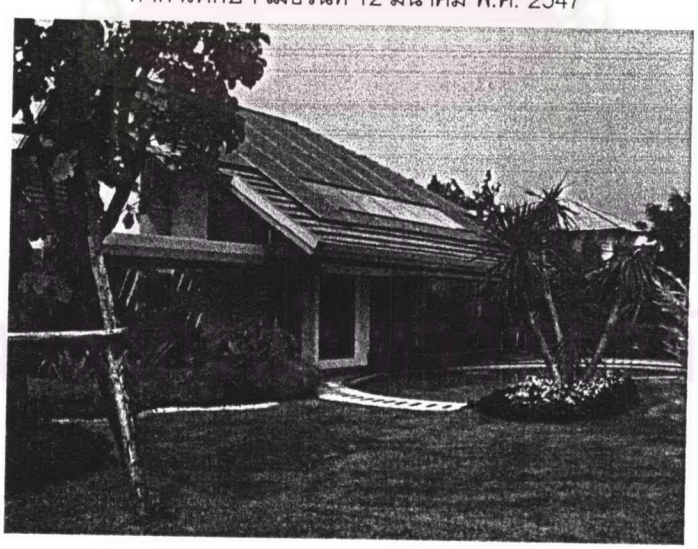
รูปภาพที่ 3.7 สภาพแวดล้อมทั่วไป

- ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) เป็นผนังที่ติดตั้งฉนวนกันความร้อนไว้ที่ด้านนอกของอาคารเพื่อป้องกันความร้อน และความชื้นเข้าสู่ภายในอาคาร ฉนวนกันความร้อนที่ใช้ เป็นโฟมที่หนา 3 นิ้ว ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับความร้อนและความชื้นน้อยมาก อีกทั้งยังกันความร้อนและความชื้นได้ดี ผนังที่ทำการทดลองเป็นผนังด้านทิศใต้

โดยสถานที่ที่ทำการทดลอง คือบ้านชีวาทิตย์ ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่อยู่อาศัยที่เหนือกว่าอาคารพักอาศัยทั่วๆ ไป ตั่งอยู่ที่หมู่บ้านสาริน ย่านรังสิต



รูปภาพที่ 3.8 อาคารที่ใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (บ้านชีวาทิตย์ กรุงเทพฯ)
ทำการศึกษา เมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2547



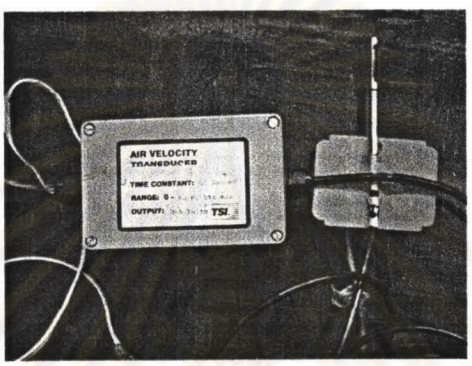
รูปภาพที่ 3.9 สภาพแวดล้อมทั่วไป

I21283457X

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

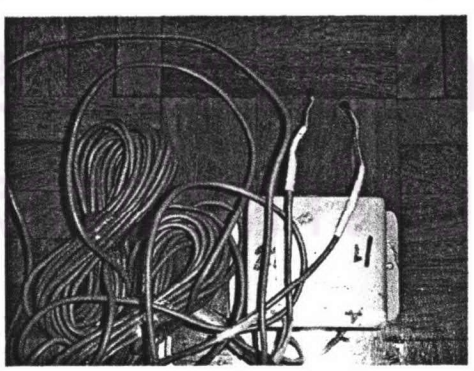
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย

- เครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วลม HOT WIRE ANEMOMETER ของบริษัท อินโนเวทีฟ อินสทรูเมนต์ จำกัด สามารถวัดความเร็วลมได้ตั้งแต่ 0.00 ถึง 5,000 fpm เพื่อใช้ในการวัดความเร็วลมจากการรั่วซึมของอากาศ โดยมีการปรับตั้งค่าเครื่องวัดความเร็วลมทั้งสองให้อ่านค่าได้ใกล้เคียงกัน



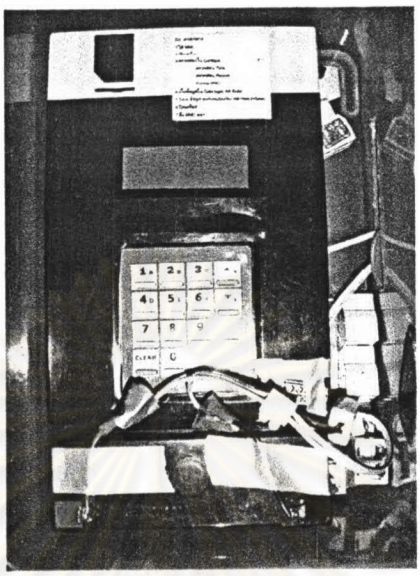
รูปภาพที่ 3.10 เครื่องมือวัดความเร็วลม HOT WIRE ANEMOMETER
ของบริษัท อินโนเวทีฟ อินสทรูเมนต์ จำกัด จำนวน 2 ชุด

- เครื่องวัดอุณหภูมิ ที่ใช้วัดอุณหภูมิภายนอก และอุณหภูมิกระเปาะเปียก เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความแตกต่างกันระหว่างเอ็นทัลปีภายนอก และภายในห้องปรับอากาศ



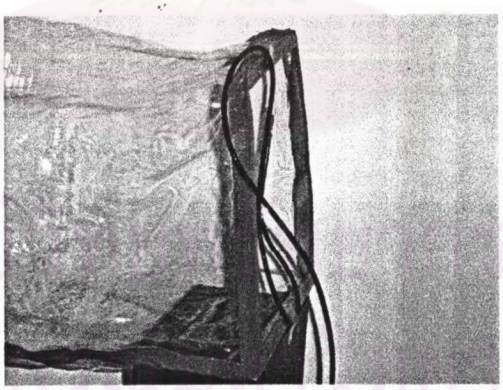
รูปภาพที่ 3.11 เครื่องวัดอุณหภูมิ

- อุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องวัดความเร็วลม (Data Logger) ซึ่งมีความแม่นยำในการเก็บข้อมูล



รูปภาพที่ 3.12 อุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องวัดความเร็วลม (Data Logger)

- แผ่นพลาสติกที่ใช้ปิดคลุมบริเวณที่ต้องการรวบรวมลมที่เกิดจากการรั่วซึมของอากาศโดยบริเวณรอยต่อต่างๆ จะต้องมีการปิดอย่างดี เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องมากที่สุด



รูปภาพที่ 3.13 ถุงพลาสติกที่ใช้ในปิดคลุมตัวอย่างที่ต้องการศึกษาเพื่อรวบรวมความเร็วลม

3.5 การทดสอบเครื่องมือ

ในการนำเครื่องวัดความเร็วลมมาใช้ วัดความเร็วลมของอากาศที่รั่วซึมเข้ามานี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการปรับแต่งเครื่องมือให้มีความแตกต่างกันน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

การทดสอบเครื่องวัดความเร็วลม สามารถตรวจสอบได้ โดยเริ่มจากการเป่าลมผ่านเครื่องวัดความเร็วเครื่องที่ 1 หลังจากนั้นจึงนำพลาสติกมาปิดครอบส่วนหัววัดความเร็วลม เพื่อป้องกันลมจากภายนอกเข้ามา สังเกตค่าความเร็วลมที่เครื่องบันทึกข้อมูล ในช่วงที่ไม่มีลมพัดผ่านเครื่องวัดความเร็วลมมีค่าเท่าไร แล้วจึงทำการจดบันทึกค่านี้ไว้ ต่อจากนั้นก็ทำวิธีการเดียวกันนี้กับเครื่องวัดความเร็วลมเครื่องที่ 2

การทดสอบเครื่องวัดความเร็วลมทั้งสองนี้ ควรทำการทดสอบไม่น้อยกว่า 30 ครั้ง เมื่อทำการทดสอบครบแล้ว สามารถนำข้อมูลของเครื่องวัดทั้งสองที่บันทึกไว้ มาแสดงได้ดังนี้

ลำดับการทดสอบ	เครื่องวัดความเร็วลม 1 (fpm)	เครื่องวัดความเร็วลม2 (fpm)
1	0	1.6
2	0	1.6
3	0	1.6
4	0	1.6
5	0	1.6
6	0	1.6
7	0	1.6
8	0	1.6
9	0	1.6
10	0	1.6
11	0	1.6
12	0	1.6
13	0	1.6
14	0	1.6
15	0	1.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับการทดสอบ	เครื่องวัดความเร็วลม 1 (fpm)	เครื่องวัดความเร็วลม2 (fpm)
16	0	1.6
17	0	1.6
18	0	1.6
19	0	1.6
20	0	1.6
21	0	1.6
22	0	1.6
23	0	1.6
24	0	1.6
25	0	1.6
26	0	1.6
27	0	1.6
28	0	1.6
29	0	1.6
30	0	1.6

จากตารางนี้พบว่า ในขณะที่ไม่มีลมพัดผ่านเครื่องวัดทั้งสอง เครื่องวัดความเร็วลมเครื่องที่ 2 อ่านค่าได้มากกว่าเครื่องที่ 1 อยู่1.6 fpm ดังนั้น เมื่อนำเครื่องวัดเครื่องที่ 2 มาใช้งานร่วมกับเครื่องวัดเครื่องที่ 1 จึงจำเป็นต้องนำค่าความต่างนี้ไปลบออกจากข้อมูลทุกข้อมูลของเครื่องวัดเครื่องที่ 2 เพื่อให้ข้อมูลของทั้งสองเครื่องวัดนี้ตรงกัน และมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย