

บทที่ 4

ผลการทดลองและการกำหนดค่าระดับตัวแปร

จากการทดลองที่ได้ศึกษาจากอาคารตัวอย่าง เพื่อพิจารณาถึงปริมาณการรั่วซึมของอากาศที่ผ่านเข้ามาทางประตู-หน้าต่าง และผนังอาคาร และนำมากำหนดค่าระดับเพื่อสร้างแบบประเมิน สามารถกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ความเร็วลมภายนอกที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการรั่วซึมของอากาศ
 2. สร้างสมการทำนายผลปริมาณการรั่วซึมของอากาศโดยอาศัยข้อมูลจากการทดลอง
 3. ผลการประเมินการสูญเสียพลังงานในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วันซึ่งเป็นตัวแทนของเดือนนั้นๆ จากข้อมูลภูมิอากาศกรุงเทพฯประจำปี พ.ศ. 2543
 4. ผลการประเมินการสูญเสียพลังงานตลอดทั้งปี จากข้อมูลภูมิอากาศกรุงเทพฯ ปี พ.ศ. 2543
 5. วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด เพื่อทำการกำหนดค่าระดับตัวแปรโดยพิจารณาจากพลังที่สูญเสียตลอดทั้งปี
 6. ผลการประเมินการสูญเสียพลังงานตลอดทั้งปีในทิศต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศกรุงเทพฯ ปี พ.ศ. 2543
- พลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

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

โดย q คือ พลังงานความร้อนรวม(Sensible Heat กับ Latent Heat)

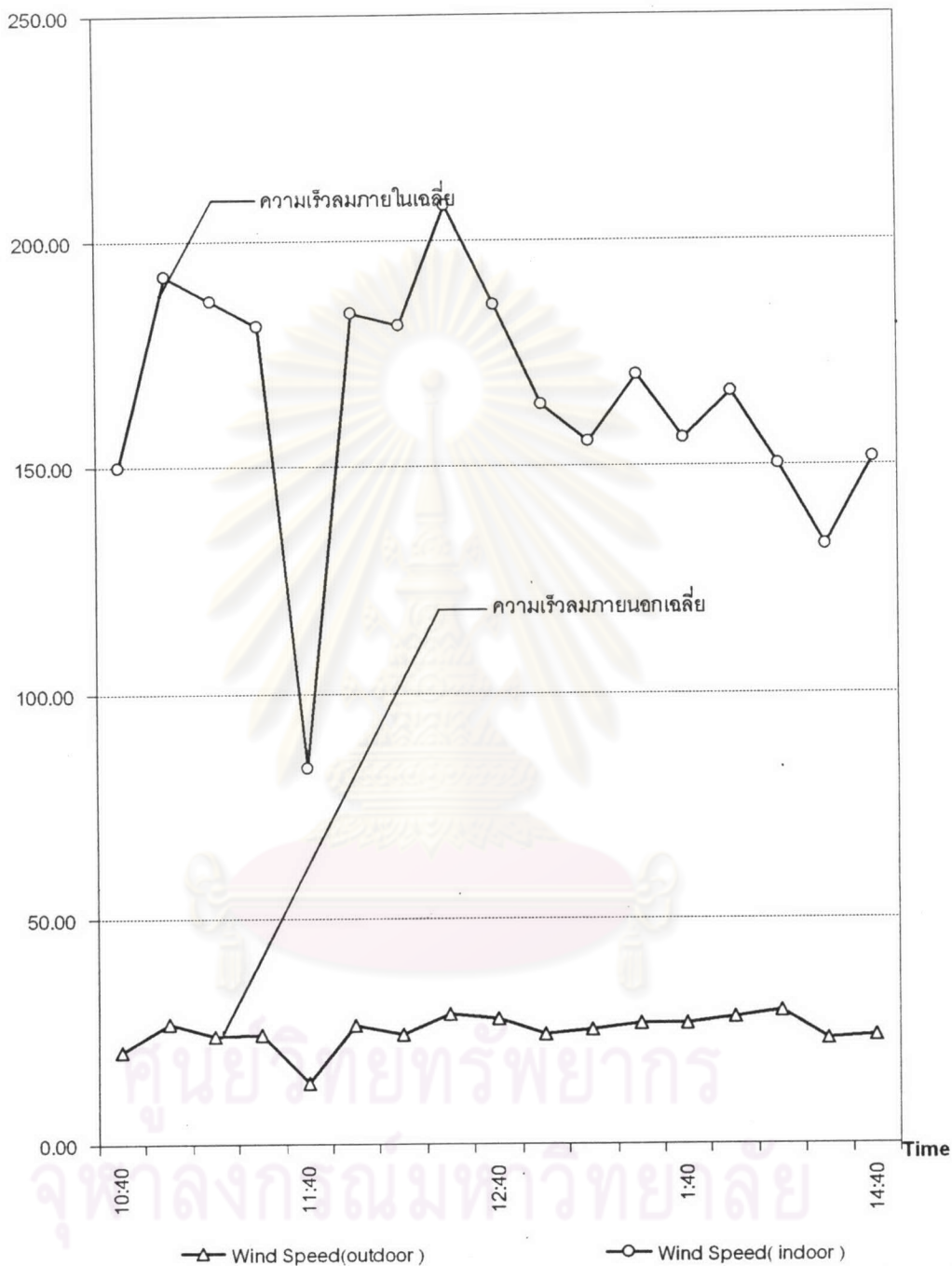
CFM คือ ค่าความเร็วลมที่วัดได้มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

Δh คือ ความแตกต่างของเอนทัลปี ที่เกิดขึ้นจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางประตู หรือผนังตัวอย่างที่ศึกษา

4.1 อิทธิพลของการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อประตู และผนังที่ทดลอง

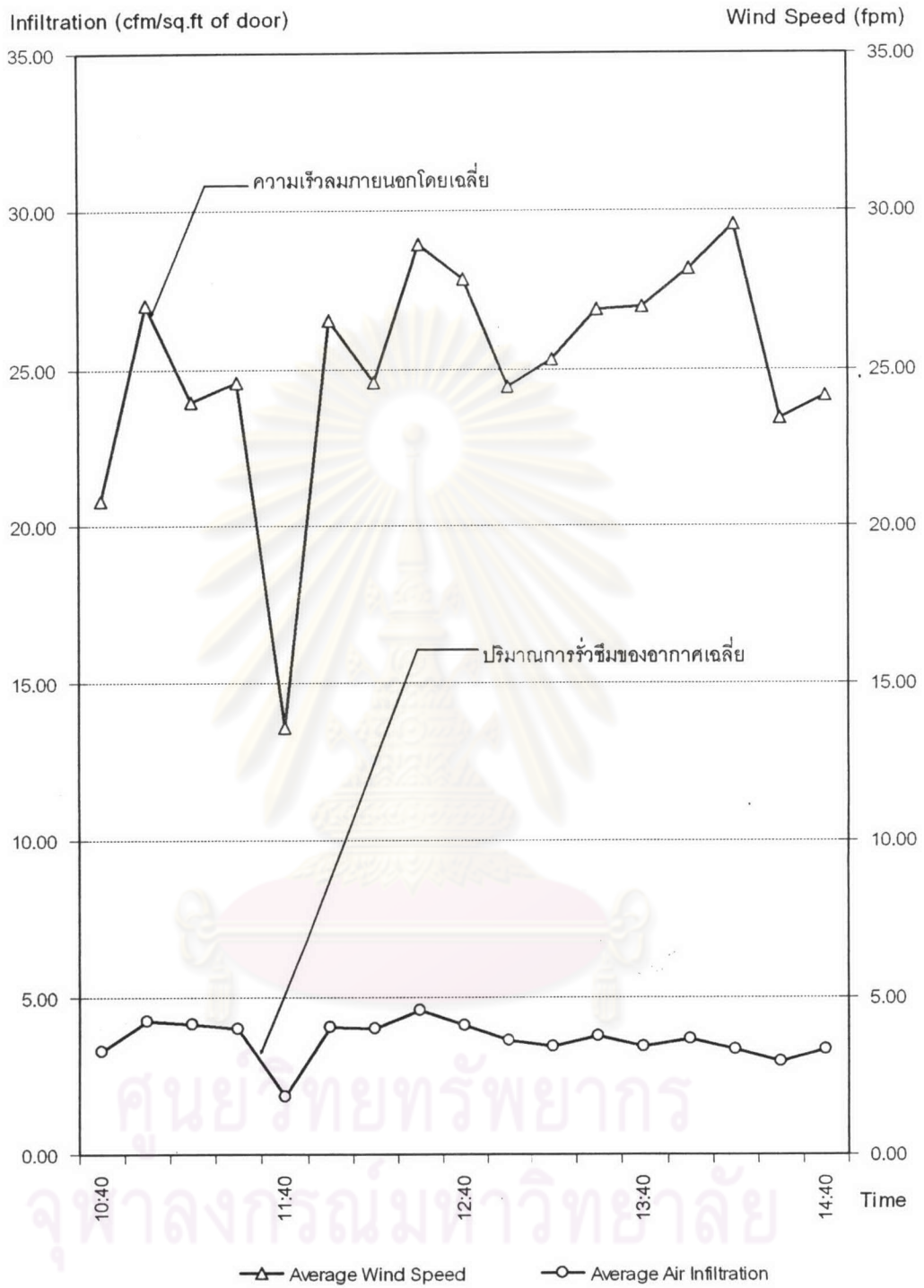
การทดลองการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อประตูกระจกเปลือยบานเปิดคู่ และผนังทดลองทั้ง 3 ชนิดนั้น ทำการทดลองกับอาคารสถานที่จริง ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และผลการทดลองของตัวอย่างที่ศึกษา สามารถนำมาแสดงผลเป็นแผนภูมิได้ดังนี้

Wind Speed(fpm)

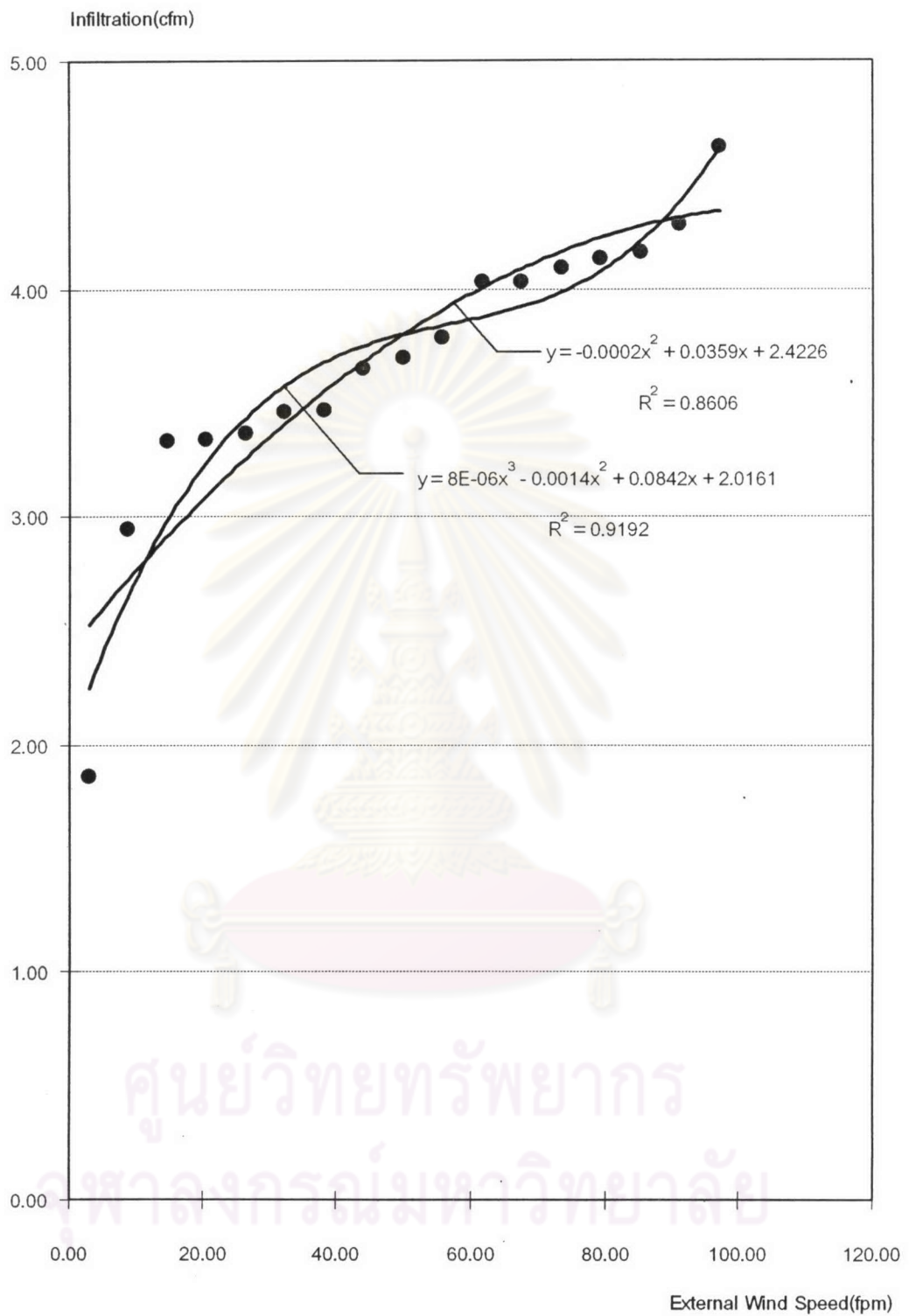


แผนภูมิที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายนอกกับการรั่วซึมของอากาศ

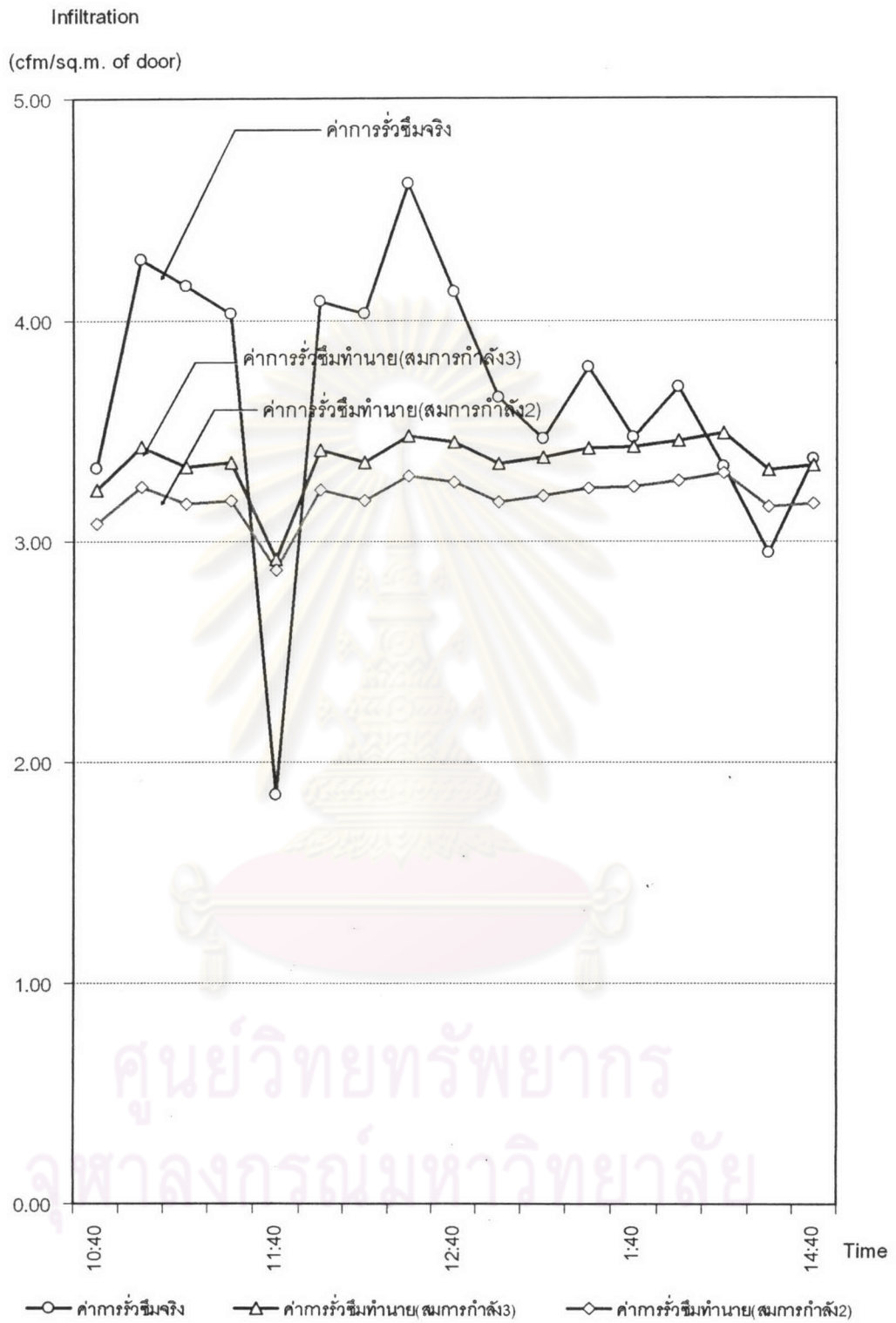
ผ่านรอยต่อประตูระจาก 4.18 ตร.ม. ด้านทิศเหนือ เมื่อวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2547



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายนอกกับการรั่วซึมของอากาศ
 ต่อพื้นที่ประตูกระจก 1 ตร.ฟุต เมื่อวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงการทำนายผลการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อประตูกระจก



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรั่วซึมจริงผ่านรอยต่อประตูกระจก
กับค่าการรั่วซึมจากการทำนายของสมการต่างๆ

4.2 สรุปผลการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดคู่

จากการทดลองการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดคู่ ซึ่งมีขนาดกว้าง 1.90 เมตร (บานละ 0.95 เมตร) สูง 2.20 เมตร และพื้นที่ใช้สอยภายในของห้องทดลองมีขนาด กว้าง 10.00 เมตร ยาว 10.00 เมตร สูงประมาณ 6.00 เมตร สามารถทำการวิเคราะห์ได้ผล ดังนี้

จากแผนภูมิที่ 4.1 – 4.2 พบว่าอากาศจากภายนอก สามารถรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูบานเปิดไม่มีวงกบได้ตลอดเวลา และเมื่อนำปริมาณอากาศที่รั่วซึมเข้ามาต่อพื้นที่ประตูขนาด 1 ตารางฟุต ของทุกช่วงเวลา มาเทียบสัดส่วนกับความเร็วลมภายนอก จะพบว่าปริมาณการรั่วซึมของอากาศภายนอกโดยเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาที่ทำการทดลอง มีอัตราการรั่วซึมของอากาศเฉลี่ยประมาณ 3.6 CFM ต่อตารางฟุตต่อชั่วโมง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการคำนวณทางสถิติ โดยใช้วิธีการทางสมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง เพื่อทำนายค่าการรั่วซึมของอากาศที่เกิดขึ้นจากความเร็วลมภายนอก ซึ่งเมื่อนำข้อมูลจากสมการทั้งสองมาสร้างเป็นแผนภูมิที่ 4.3 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าการรั่วซึมที่วัดได้จริง จะพบว่า ค่าการรั่วซึมที่ทำนายได้จากสมการทั้งสอง มีความแตกต่างจากค่าการรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงมาก แต่เมื่อนำค่าการรั่วซึมทำนายในช่วงเวลาทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าค่าการรั่วซึมทำนายจากสมการถดถอยแบบไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งเป็นสมการยกกำลังสาม มีค่าการรั่วซึมเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าการรั่วซึมเฉลี่ยของที่เกิดรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงในการทดลอง

ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณการรั่วซึมของอากาศ เพื่อมาประเมินการใช้พลังงานตลอดทั้งปี โดยมีค่าเฉลี่ยใน 1 วันเป็นตัวแทนของเดือนนั้นๆ มาใช้ในการคำนวณ จึงเลือกใช้สมการถดถอยยกกำลังสามแบบไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งมีสมการดังนี้

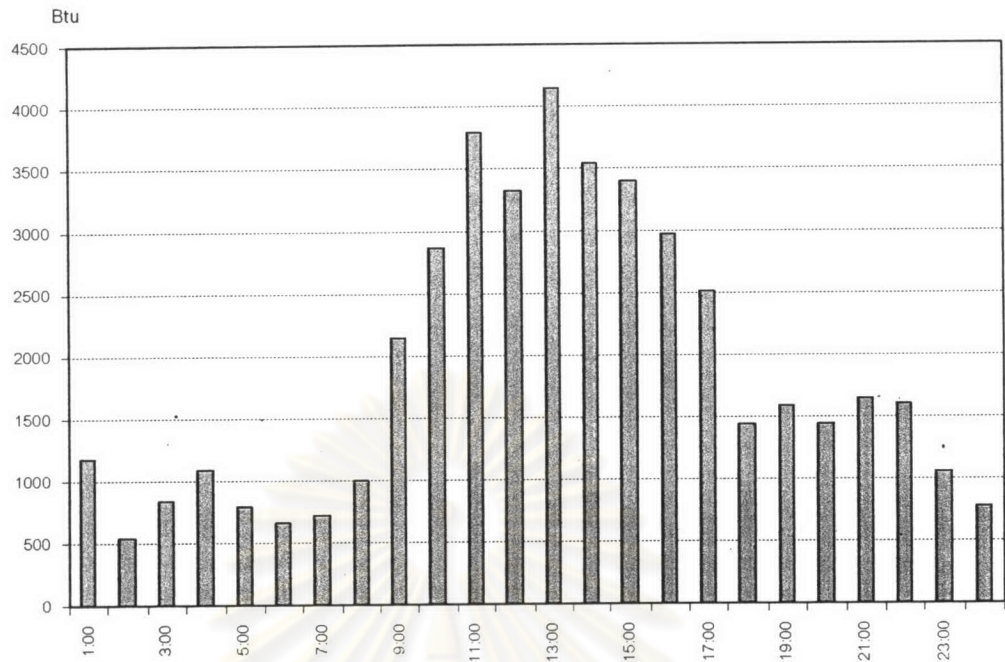
$$Y = 8E-06X^3 - 0.0014X^2 + 0.0842X + 2.0161 \quad , R^2 = 0.9192$$

โดย Y = ปริมาณการรั่วซึมของอากาศ (cfm)

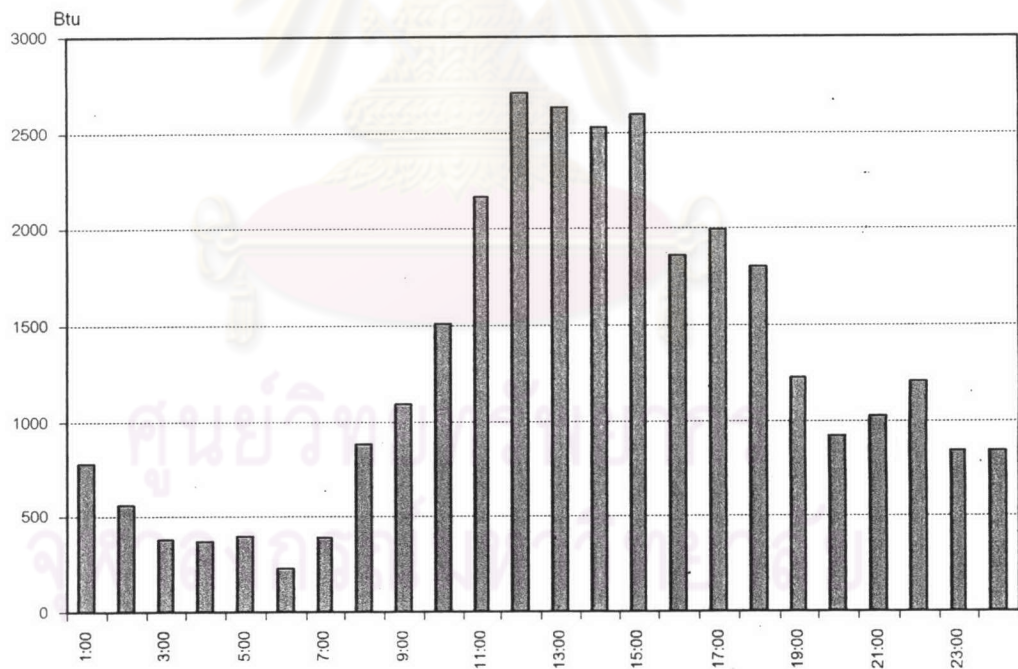
X = ความเร็วลมภายนอก (fpm)

	พลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อของประตูกระจก ทุกๆ ชั่วโมง ในเดือนต่างๆ (Btu/hr. - m ²)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1:00	1178.3	781.48	1421.7	1571.4	754.25	1068.1	934.96	1553.6	418.61	357.93	97.387	203.01
2:00	542.16	561.68	641.95	1107.3	391.25	426.13	214.23	711.32	164.81	180.1	117.85	73.283
3:00	832.58	380.96	388.41	999.29	380.57	279.2	418.61	718.04	286.05	221.71	91.116	164.26
4:00	1089.8	368.58	836.85	1675	273.18	450.11	608.23	784.91	567.16	128.96	235.58	221.03
5:00	792.52	397.55	957.38	733.22	224.27	43.99	321.67	579	269.86	228.4	67.732	121.32
6:00	655.43	231.07	772.06	436.37	350.67	519.78	356	586.81	381.85	226.09	93.335	19.353
7:00	720.71	392.82	784.91	991.64	923.69	677.2	795.36	1245.7	769.72	544.69	322	157.01
8:00	1001.3	883.81	1787.3	1643.5	1776.7	1060.7	1584.2	1599.6	1137.8	910	734.27	578.47
9:00	2148.6	1090.2	2236.4	2092.9	2709.4	1719.1	1848.3	2062.5	1682.7	536.95	907.84	1052.1
10:00	2866.9	1509.4	3095.2	2443.2	3059.3	2258	2863.9	2649.6	1901.1	1896.2	1799.2	1321.9
11:00	3799.7	2161.2	2821.6	3278.3	3673.2	3441.8	3730	3595.8	3315.5	1914.4	1552.5	1500.8
12:00	3322	2709.5	3526.2	3441.2	4139.4	3151	3956	3977.5	3315.3	1894.5	1655.4	1551.1
13:00	4151	2627.4	3501.1	3992.3	4681.6	3887.6	3922.4	3840.7	3265.2	1896.7	1934.1	1784
14:00	3538.4	2525.9	3528.7	4803	3697.5	3817.9	3833.1	3740.8	3265.2	2545.6	2216.1	1803.2
15:00	3401.3	2595.1	3221.9	4185.5	4072.3	4275.4	3356.5	4290.8	3403.9	2721.7	1598.5	2302
16:00	2963.7	1862.2	3493.1	3651.4	3911.9	4122.2	3350.5	3143.4	3445.2	2130.3	1344.6	1555.7
17:00	2513	1998.1	2615	3766.7	3391.7	3511.8	3534.3	3768.6	2347.7	1791	1117.2	1518.1
18:00	1446.8	1808.3	2290.3	3861	3664.5	2743.6	3550.1	2730.8	2117.5	880.47	957.8	577.53
19:00	1591.8	1226.7	3125.8	2812.7	1932.6	1982.1	2461.1	2121.2	1700.6	1419.7	620.58	676.57
20:00	1445.9	925.01	1993.3	2590.6	2042.6	1847.1	1646	2207.4	1637.1	585.76	409.12	569.51
21:00	1650.3	1025	1770.6	1866.8	1431.1	1534.8	1567.2	1737.5	978.61	566.65	303.19	431.46
22:00	1597.9	1202.8	2214.5	2358.7	1311.8	1364.2	1601.4	1216.6	542.28	703.32	315.84	553.86
23:00	1066.2	847.24	1416.3	1682.2	802.91	731.96	1095.5	772.53	489.7	738.91	182.18	162.34
0:00	784.32	846.78	1540.2	1020.6	556.43	931.49	1035.8	970.52	388.66	358.57	346.27	128.82

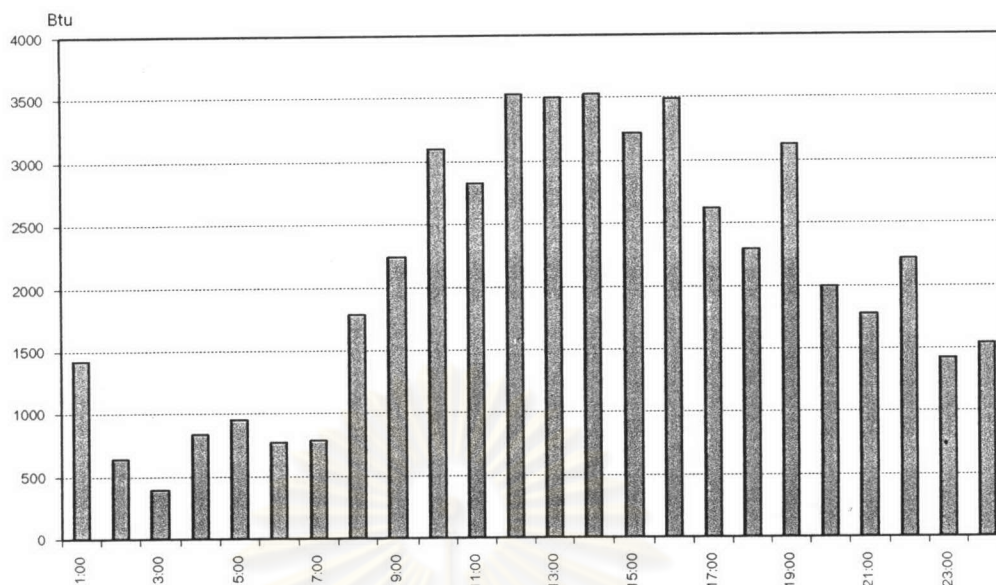
ตารางที่ 4.1 แสดงผลของการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางรอยต่อของประตูกระจก แต่ละ ชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ



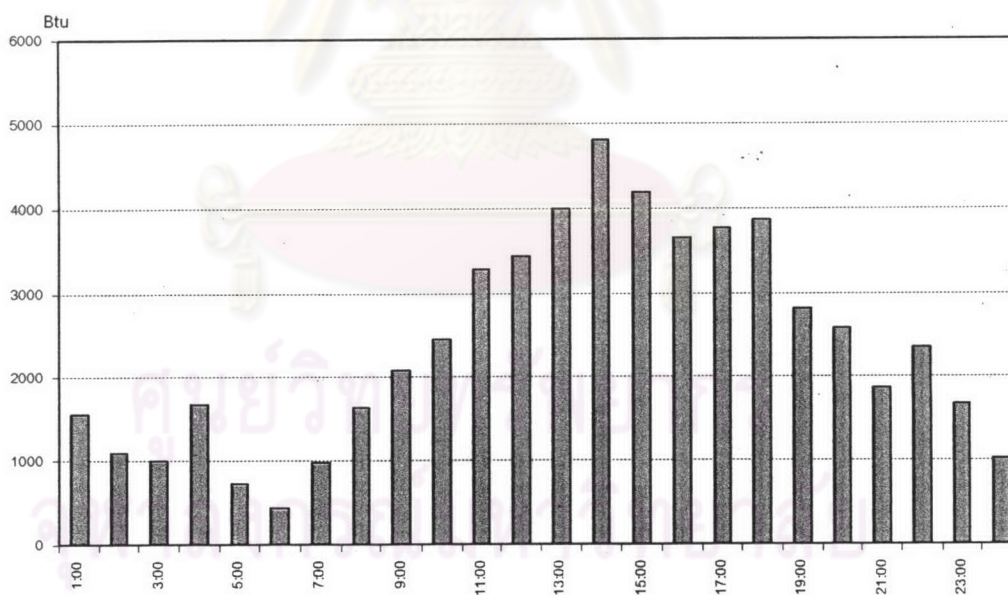
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมกราคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



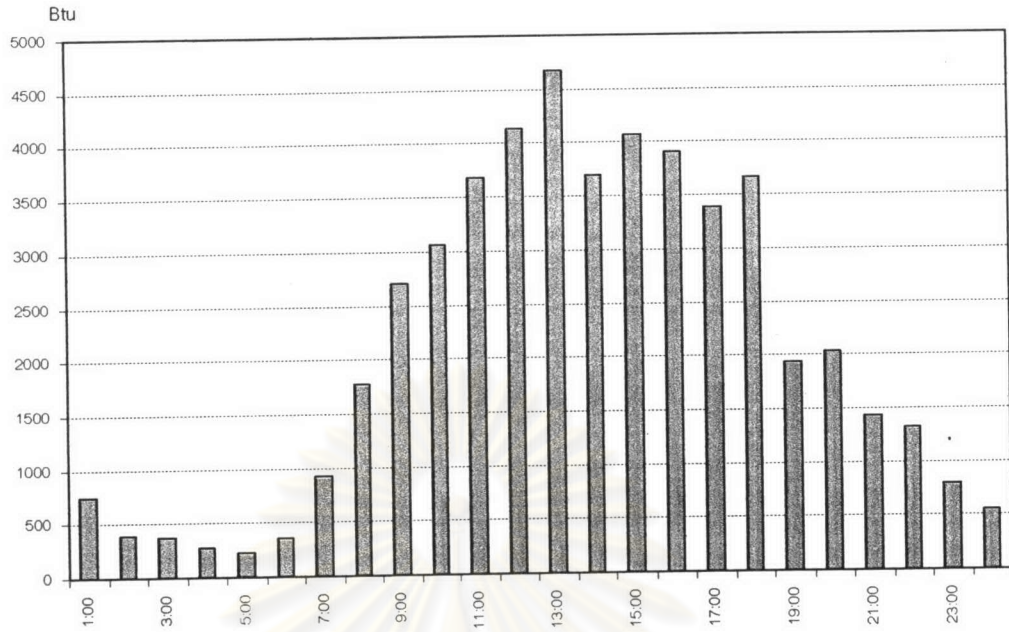
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกุมภาพันธ์จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



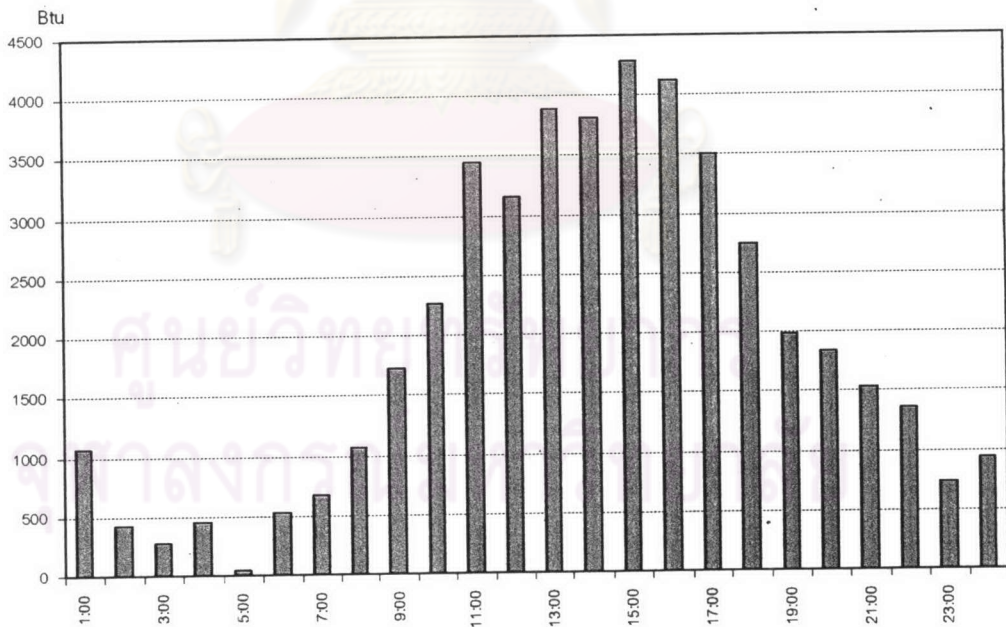
แผนภูมิที่ 4.7 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมีนาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



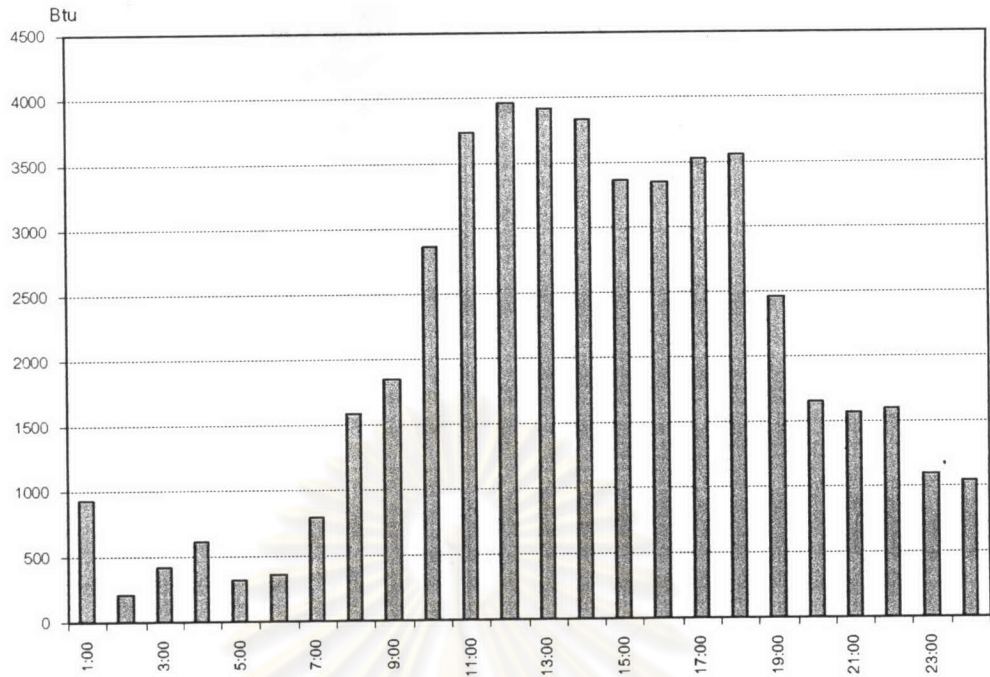
แผนภูมิที่ 4.8 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนเมษายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



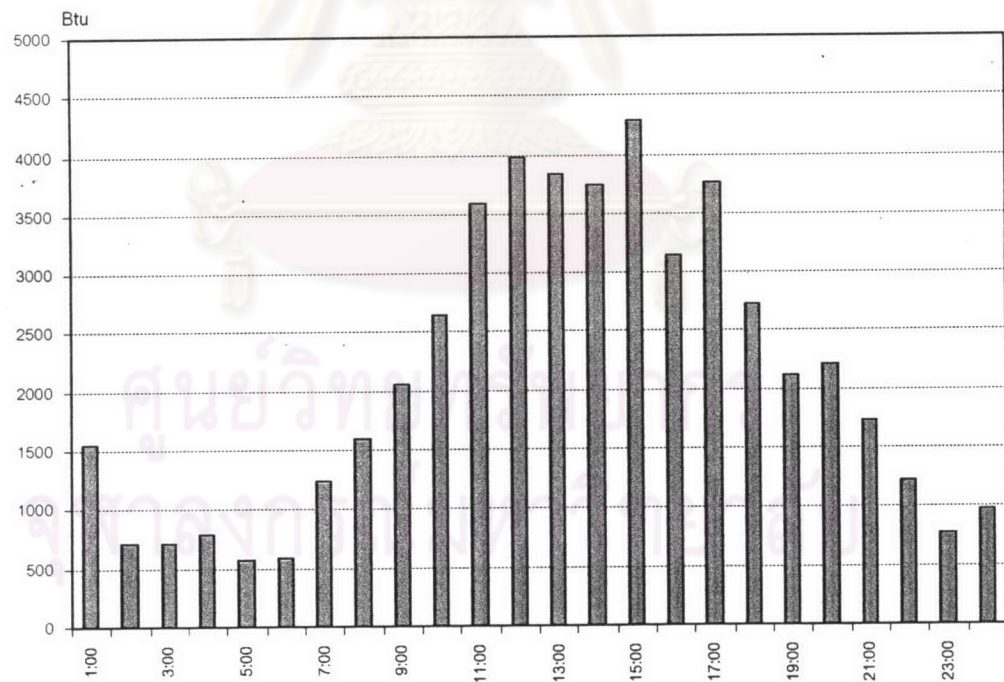
แผนภูมิที่ 4.9 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนพฤษภาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



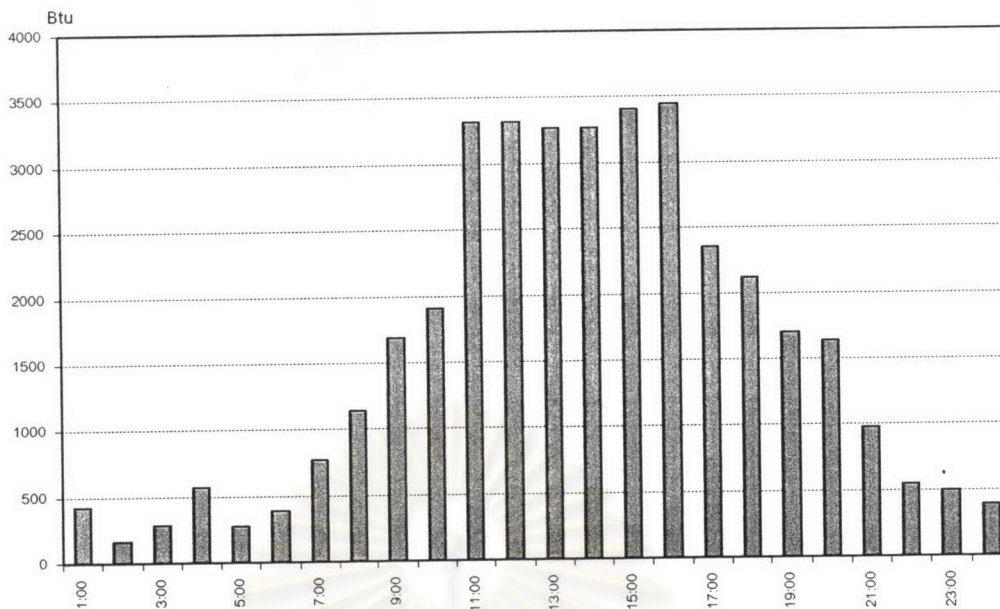
แผนภูมิที่ 4.10 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมิถุนายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543.



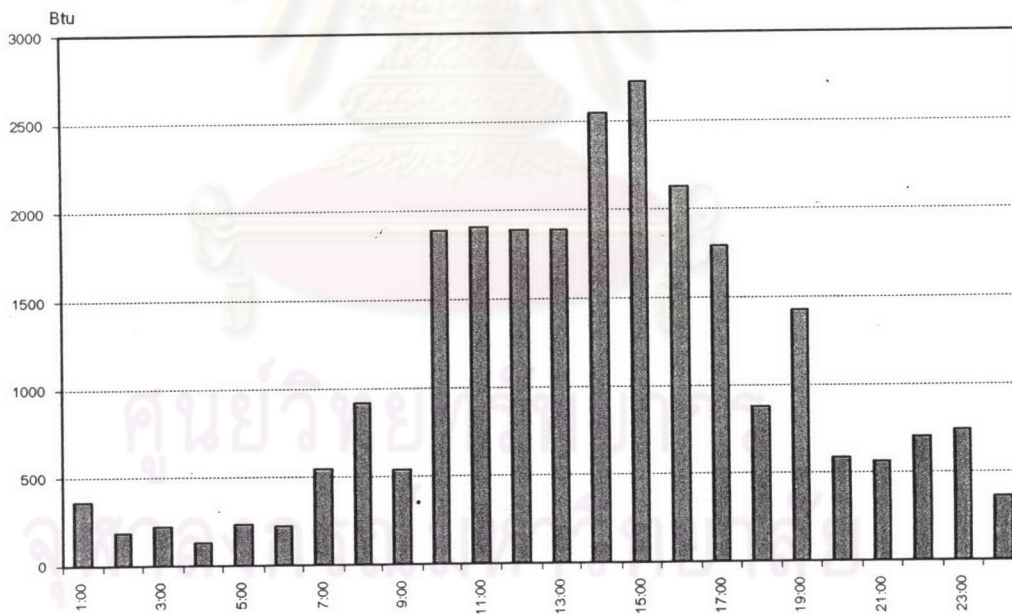
แผนภูมิที่ 4.11 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกรกฎาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



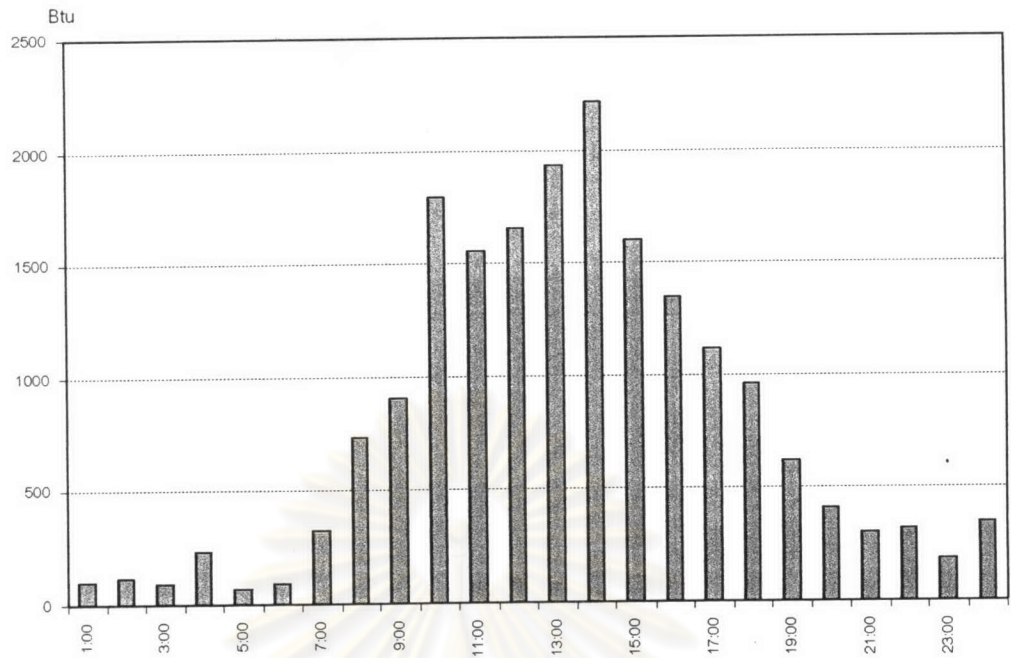
แผนภูมิที่ 4.12 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนสิงหาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



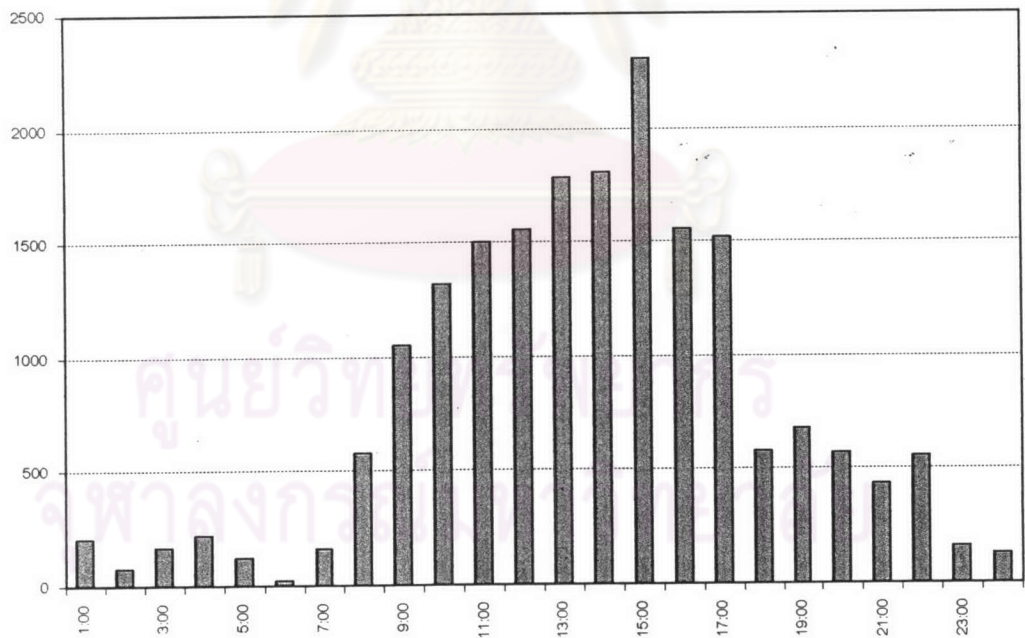
แผนภูมิที่ 4.13 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกันยายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



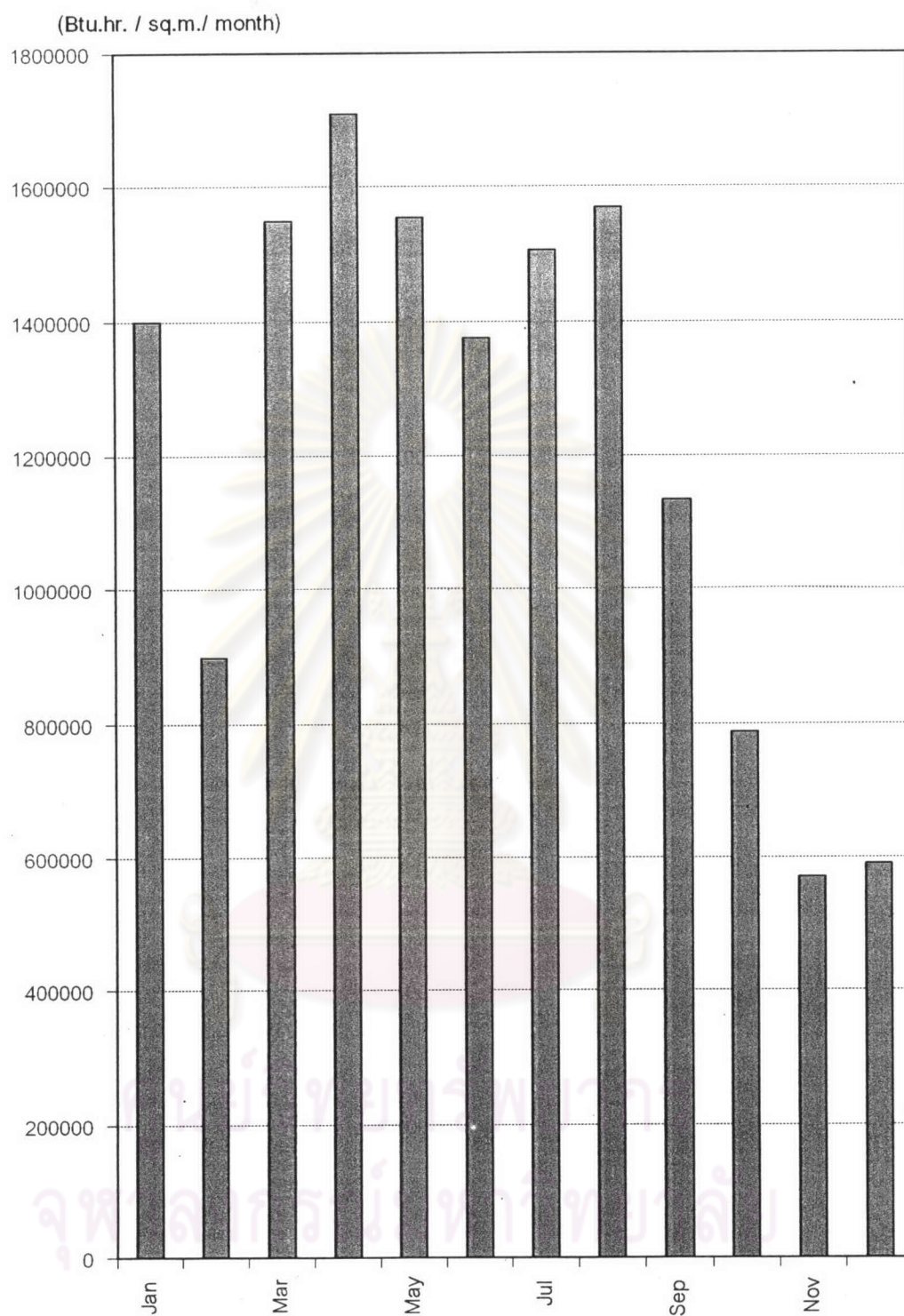
แผนภูมิที่ 4.14 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนตุลาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.15 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนพฤศจิกายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.16 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนธันวาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิด
ขนาด 1 ตารางเมตร ใน 1 เดือน ของเดือนต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

4.2.1 สรุปผลการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตร.ม. แต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ

จากการทดลองเมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศ พ.ศ. 2543 มาประเมินการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางรอยต่อของประตูกระจกบานเปิด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- เดือนมกราคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 4151 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 2.00 น. มีค่าเท่ากับ 542.16 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนกุมภาพันธ์
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 12.00 น. มีค่าเท่ากับ 2709.5 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 231.07 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนมีนาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 12.00 – 14.00 น. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3520 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 3.00 น. มีค่าเท่ากับ 388.41 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนเมษายน
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 14.00 น. มีค่าเท่ากับ 4803 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 436.37 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนพฤษภาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 4681.6 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 5.00 น. มีค่าเท่ากับ 224.27 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

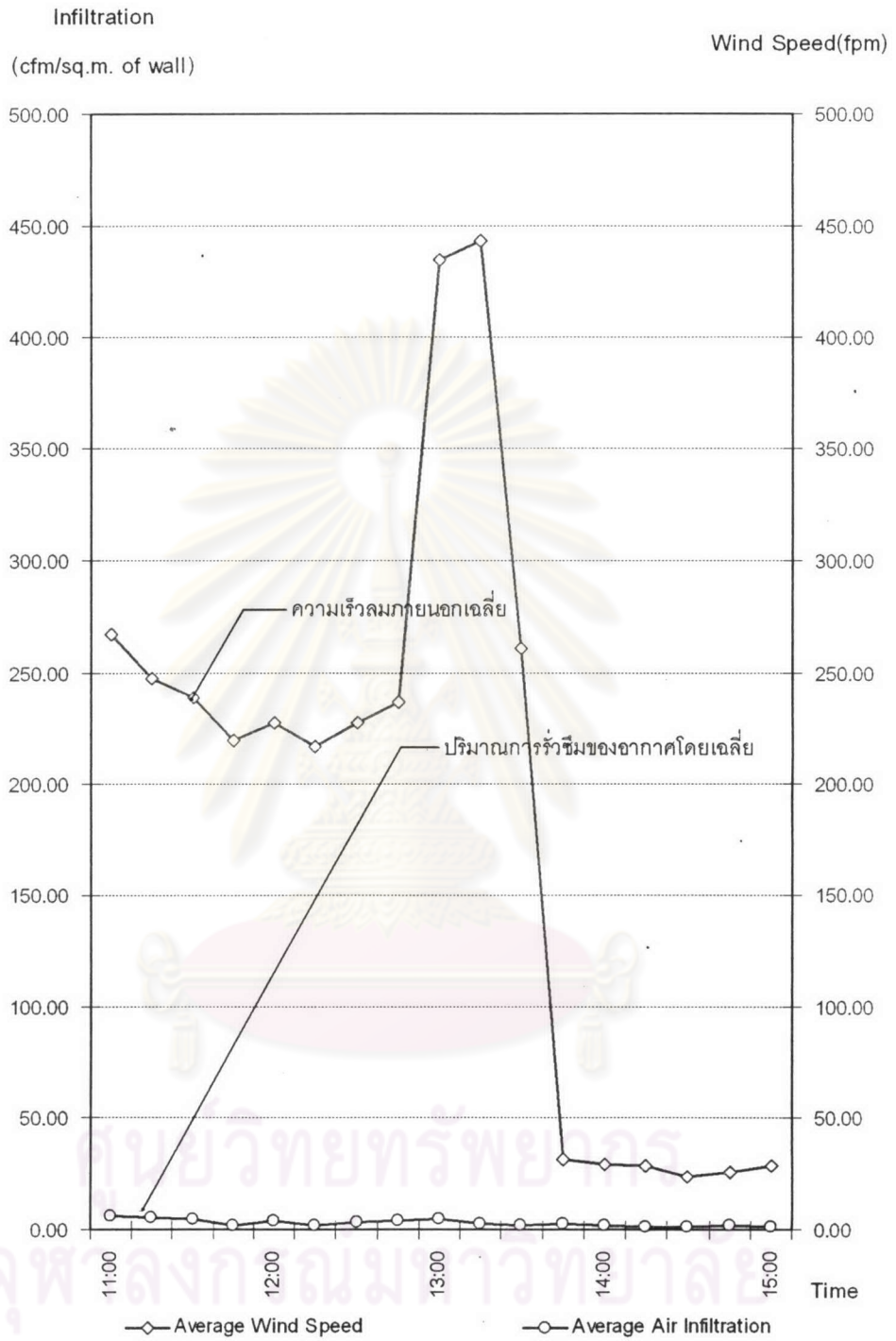
- เดือนธันวาคม

- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 15.00 น. มีค่าเท่ากับ 2302 บีที่ยูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 19.353 บีที่ยูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

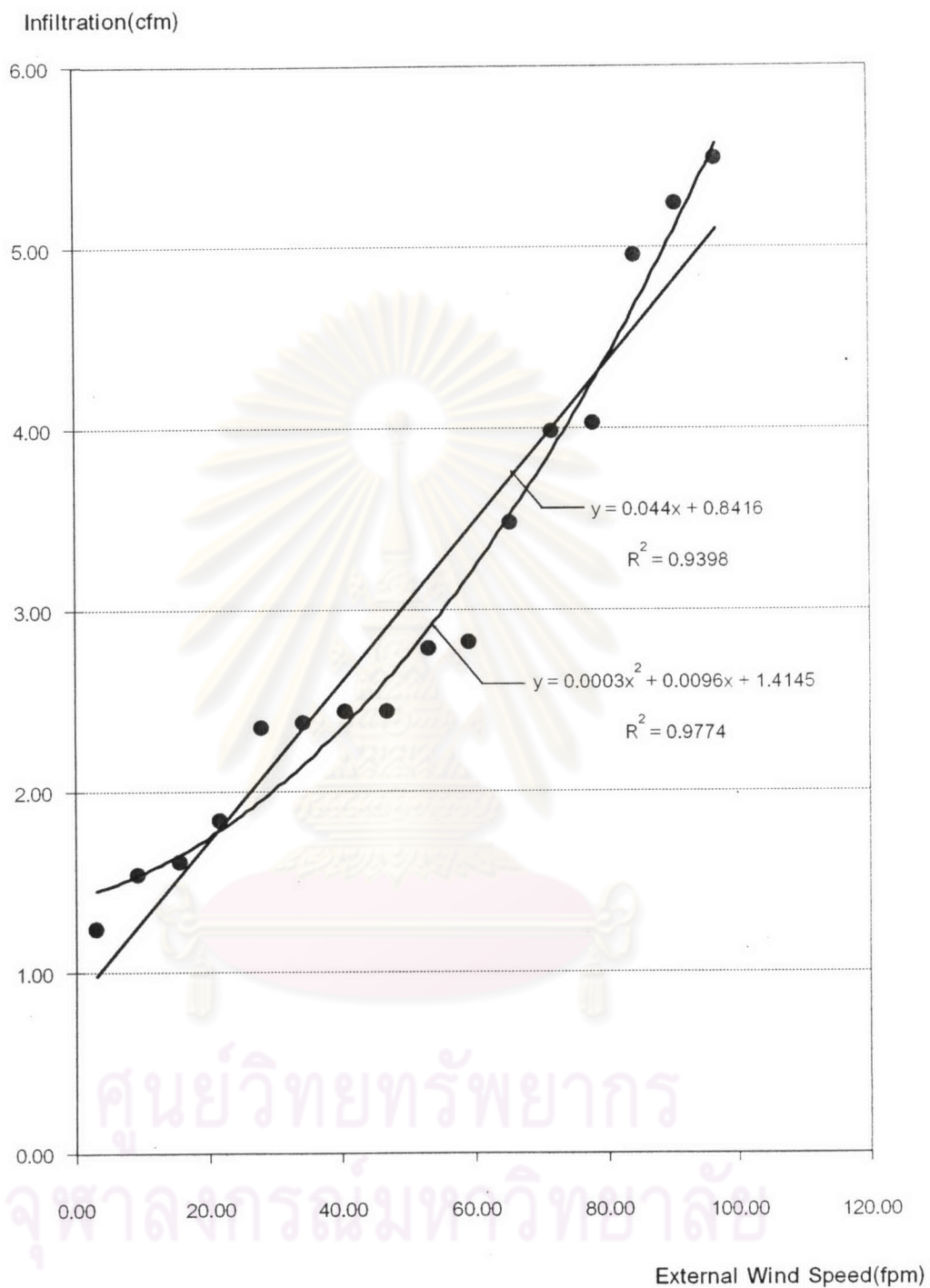
เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบช่วงเวลาต่างๆ ในแต่ละเดือนแล้ว พบว่า อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 345573.45 บีที่ยูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ในขณะที่อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 19.00 – 6.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 125552.42 บีที่ยูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 เมื่อนำมาคิดเป็นพลังงานที่ต้องสูญเสียทั้งเดือน ของแต่ละเดือนแล้ว สามารถนำมาเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละเดือนได้ดังแผนภูมิที่ 4.17 โดยเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมมากที่สุดคือ เดือนเมษายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 1710146.825 บีที่ยูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร และเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมน้อยที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 570594.082 บีที่ยูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

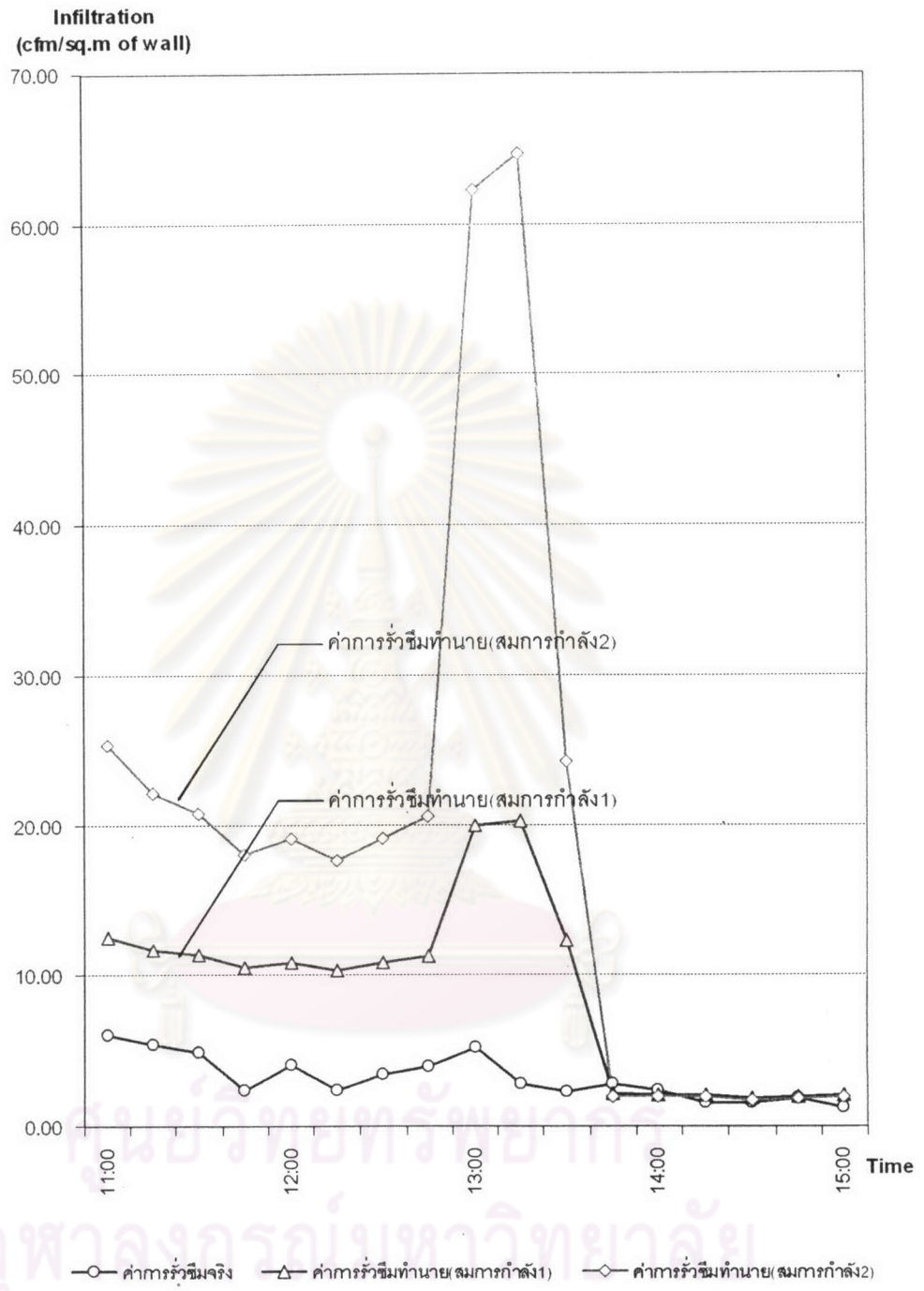


แผนภูมิที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายนอกกับการรั่วซึมของอากาศ
ต่อพื้นที่ผนังไม้ขัดโครงคร่าวไม้ 1 ตร.ม. ด้านทิศตะวันออก เมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2547



แผนภูมิที่ 4.19 แสดงการทำนายผลการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าวไม้

เมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2547



แผนภูมิที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรั่วซึมจริงผ่านผนังไม้อัดโครงเคำไม้ กับค่าการรั่วซึมทำนายจากสมการต่างๆ

4.3 สรุปผลการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้

จากการทดลองการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้หนา 0.10 ขนาดกว้าง 1.00 เมตร สูง 1.00 เมตร และพื้นที่ใช้สอยภายในของห้องทดลองมีขนาด กว้าง 3.50 เมตร ยาว 6.00 เมตร สูงประมาณ 2.50 เมตรสามารถทำการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

อากาศจากภายนอก สามารถรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้ได้ร้อยละ 1.71 ของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายนอก เมื่อนำความเร็วลมภายนอกที่เกิดขึ้นมาคูณกับพื้นที่หน้าตัด เพื่อหาปริมาณอากาศที่รั่วซึมเข้ามา ก็สามารถนำมาสรุปผลได้ดังแผนภูมิที่ 4.18 โดยมีอัตราการรั่วซึมของอากาศสูงสุดประมาณ 6.10 CFMต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และมีค่าอัตราการรั่วซึมเฉลี่ยประมาณ 3.22 CFMต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการคำนวณทางสถิติ โดยใช้วิธีการทางสมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง เพื่อทำนายค่าการรั่วซึมของอากาศที่เกิดขึ้นจากความเร็วลมภายนอก ซึ่งเมื่อนำข้อมูลจากสมการทั้งสองมาสร้างเป็นแผนภูมิที่ 4.20 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าการรั่วซึมที่วัดได้จริง จะพบว่า ค่าการรั่วซึมที่ทำนายได้จากสมการทั้งสอง มีความแตกต่างจากค่าการรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงมาก แต่เมื่อนำค่าการรั่วซึมทำนายในช่วงเวลาทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าค่าการรั่วซึมทำนายจากสมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรง มีค่าการรั่วซึมเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าการรั่วซึมเฉลี่ยของที่การรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงในการทดลอง

ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณการรั่วซึมของอากาศ เพื่อมาประเมินการใช้พลังงานตลอดทั้งปี โดยมีค่าเฉลี่ยใน 1 วันเป็นตัวแทนของเดือนนั้นๆ มาใช้ในการคำนวณ จึงเลือกใช้สมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรง ซึ่งมีสมการดังนี้

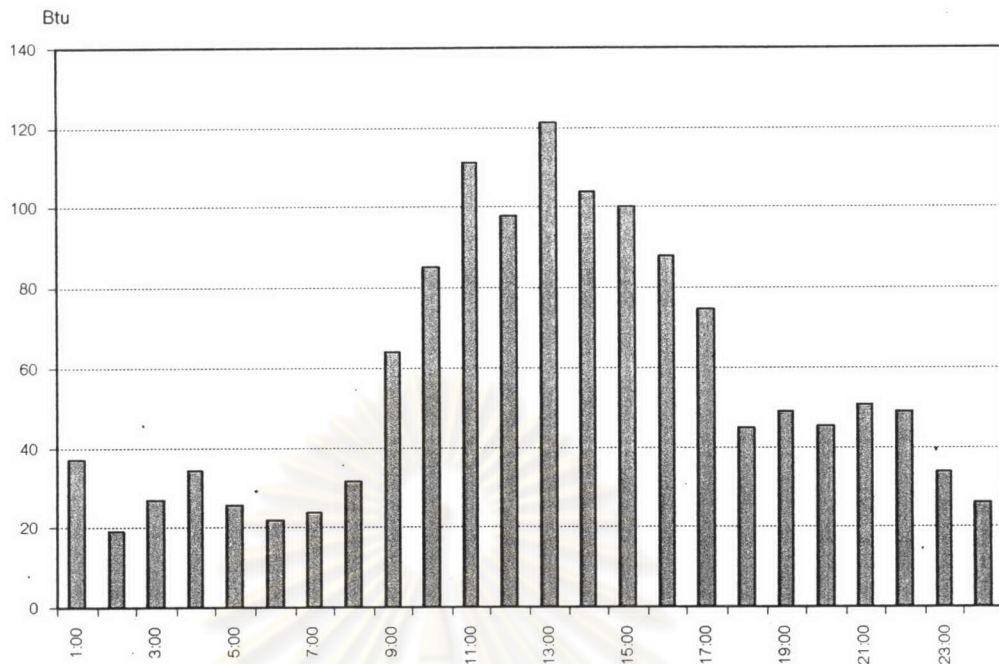
$$Y = 0.044X + 0.8416 \quad , R^2 = 0.9398$$

โดย Y = ปริมาณการรั่วซึมของอากาศ (cfm)

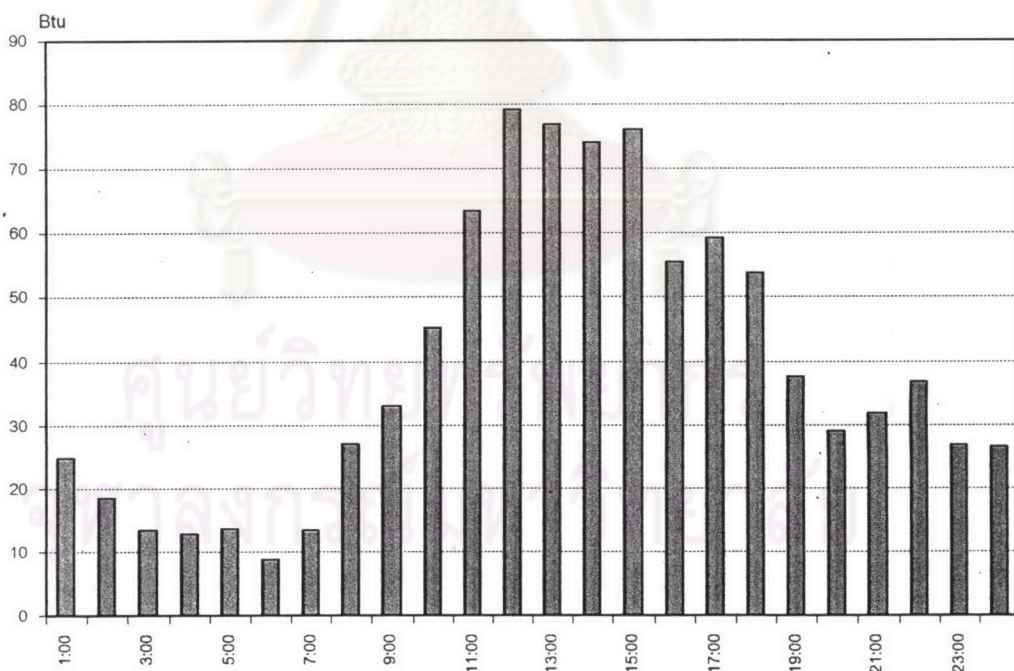
X = ความเร็วลมภายนอก (fpm)

Time	พลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังไม้อัด ทุกๆ ชั่วโมง ในเดือนต่างๆ (Btu/hr.-m ²)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1:00	37.01	24.74	44.07	49.01	26.07	34.7	30.37	47.77	15.84	14.42	5.117	8.178
2:00	18.99	18.5	22.19	35.97	15.76	16.59	10.21	24.04	8.659	9.463	5.614	4.449
3:00	27.04	13.34	15.12	32.9	15.33	12.39	15.84	24.03	12.02	10.56	4.787	6.904
4:00	34.23	12.91	27.56	51.77	12.12	17.03	21.02	25.85	19.87	7.829	8.702	8.362
5:00	25.59	13.58	30.74	25.34	10.68	5.546	12.96	20.01	11.34	4.2	4.112	2.231
6:00	21.75	8.742	25.42	16.98	14.13	18.81	13.86	20.04	14.45	4.157	4.446	2.44
7:00	23.92	13.27	25.85	32.65	30.42	23.41	26.39	38.73	25.54	19.37	10.88	6.325
8:00	31.7	27.18	54.07	51.1	54.5	34.25	48.71	48.85	36.02	29.96	22.7	18.31
9:00	64.04	33.16	66.74	63.79	80.85	52.86	56.12	61.93	51.5	19.83	27.85	31.94
10:00	85.11	45.15	90.96	73.68	90.82	68.09	84.52	78.59	57.83	58.03	53.06	39.75
11:00	111.3	63.51	83.27	97.32	108.1	101.4	109.1	105.3	97.44	58.59	46.28	44.95
12:00	98.04	79.1	103.1	102	121.2	93.29	115.3	116.1	97.56	57.98	49.24	46.45
13:00	121.3	77.03	102.5	117.6	136.5	114.1	114.5	112.4	96.15	58.05	57.12	53.07
14:00	103.9	74.18	103.3	140.3	109	112.1	112.1	109.6	96.15	76.24	65	53.58
15:00	100.2	76.12	94.51	122.8	119.5	125	98.77	125.1	100.2	81.04	47.87	67.74
16:00	87.67	55.45	102	107.7	115	120.7	98.73	92.99	101.2	64.45	40.55	46.65
17:00	74.75	59.11	77.42	110.8	100.3	103.4	103.8	110.4	70.49	54.94	34.12	45.52
18:00	44.85	53.74	68.27	113.3	107.8	81.78	104	81.15	63.86	29.47	29.69	19.17
19:00	49.07	37.54	91.69	83.75	59.02	60.29	73.44	64.07	51.94	44.43	20.29	21.98
20:00	45.1	29.05	60.02	77.49	62.13	56.53	50.61	66.37	50.1	20.83	14.14	18.75
21:00	50.75	31.87	53.86	57.27	44.95	47.72	48.31	53.18	31.79	20.51	11.2	14.91
22:00	49.02	36.81	66.32	71.13	41.71	43.01	49.24	38.51	19.63	24.31	11.43	18.24
23:00	33.9	26.71	44.03	52.14	27.42	25.3	35	26.11	18.09	25.24	7.658	7.203
0:00	26.03	26.59	47.48	33.61	20.55	30.91	33.26	31.52	15.13	14.44	12.13	6.136

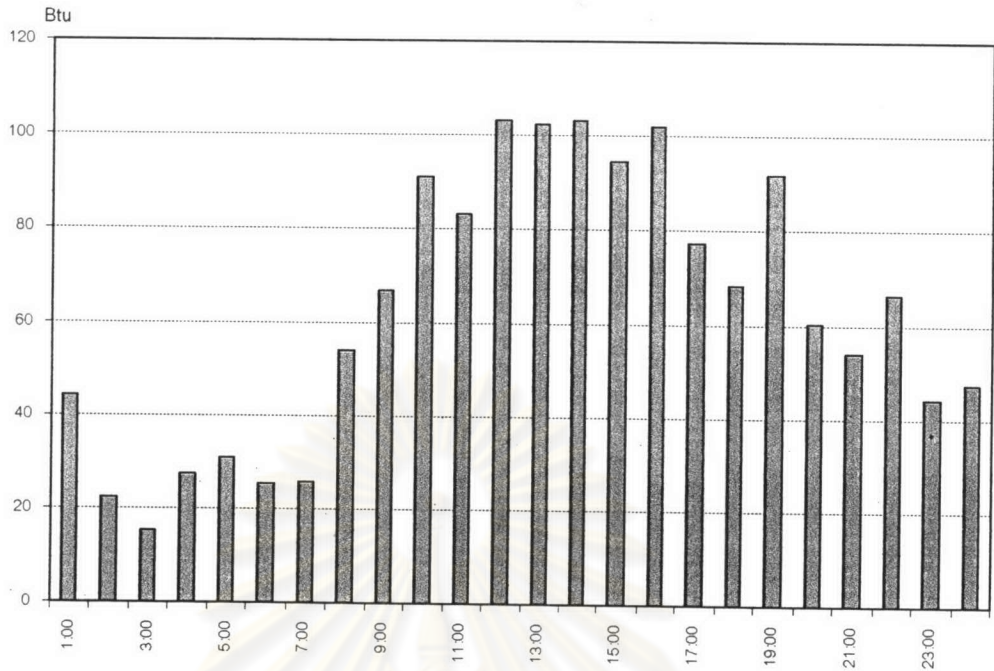
ตารางที่ 4.2 แสดงผลของการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าวไม้ แต่ละชั่วโมง
ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ



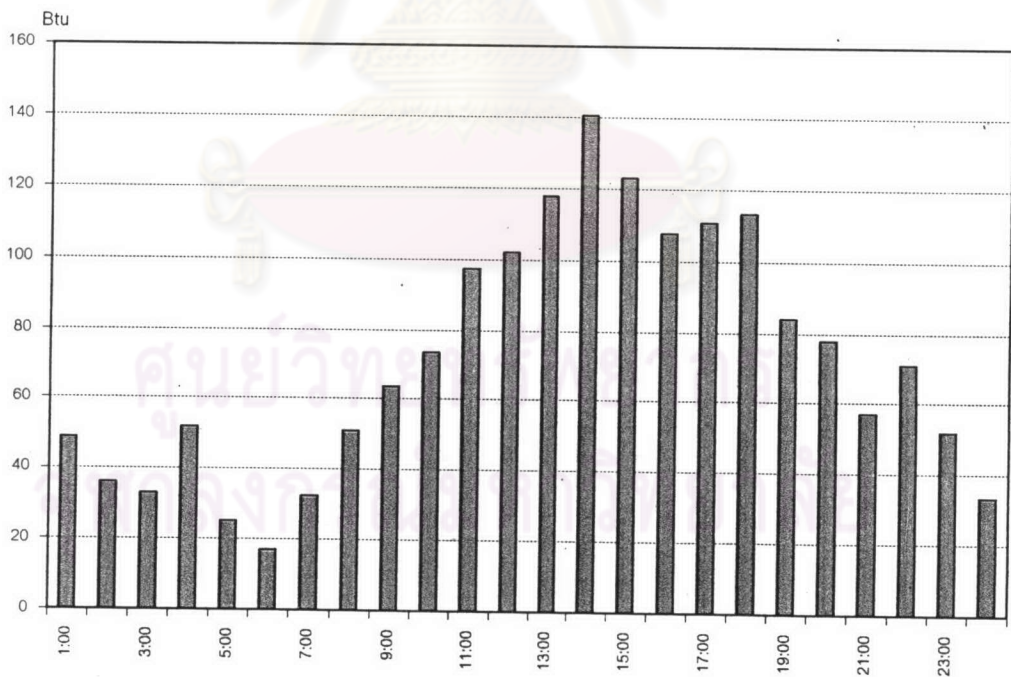
แผนภูมิที่ 4.21 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมกราคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



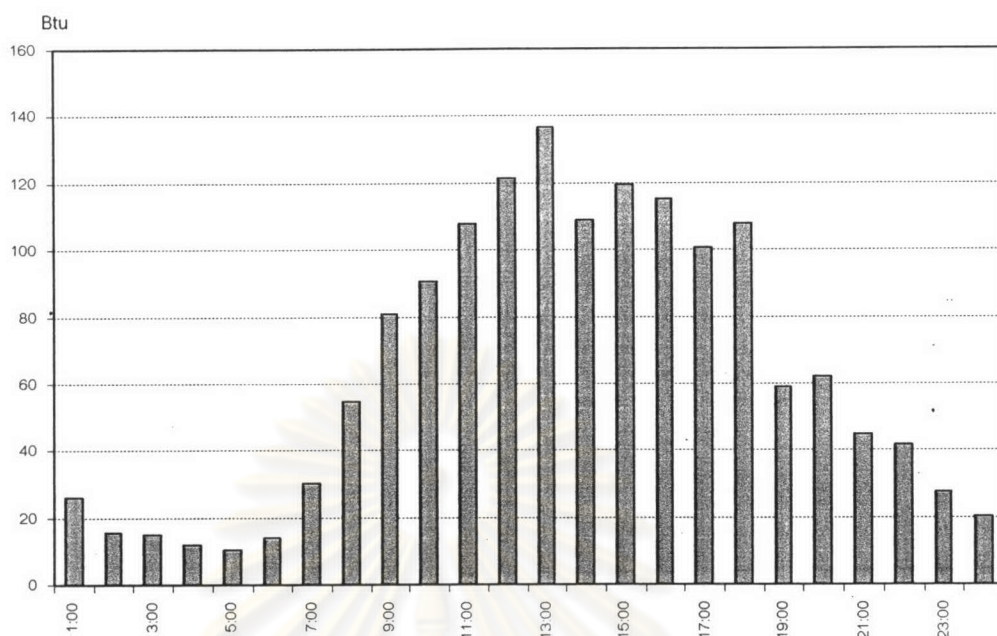
แผนภูมิที่ 4.22 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกุมภาพันธ์จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



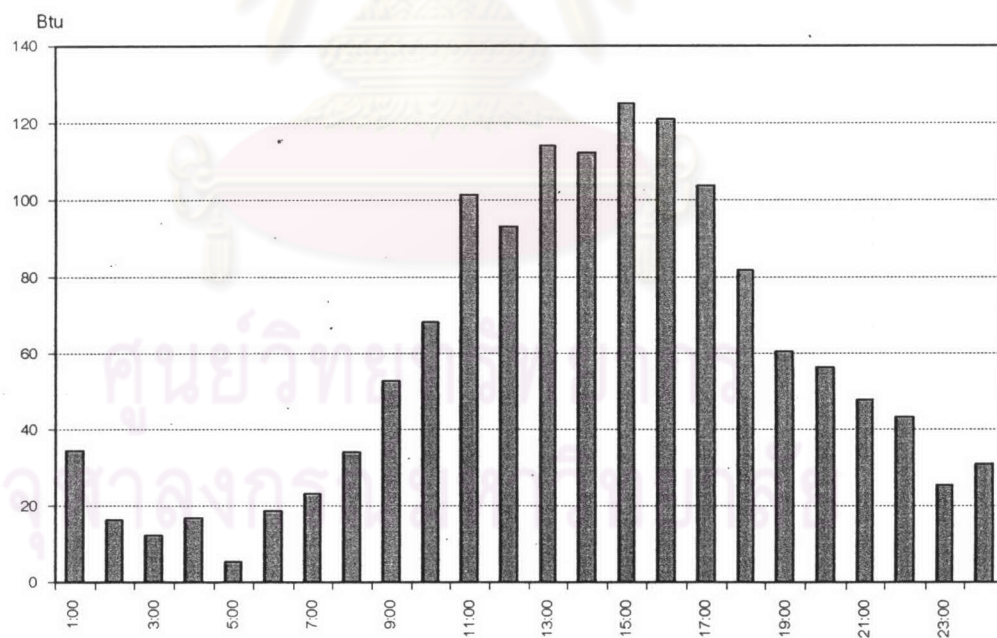
แผนภูมิที่ 4.23 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมีนาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



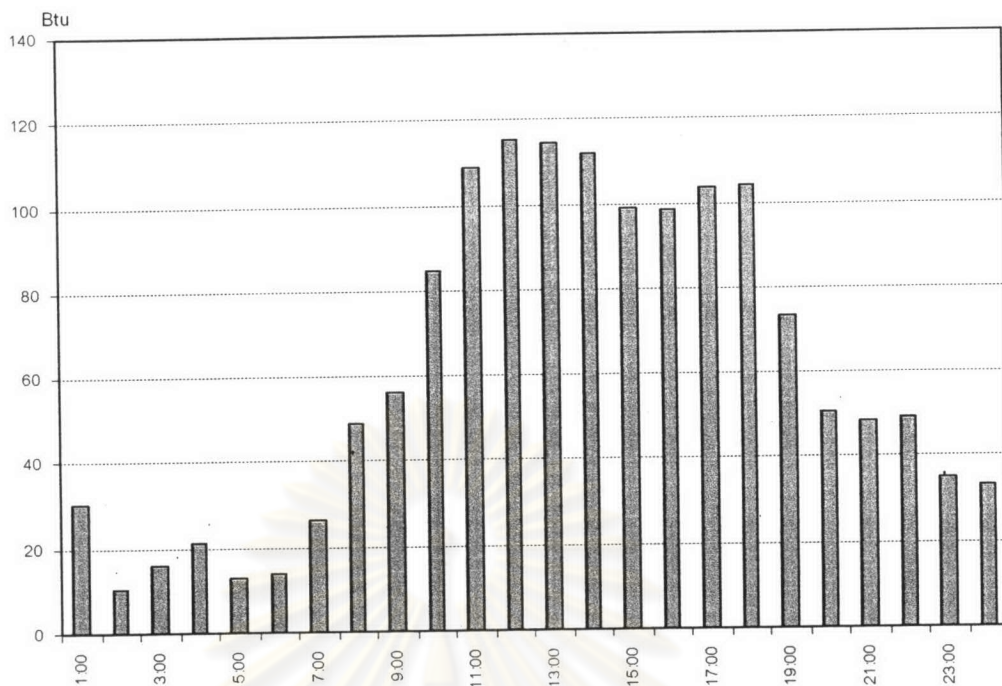
แผนภูมิที่ 4.24 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนเมษายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



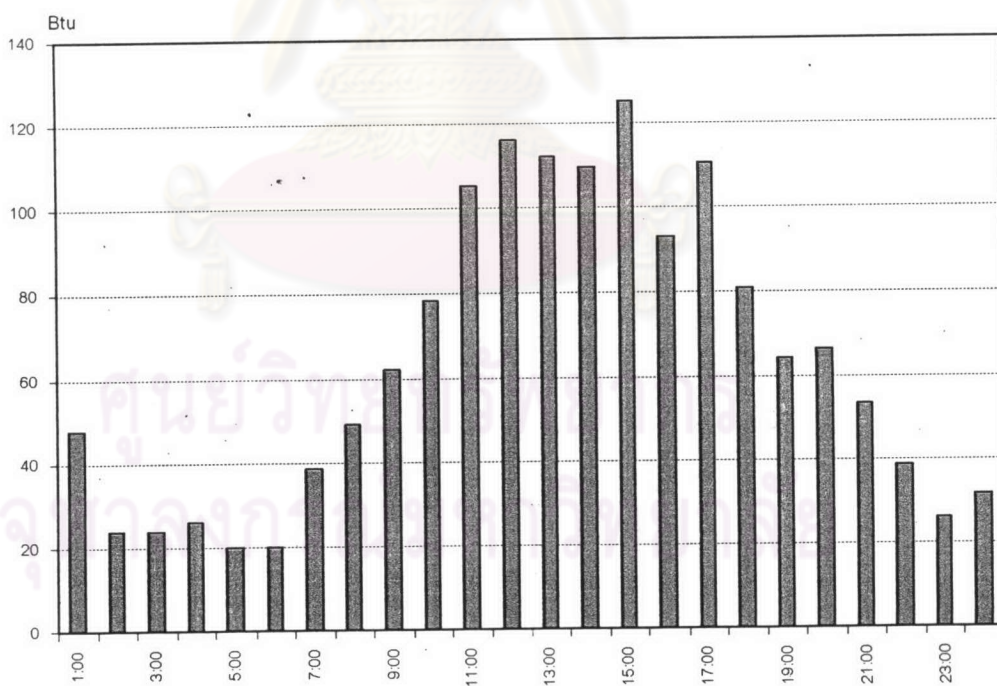
แผนภูมิที่ 4.25 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนพฤษภาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



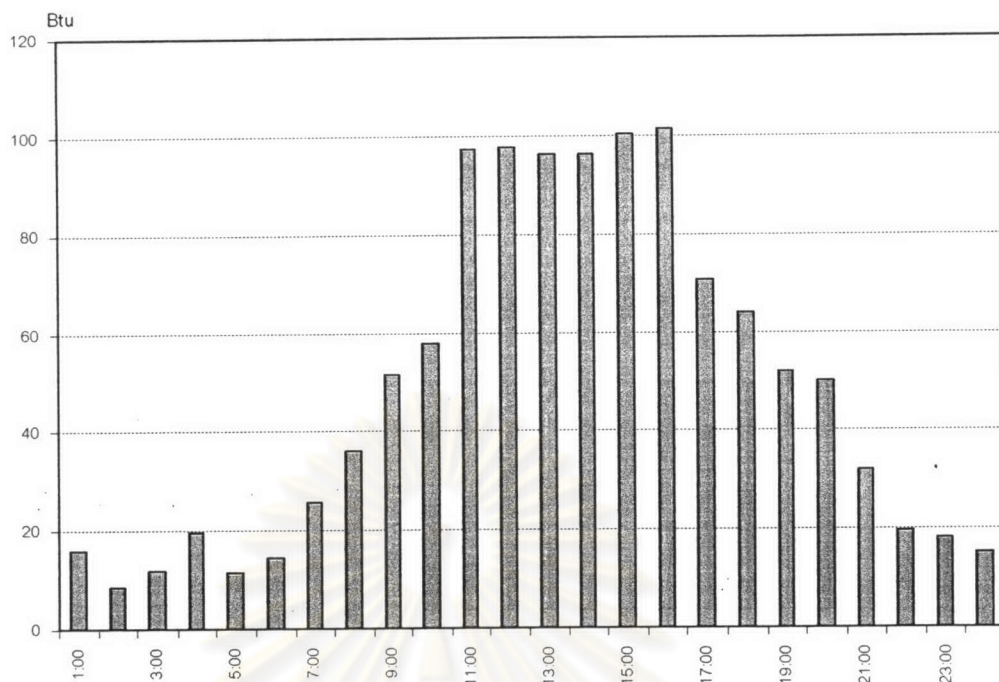
แผนภูมิที่ 4.26 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมิถุนายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



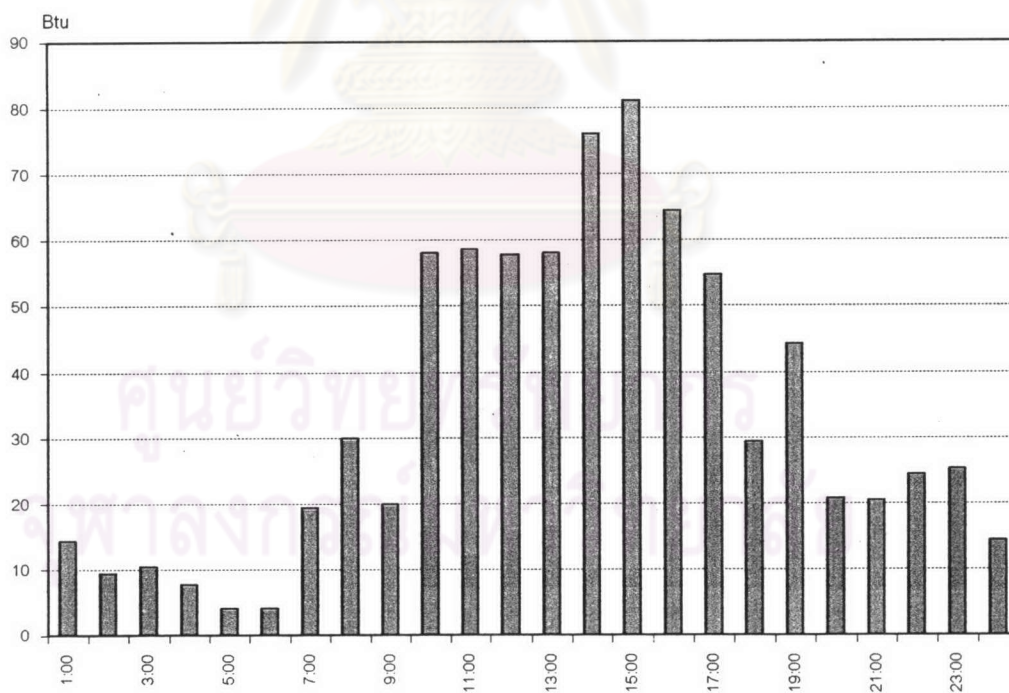
แผนภูมิที่ 4.27 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกรกฎาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



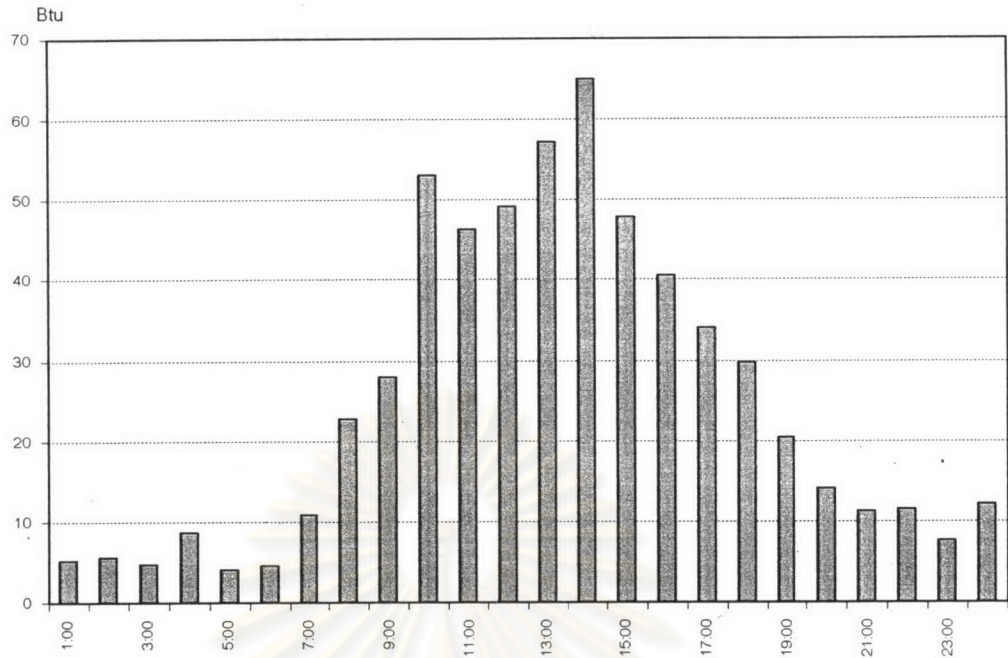
แผนภูมิที่ 4.28 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนสิงหาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



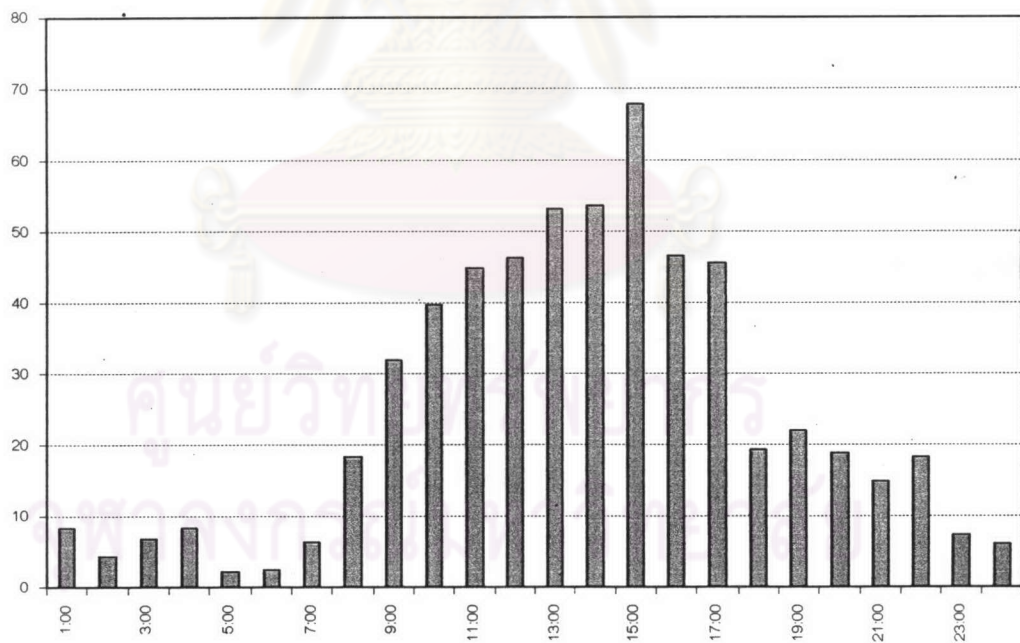
แผนภูมิที่ 4.29 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกันยายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.30 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนตุลาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

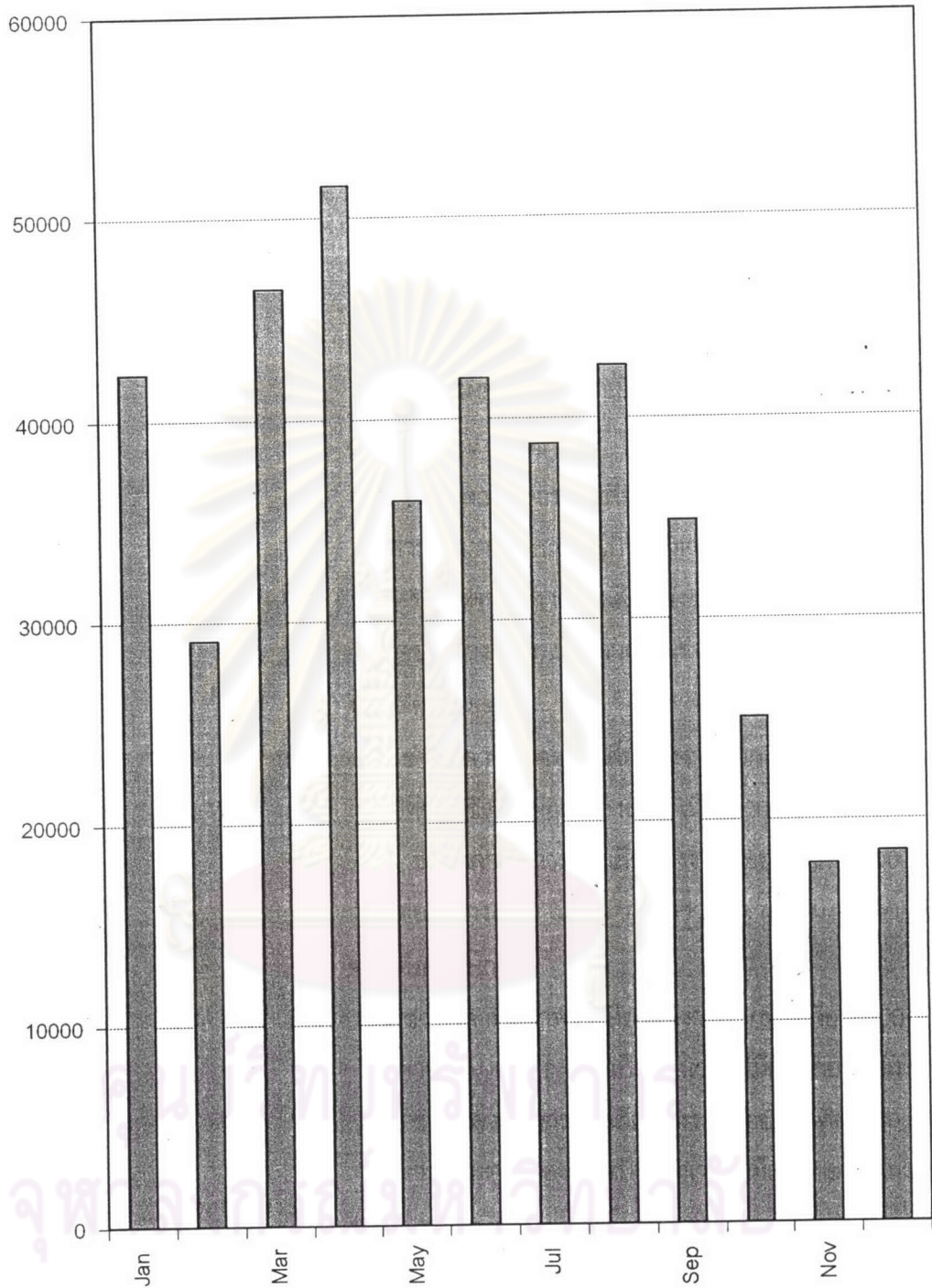


แผนภูมิที่ 4.31 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนจากพฤศจิกายนข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.32 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้ ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนจกรันวาคมข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

(Btu.hr. / sq.m. / month)



แผนภูมิที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม่อัดโครงเคร่าไม้
ขนาด 1 ตารางเมตร ใน 1 เดือน ของเดือนต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

4.3.1 สรุปผลการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้แต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ

จากการทดลองเมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศ พ.ศ. 2543 มาประเมินการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางรอยต่อของประตูกระจกบานเปิด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- เดือนมกราคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 121.3 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 2.00 น. มีค่าเท่ากับ 18.99 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนกุมภาพันธ์
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 12.00 น. มีค่าเท่ากับ 79.1 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 8.742 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนมีนาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 12.00 – 14.00 น. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 3.00 น. มีค่าเท่ากับ 15.12 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนเมษายน
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 14.00 น. มีค่าเท่ากับ 140.3 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 16.98 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนพฤษภาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 136.5 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 5.00 น. มีค่าเท่ากับ 10.68 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

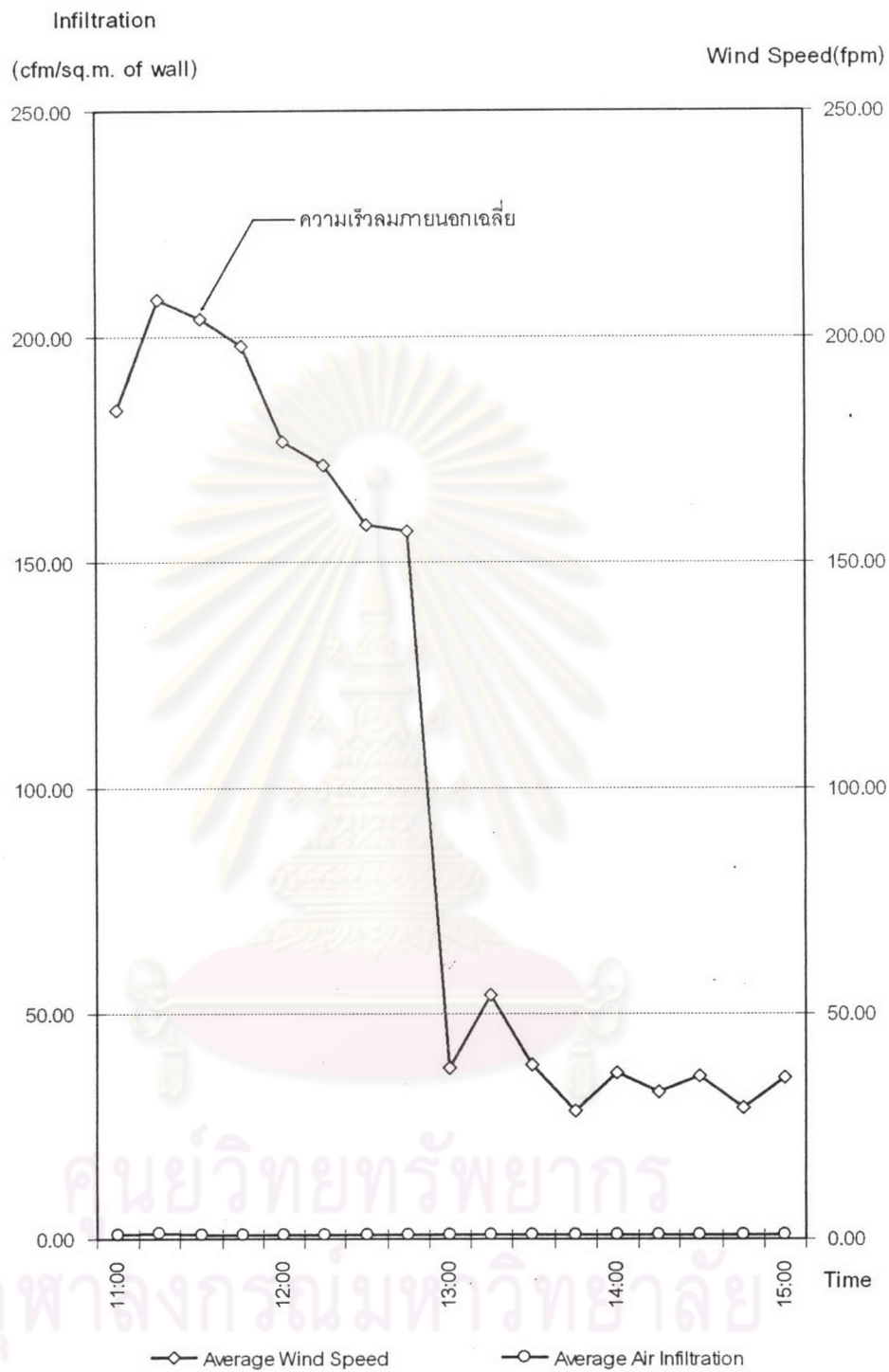
- เดือนธันวาคม

- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 15.00 น. มีค่าเท่ากับ 67.74 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มวลภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 5.00 น. มีค่าเท่ากับ 2.231 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มวลภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

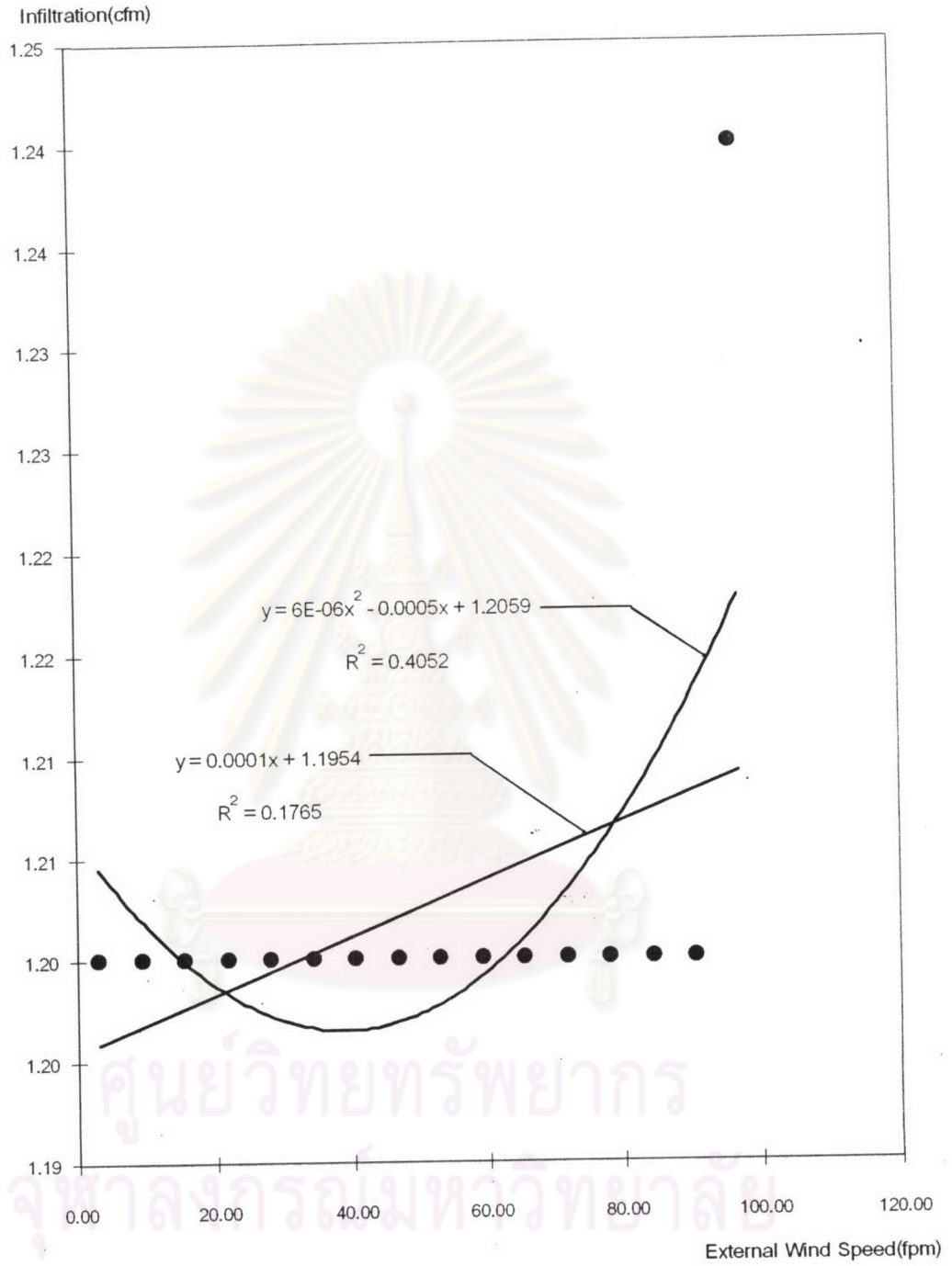
เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบช่วงเวลาต่างๆ ในแต่ละเดือนแล้ว พบว่า อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 8.00 - 18.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 312989.8 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ในขณะที่อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 19.00 - 6.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 124203.3 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 เมื่อนำมาคิดเป็นพลังงานที่ต้องสูญเสียทั้งเดือน ของแต่ละเดือนแล้ว สามารถนำมาเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละเดือนได้ดังแผนภูมิที่ 4.33 โดยเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมมากที่สุดคือ เดือนเมษายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 51610.09 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร และเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมน้อยที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 17819.67 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

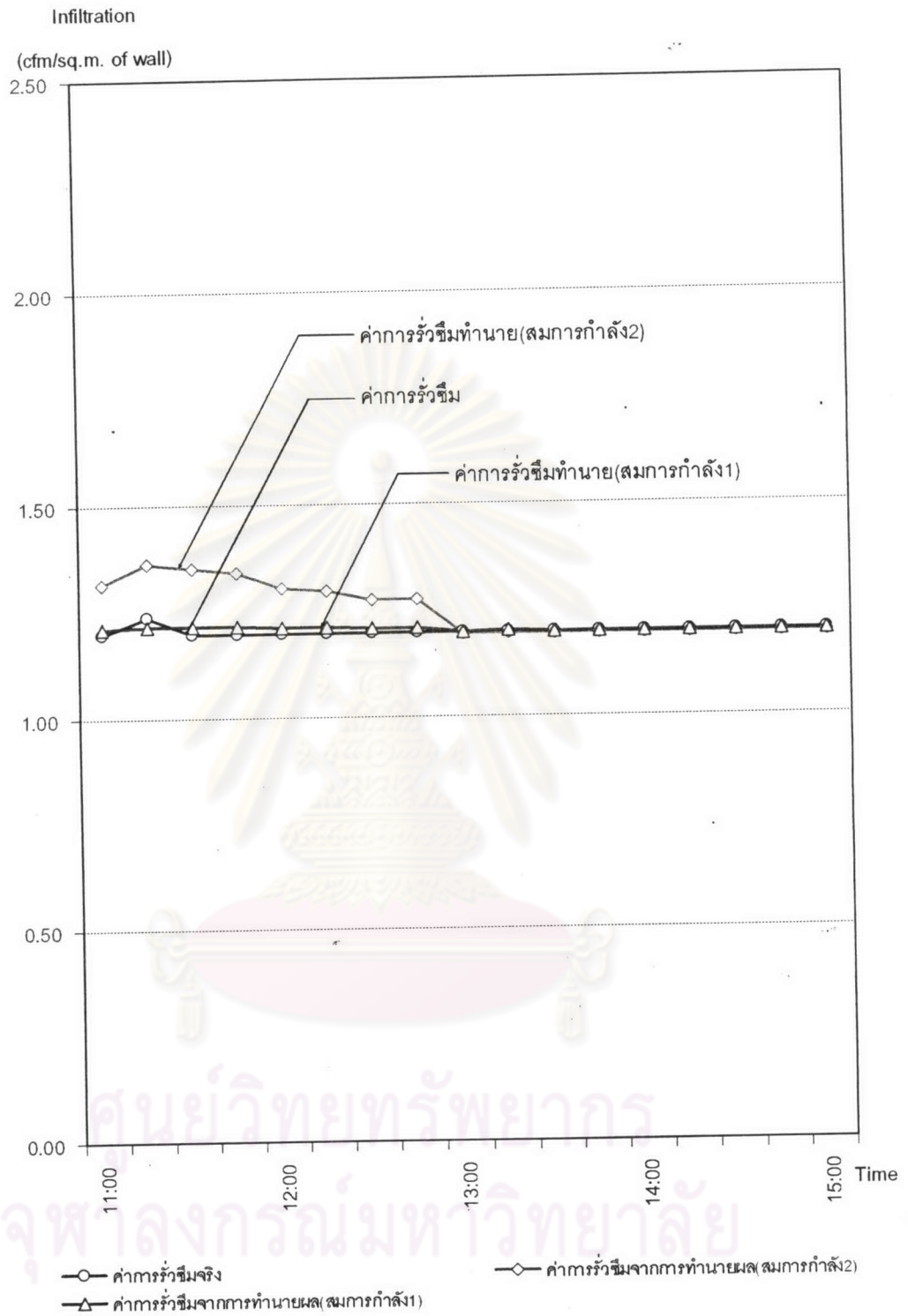


แผนภูมิที่ 4.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายนอกกับการรั่วซึมของอากาศ
ต่อพื้นที่ผนังคอนกรีตมวลเบา 1 ตร.ม. ด้านทิศตะวันตก เมื่อวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2547



แผนภูมิที่ 4.35 แสดงการทำนายผลการรั่วซึมของอากาศของผนังคอนกรีตมวลเบา

เมื่อวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2547



แผนภูมิที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรั่วซึมจริงของอากาศผ่าน
ผนังคอนกรีตมวลเบา กับค่าการรั่วซึมทำนายในแต่ละสมการ

4.4 สรุปผลการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา

จากการทดลองการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 0.10 ขนาดกว้าง 1.00 เมตร สูง 1.00 เมตร และพื้นที่ใช้สอยภายในของห้องทดลองมีขนาด กว้าง 2.20 เมตร ยาว 2.50 เมตร สูงประมาณ 2.70 เมตรสามารถทำการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

อากาศจากภายนอก สามารถรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ได้ร้อยละ 1.14 ของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายนอก เมื่อนำความเร็วลมภายนอกที่เกิดขึ้นมาคูณกับพื้นที่หน้าตัด เพื่อหาปริมาณอากาศที่รั่วซึมเข้ามา ก็สามารถนำมาสรุปผลได้ดังแผนภูมิที่ 4.34 โดยมีอัตราการรั่วซึมของอากาศสูงสุดประมาณ 1.24 CFMต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และมีค่าอัตราการรั่วซึมเฉลี่ยประมาณ 1.20 CFMต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการคำนวณทางสถิติ โดยใช้วิธีการทางสมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง เพื่อทำนายค่าการรั่วซึมของอากาศที่เกิดขึ้นจากความเร็วลมภายนอก ซึ่งเมื่อนำข้อมูลจากสมการทั้งสองมาสร้างเป็นแผนภูมิที่ 4.36 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าการรั่วซึมที่วัดได้จริง จะพบว่า ค่าการรั่วซึมที่ทำนายได้จากสมการทั้งสอง มีความแตกต่างจากค่าการรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงมาก แต่เมื่อนำค่าการรั่วซึมทำนายในช่วงเวลาทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าค่าการรั่วซึมทำนายจากสมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรง มีค่าการรั่วซึมเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าการรั่วซึมเฉลี่ยของที่การรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงในการทดลอง

ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณการรั่วซึมของอากาศ เพื่อมาประเมินการใช้พลังงานตลอดทั้งปี โดยมีค่าเฉลี่ยใน 1 วันเป็นตัวแทนของเดือนนั้นๆ มาใช้ในการคำนวณ จึงเลือกใช้สมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรง ซึ่งมีสมการดังนี้

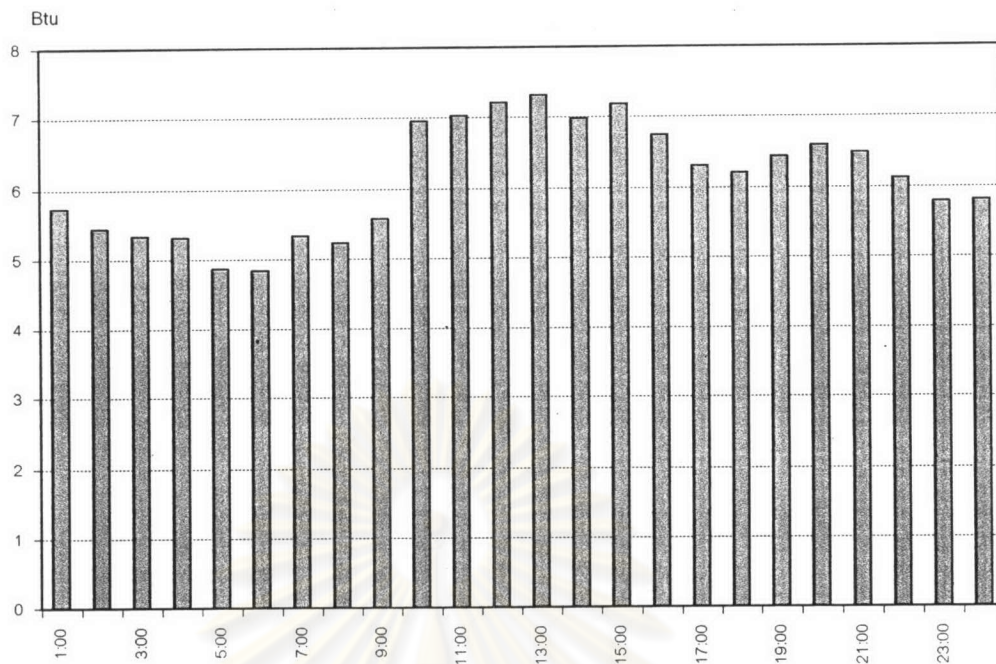
$$Y = 0.0001X + 1.1954 \quad , R^2 = 0.1765$$

โดย Y = ปริมาณการรั่วซึมของอากาศ (cfm)

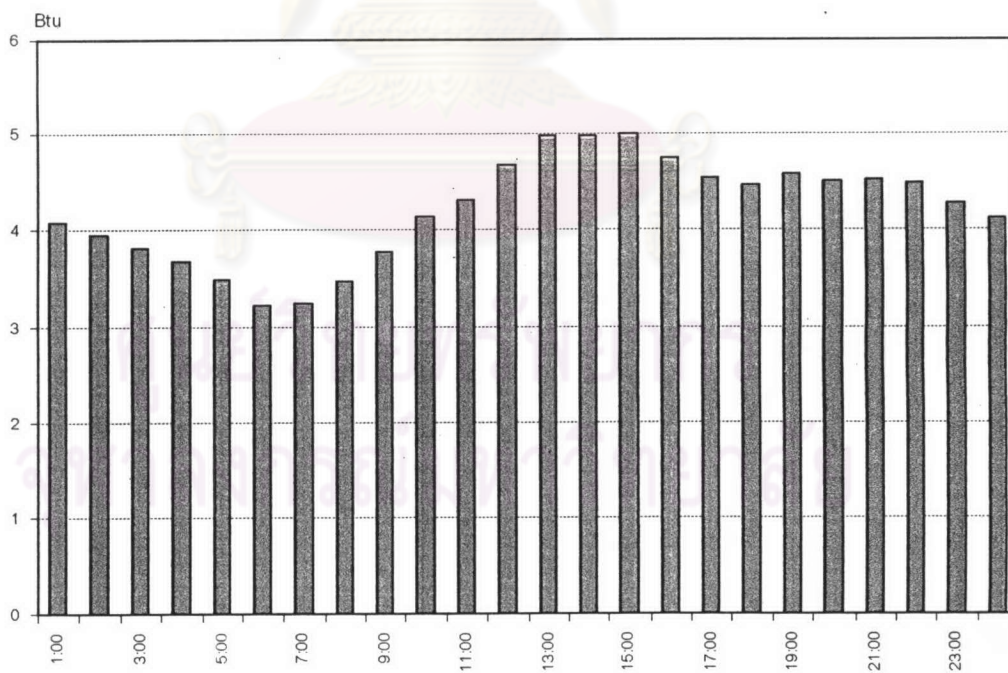
X = ความเร็วลมภายนอก (fpm)

Time	พลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ทุกๆ ชั่วโมง ในเดือนต่างๆ (Btu/hr. - m ²)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1:00	5.734	4.0811	6.0908	7.1602	7.0516	6.8304	5.9787	6.1099	5.8571	6.2544	3.3972	3.5474
2:00	5.4283	3.9473	6.0016	7.0811	6.8365	6.6218	5.9812	5.8731	5.7493	6.2827	3.2903	3.407
3:00	5.3241	3.8143	6.0356	7.0227	6.65	6.4989	5.8571	5.6018	5.7098	6.1902	3.1785	3.2787
4:00	5.3034	3.6903	5.8811	6.9683	6.3588	6.2978	5.6864	5.5162	5.6786	5.9952	2.9979	3.0925
5:00	4.8498	3.486	5.617	6.855	6.2617	6.1298	5.6207	5.4131	5.3867	5.9653	3.1489	3.1685
6:00	4.8464	3.2331	5.4259	6.7809	6.1275	6.0661	5.532	5.1456	5.3428	5.9049	2.6059	2.6967
7:00	5.3291	3.2434	5.5162	6.969	6.4914	6.3312	5.8811	5.5015	5.6915	5.8705	2.6586	2.7436
8:00	5.2289	3.4757	5.7716	7.2581	6.8014	6.4909	6.2301	5.8145	5.942	6.3952	3.0547	3.0209
9:00	5.5778	3.7729	5.9106	7.421	7.161	6.7607	6.2471	5.9938	6.2746	6.833	3.4753	3.5561
10:00	6.9504	4.1391	6.1848	7.5531	7.4168	6.9806	6.2261	6.3195	6.5795	7.0708	3.8549	3.92
11:00	7.027	4.3183	6.1341	7.9478	7.5426	7.1668	6.6514	6.6498	6.625	7.1387	4.0305	4.1943
12:00	7.222	4.6653	6.288	8.0765	7.6553	7.2794	6.5853	6.8485	6.8076	7.0646	4.1505	4.3348
13:00	7.3151	4.9825	6.3957	8.3131	7.8803	7.5648	6.7537	7.016	6.799	7.0729	4.2675	4.4727
14:00	6.9765	4.9802	6.446	8.3657	7.8089	7.5276	6.8352	7.0048	6.799	7.1141	4.2566	4.4451
15:00	7.1834	4.9846	6.1885	8.0394	7.9242	7.624	6.8924	7.2224	6.9896	6.9428	4.4673	4.727
16:00	6.7408	4.7502	6.0842	7.8232	7.9231	7.6233	7.076	7.1496	6.8839	6.879	4.1568	4.4327
17:00	6.3007	4.5447	6.041	7.7346	7.7144	7.3125	6.9684	6.9695	6.8227	6.8558	4.0612	4.3254
18:00	6.1986	4.4577	5.9459	7.5129	7.422	7.1225	6.6477	6.7318	6.5464	6.869	4.1035	4.2704
19:00	6.4359	4.5743	6.0039	7.1748	7.0252	6.8597	6.5046	6.7004	6.1817	6.6817	4.1555	4.3264
20:00	6.5884	4.5015	6.034	7.1039	7.0689	6.8878	6.4732	6.5459	6.1046	6.3131	3.8249	4.0024
21:00	6.4902	4.5264	6.1276	7.1462	6.9643	6.7781	6.3365	6.479	6.2578	6.613	3.8583	4.0338
22:00	6.1167	4.4853	6.1889	7.2921	7.1108	6.8731	6.2975	6.3533	6.3286	6.5754	3.686	3.8924
23:00	5.7793	4.2684	6.2547	7.2072	7.0405	6.8431	6.1728	6.3786	6.2317	6.4793	3.6366	3.7787
0:00	5.7995	4.1208	6.2273	7.1727	7.0808	6.8877	6.0769	6.2061	6.0395	6.2656	3.467	3.5965

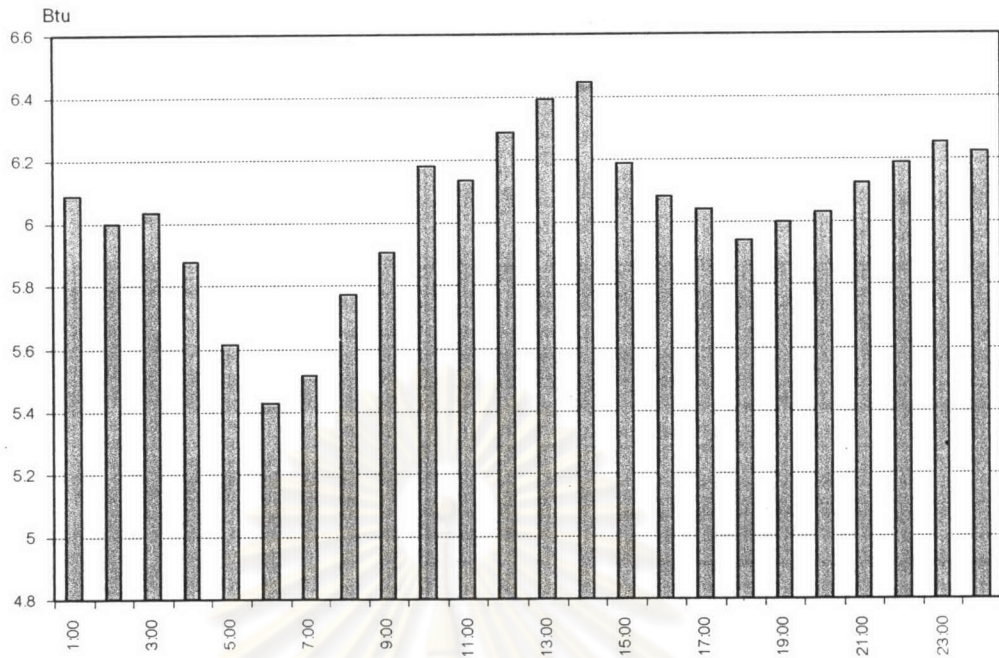
ตารางที่ 4.3 แสดงผลของการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา แต่ละชั่วโมง
ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ



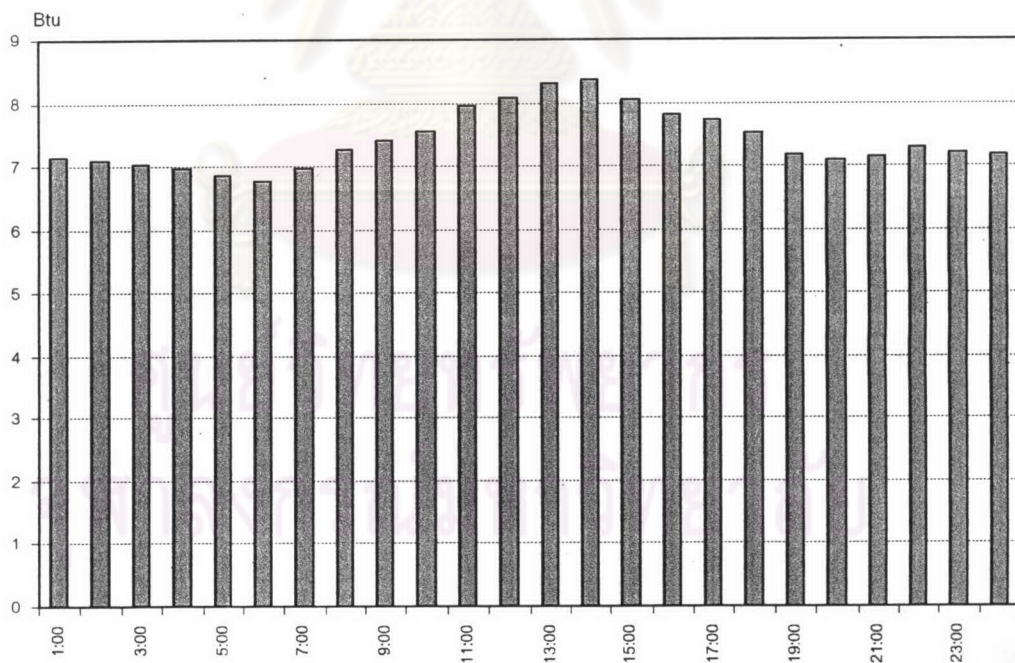
แผนภูมิที่ 4.37 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมกราคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



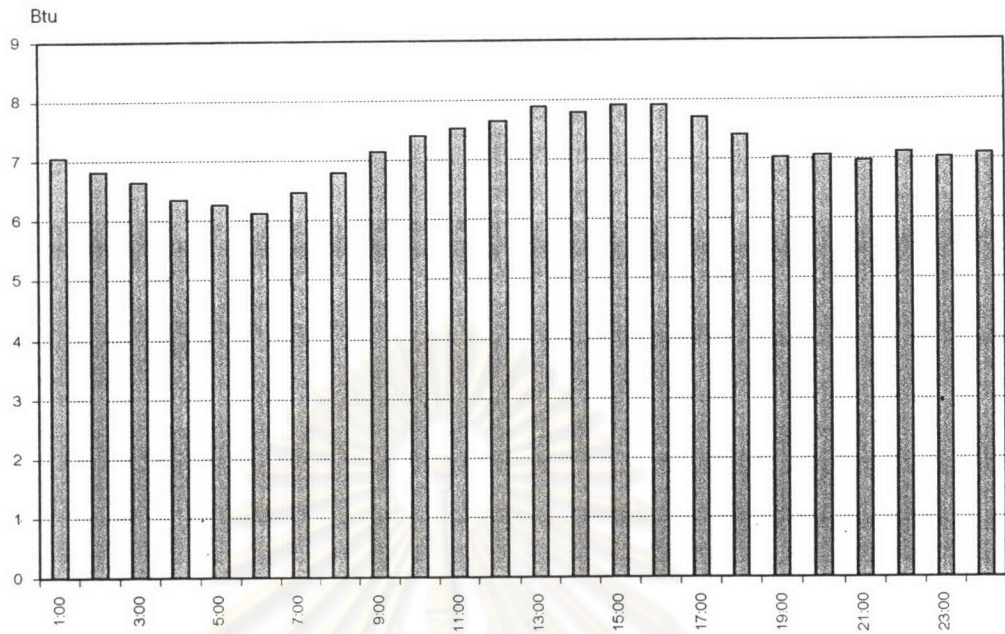
แผนภูมิที่ 4.38 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกุมภาพันธ์จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



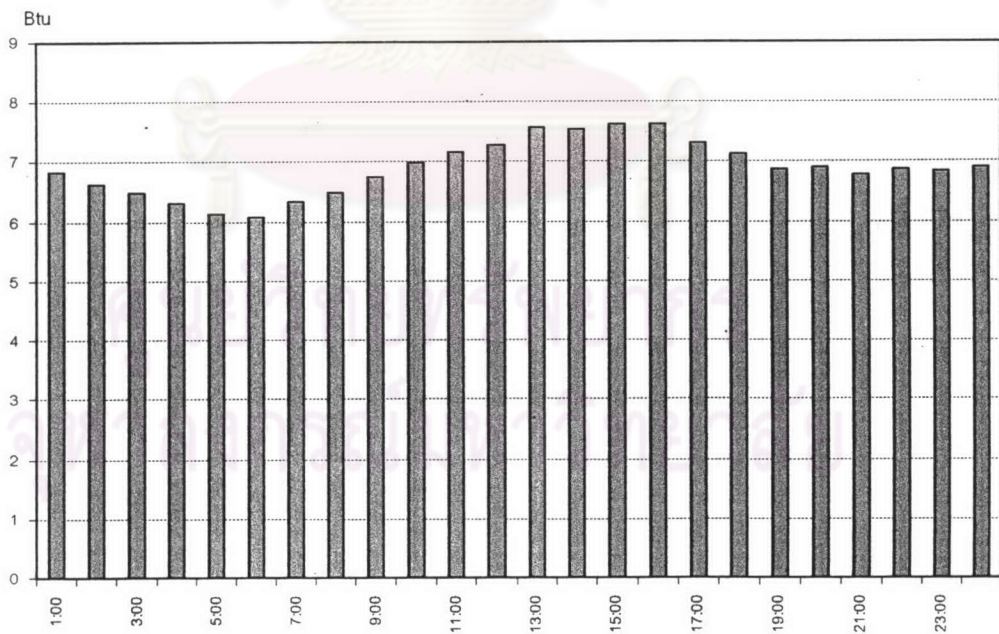
แผนภูมิที่ 4.39 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมีนาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



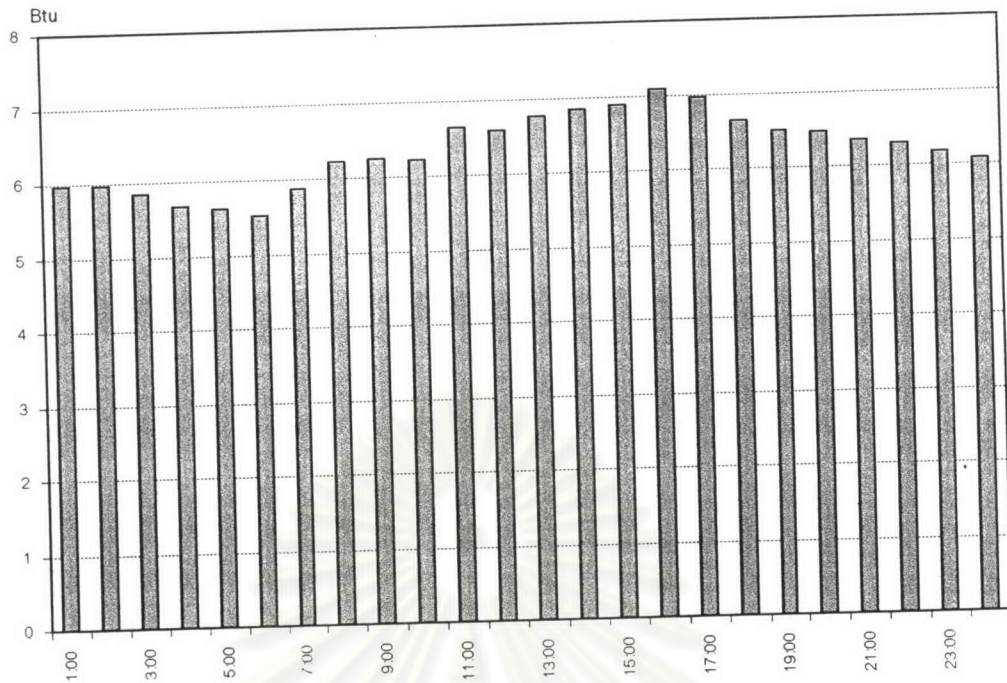
แผนภูมิที่ 4.40 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนเมษายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



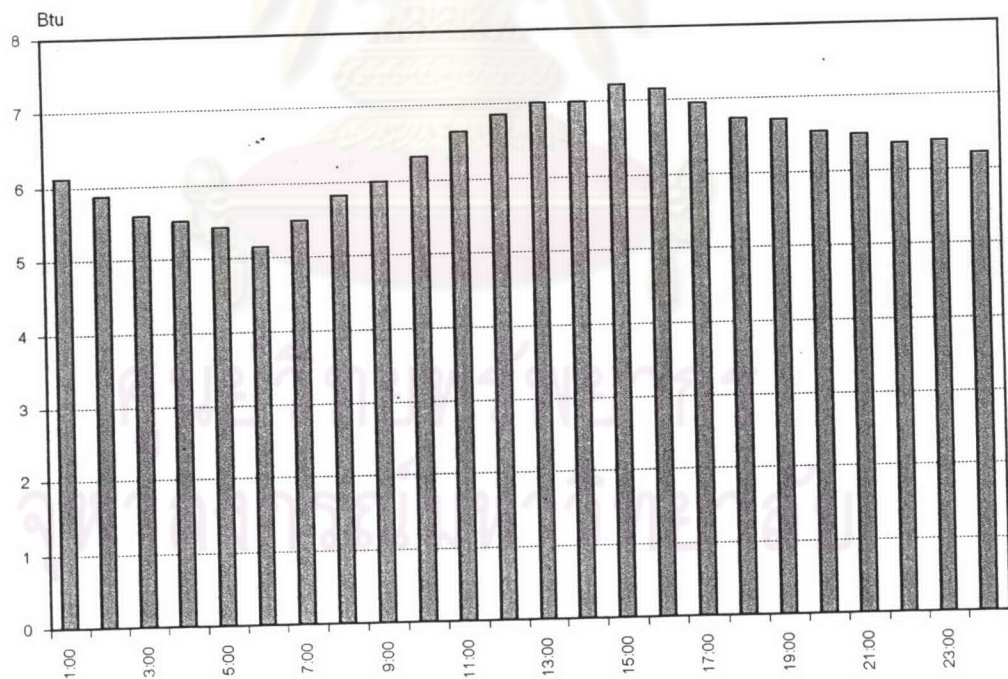
แผนภูมิที่ 4.41 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนพฤษภาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



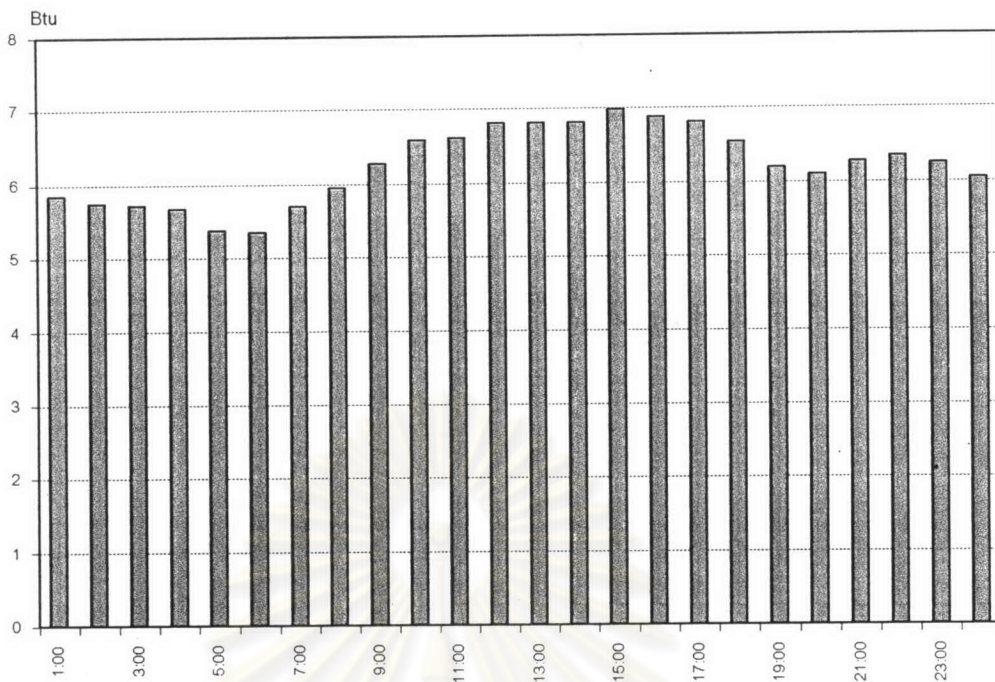
แผนภูมิที่ 4.42 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมิถุนายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



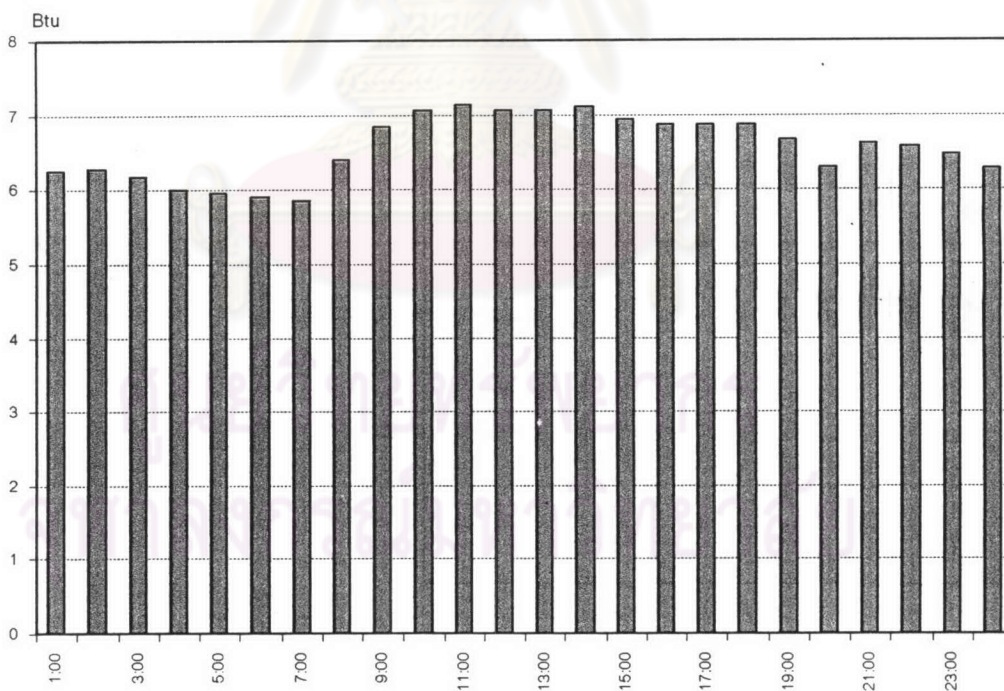
แผนภูมิที่ 4.43 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกรกฎาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



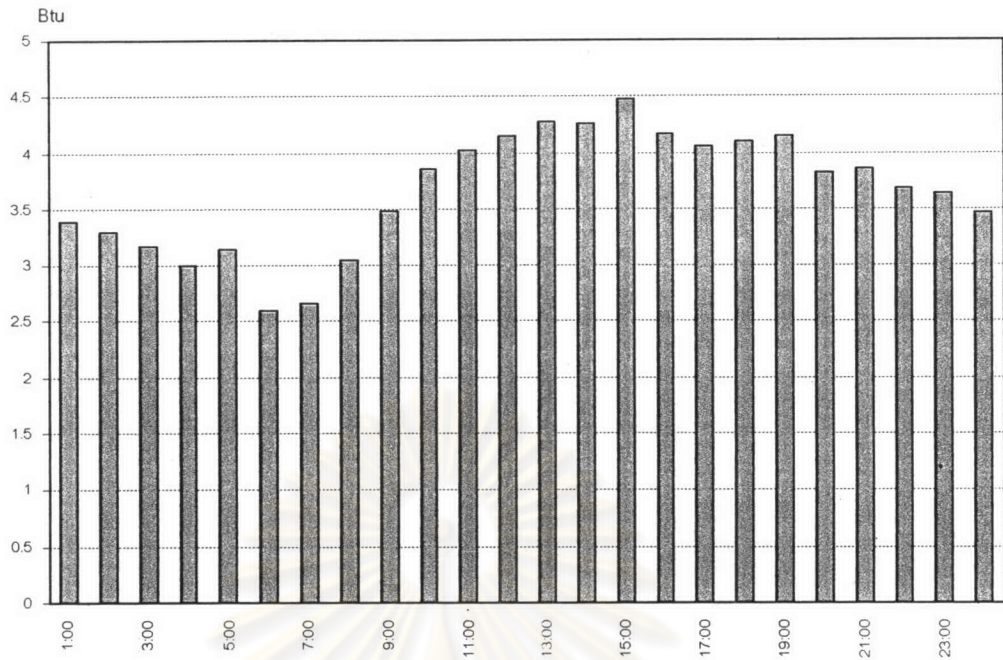
แผนภูมิที่ 4.44 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนสิงหาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



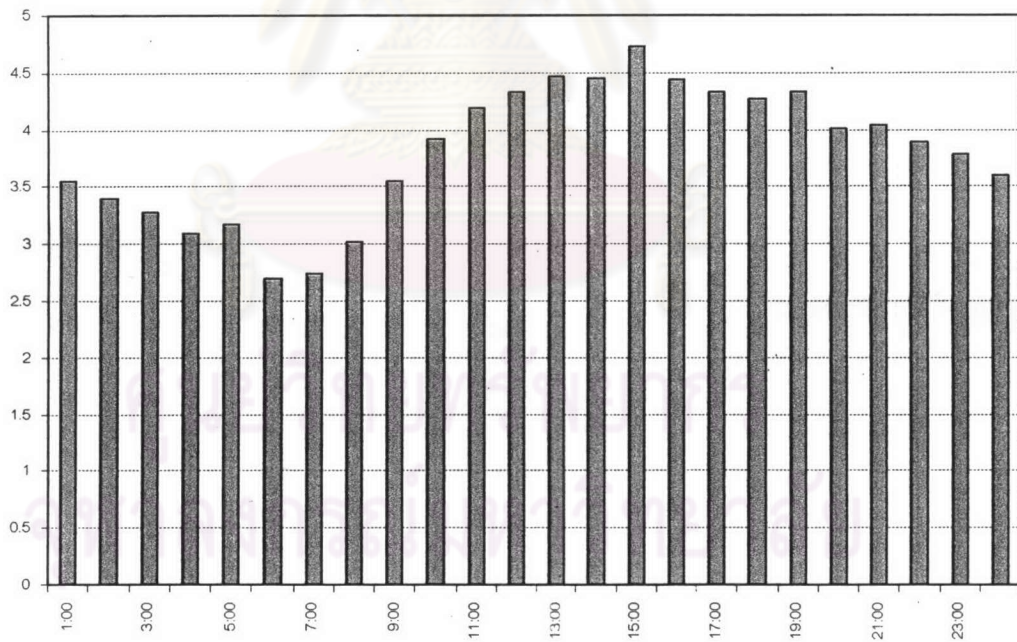
แผนภูมิที่ 4.45 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกันยายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



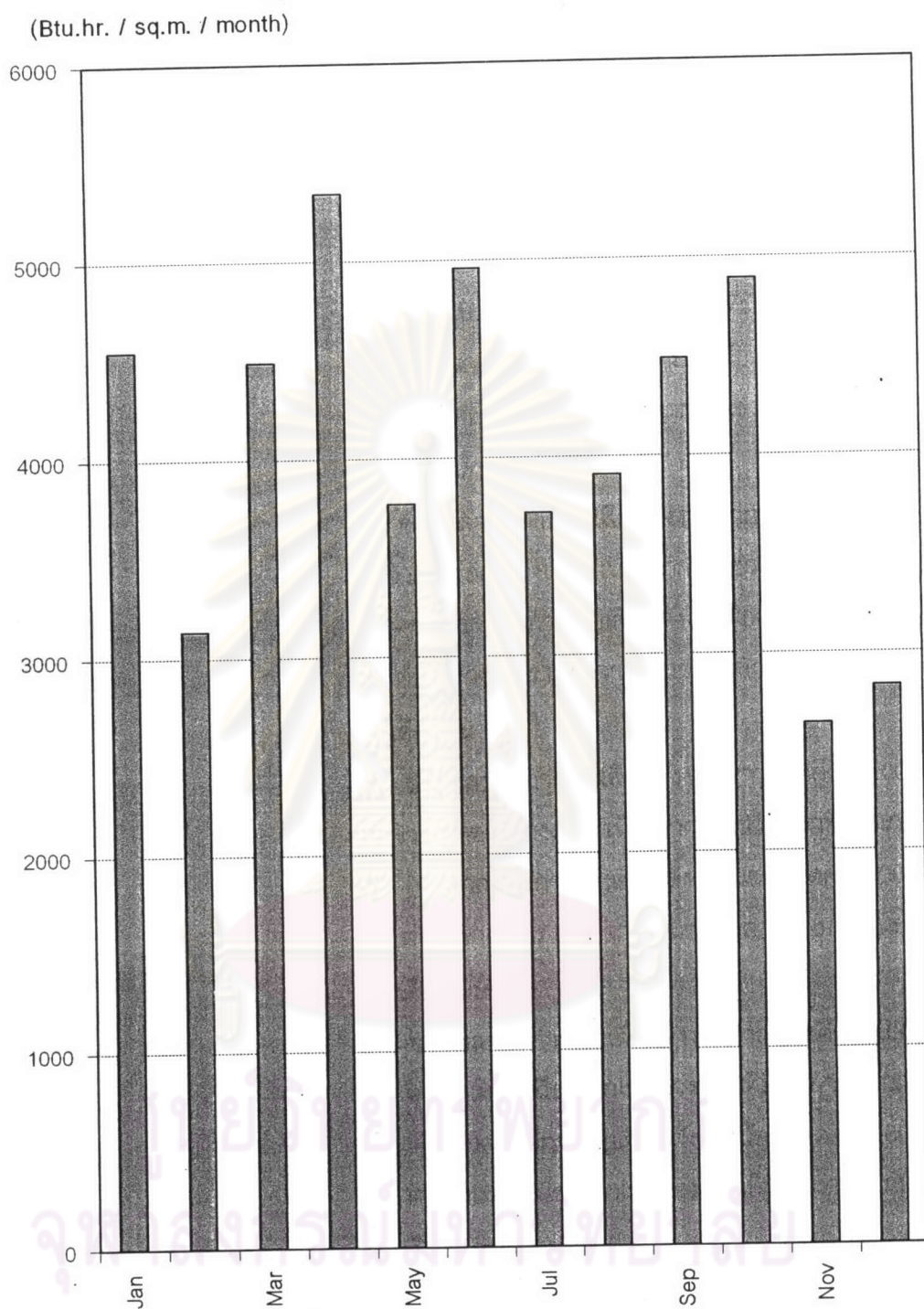
แผนภูมิที่ 4.46 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนตุลาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.47 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนจากพศจิกายนข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.48 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร
ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนจกรีนาคมข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.49 แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบา ขนาด 1 ตารางเมตร ใน 1 เดือน ของเดือนต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

4.4.1 สรุปผลการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังคอนกรีตมวลเบาแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ

จากการทดลองเมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศ พ.ศ. 2543 มาประเมินการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางรอยต่อของประตูกระจกบานเปิด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- เดือนมกราคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 7.315 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 5.00 - 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 4.84 บีทียูต่อชั่วโมง ต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนกุมภาพันธ์
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 - 15.00 น. มีค่าเท่ากับ 4.98 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 3.233 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนมีนาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 14.00 น. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.44 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00-น. มีค่าเท่ากับ 5.425 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนเมษายน
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 14.00 น. มีค่าเท่ากับ 8.365 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 6.78 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนพฤษภาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 15.00 - 16.00 น. มีค่าเท่ากับ 7.92 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 6.127 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

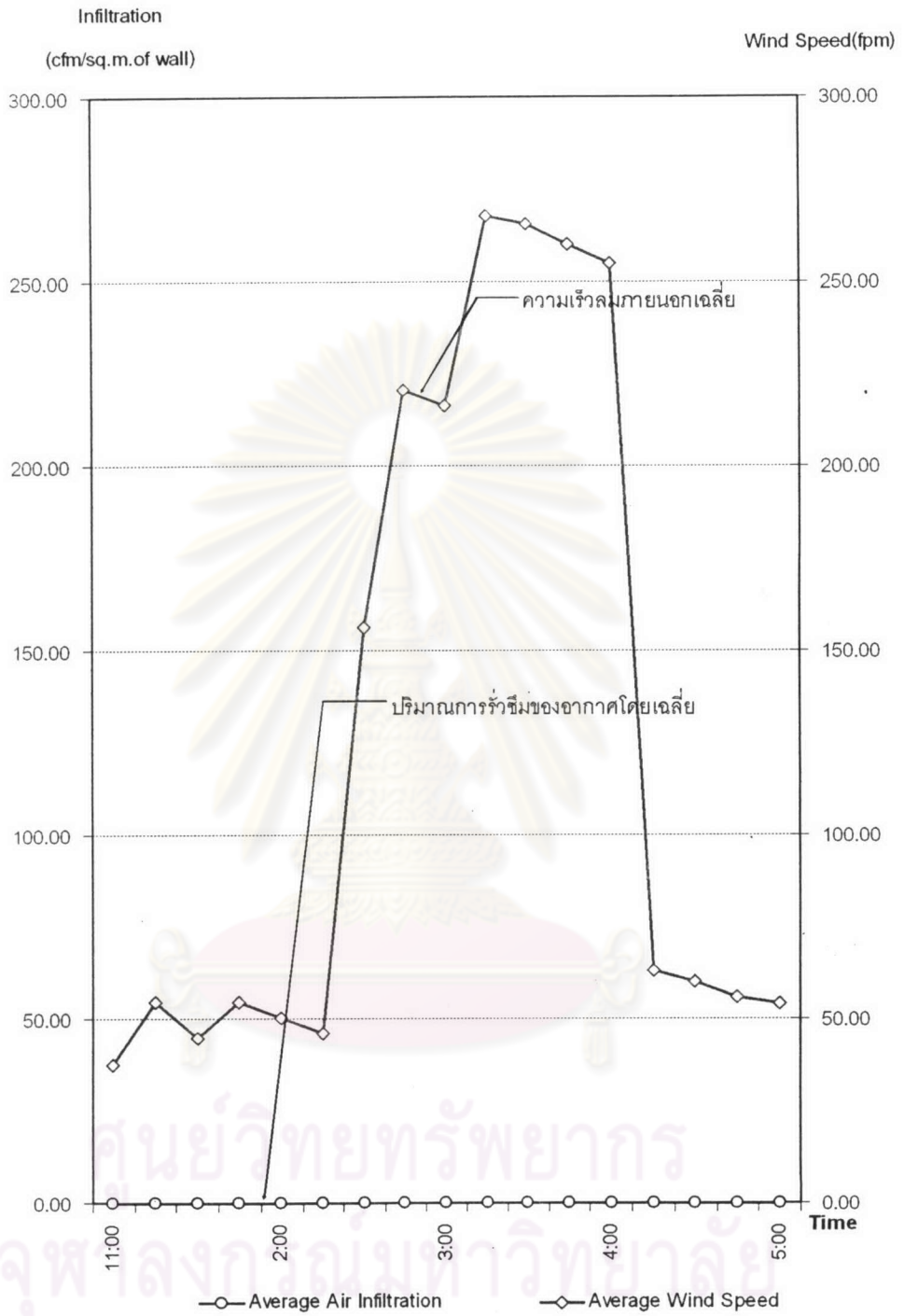
- เดือนธันวาคม

- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 15.00 น. มีค่าเท่ากับ 4.72 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมิกายนอกมากกระทำสูงที่สุด
- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 2.69 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมิกายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

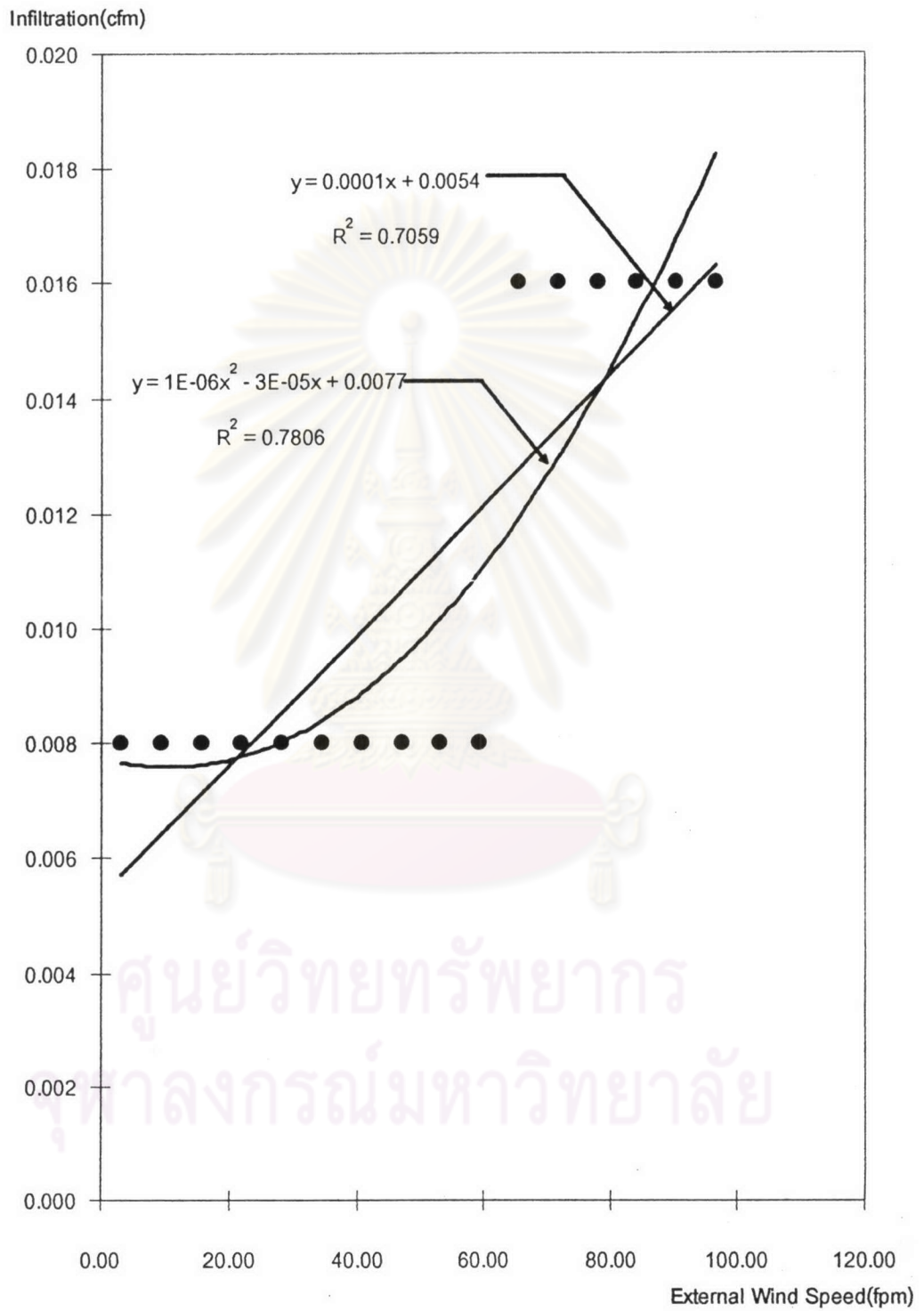
เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบช่วงเวลาต่างๆ ในแต่ละเดือนแล้ว พบว่า อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 8.00 - 18.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 25152.5 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ในขณะที่อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 19.00 - 6.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 24758.4 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 เมื่อนำมาคิดเป็นพลังงานที่ต้องสูญเสียทั้งเดือน ของแต่ละเดือนแล้ว สามารถนำมาเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละเดือนได้ดังแผนภูมิที่ 4.49 โดยเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมมากที่สุดคือ เดือนเมษายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 5339.376 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร และเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมน้อยที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 2633.53 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

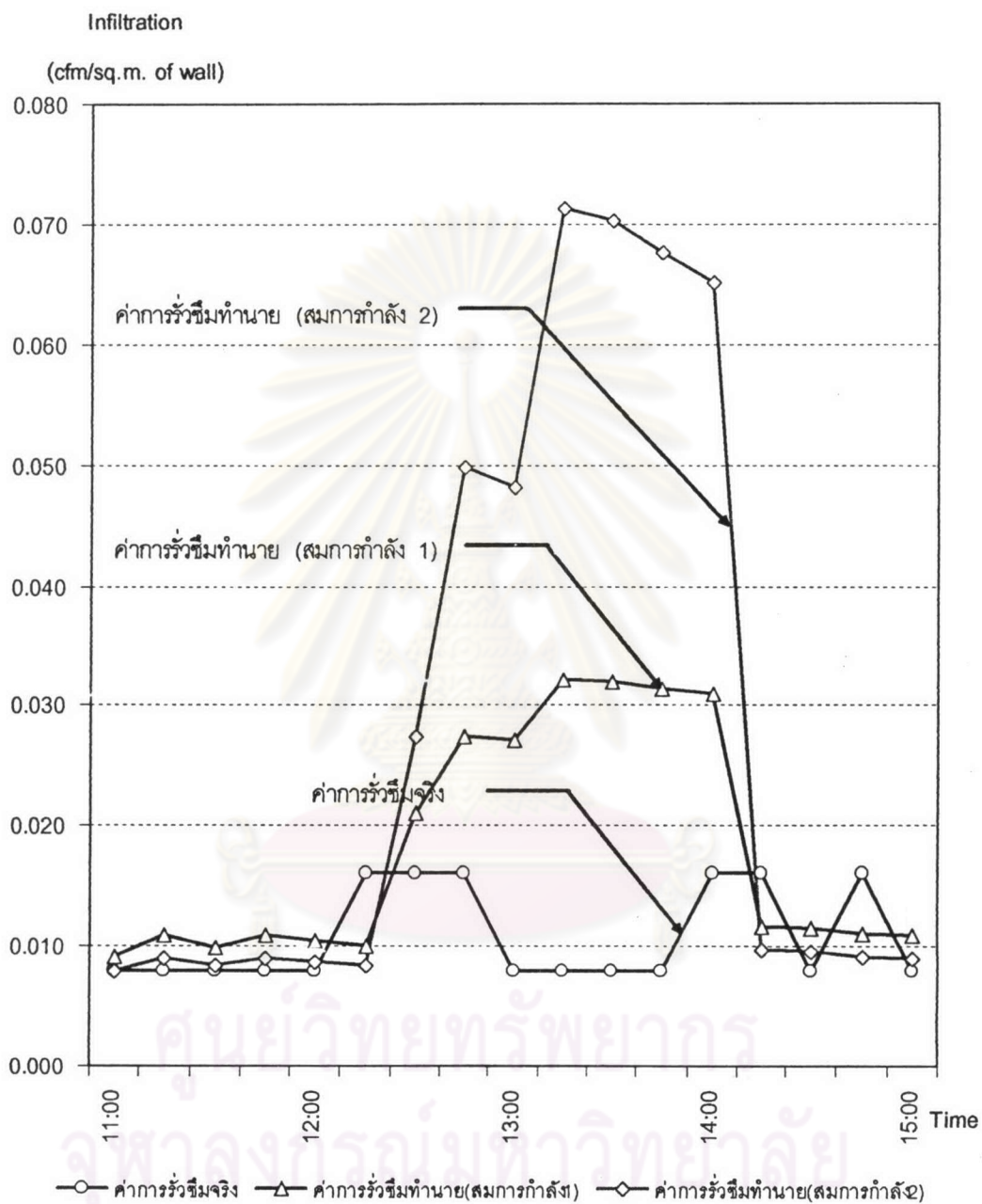


แผนภูมิที่ 4.50 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายนอกกับการรั่วซึมของอากาศต่อพื้นที่ผนังระบบคอนกรีตความหนาภายนอก 1 ตร.ม. ด้านทิศใต้ เมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2547



แผนภูมิที่ 4.51 แสดงการทำนายผลการรั่วซึมของอากาศของผนังระบบฉนวนกัน

ความร้อนภายนอก เมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2547



แผนภูมิที่ 4.52 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรั่วซึมจริงผ่านผนัง EIFS
 กับค่าการรั่วซึมทำนายจากสมการต่างๆ

4.5 สรุปผลการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS)

จากการทดลองการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก ขนาด กว้าง 1.00 เมตร สูง 1.00 เมตร และพื้นที่ใช้สอยภายในของห้องทดลองมีขนาด 36.50 ตาราง เมตร สูงประมาณ 2.50 เมตรสามารถทำการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

อากาศจากภายนอก สามารถรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกได้ร้อยละ 0.01 ของความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายนอก เมื่อนำความเร็วลมภายนอกที่เกิดขึ้นมาคูณกับพื้นที่หน้าตัด เพื่อหาปริมาณอากาศที่รั่วซึมเข้ามา ก็สามารถนำมาสรุปผลได้ดังแผนภูมิที่ 4.50 โดยมีอัตราการรั่วซึมเฉลี่ยประมาณ 0.01 CFMต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการคำนวณทางสถิติ โดยใช้วิธีการทางสมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง เพื่อทำนายค่าการรั่วซึมของอากาศที่เกิดขึ้นจากความเร็วลมภายนอก ซึ่งเมื่อนำข้อมูลจากสมการทั้งสองมาสร้างเป็นแผนภูมิที่ 4.52 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าการรั่วซึมที่วัดได้จริง จะพบว่า ค่าการรั่วซึมที่ทำนายได้จากสมการทั้งสอง มีความแตกต่างจากค่าการรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงมาก แต่เมื่อนำค่าการรั่วซึมทำนายในช่วงเวลาทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าค่าการรั่วซึมทำนายจากสมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรง มีค่าการรั่วซึมเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าการรั่วซึมเฉลี่ยของที่การรั่วซึมที่เกิดขึ้นจริงในการทดลอง

ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณการรั่วซึมของอากาศ เพื่อมาประเมินการใช้พลังงานตลอดทั้งปี โดยมีค่าเฉลี่ยใน 1 วันเป็นตัวแทนของเดือนนั้นๆ มาใช้ในการคำนวณ จึงเลือกใช้สมการถดถอยแบบเป็นเส้นตรง ซึ่งมีสมการดังนี้

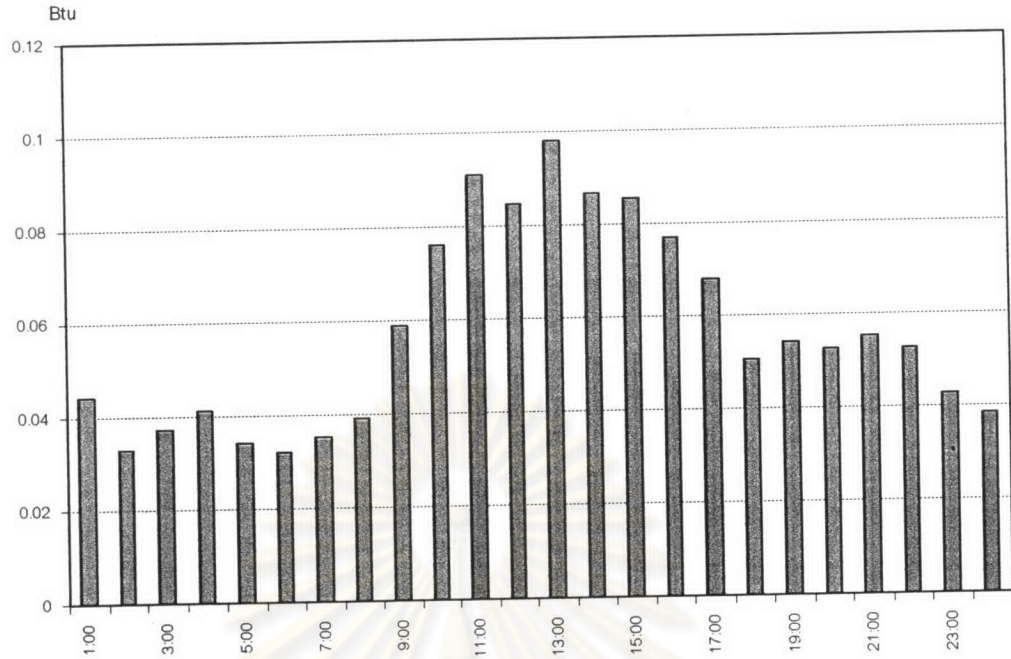
$$Y = 0.0001X + 0.0054 \quad , R^2 = 0.7059$$

โดย Y = ปริมาณการรั่วซึมของอากาศ (cfm)

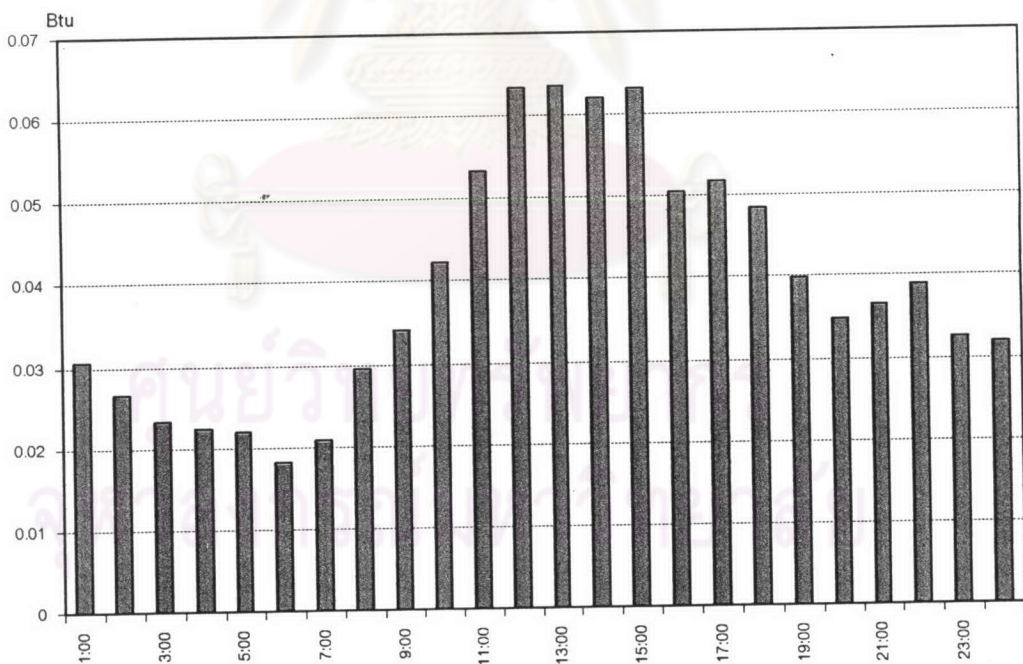
X = ความเร็วลมภายนอก (fpm)

Time	พลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังEIFS ทุกๆ ชั่วโมง ในเดือนต่างๆ (Btu./sq.m. hr.)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1:00	0.0443	0.0307	0.0497	0.0569	0.0436	0.0476	0.0416	0.0519	0.033	0.0338	0.0169	0.0224
2:00	0.033	0.0266	0.0371	0.0493	0.037	0.0366	0.0304	0.0377	0.0285	0.0312	0.0167	0.0177
3:00	0.0371	0.0232	0.0333	0.0473	0.036	0.0337	0.033	0.0365	0.0303	0.0314	0.0158	0.02
4:00	0.041	0.0224	0.0397	0.0577	0.033	0.0355	0.0352	0.0372	0.0345	0.0291	0.0172	0.0209
5:00	0.0343	0.022	0.0403	0.0424	0.0318	0.0284	0.0304	0.0335	0.0286	0.0269	0.0153	0.0143
6:00	0.0321	0.0182	0.0366	0.0375	0.0332	0.0355	0.0306	0.0324	0.0301	0.0267	0.0132	0.0128
7:00	0.0353	0.0208	0.0372	0.047	0.0438	0.0392	0.039	0.0443	0.0377	0.035	0.017	0.0173
8:00	0.0393	0.0295	0.054	0.0585	0.0585	0.0459	0.0529	0.0513	0.0446	0.0431	0.0253	0.0319
9:00	0.0588	0.0341	0.0617	0.0662	0.0747	0.0574	0.0571	0.0593	0.0547	0.0393	0.0299	0.0493
10:00	0.0762	0.0423	0.0763	0.0723	0.0813	0.0668	0.0729	0.07	0.0594	0.0616	0.0455	0.0594
11:00	0.0912	0.0533	0.0718	0.0872	0.0915	0.0862	0.0884	0.0863	0.0818	0.0622	0.0425	0.0663
12:00	0.0846	0.0634	0.0835	0.0903	0.0993	0.0822	0.0916	0.0931	0.0826	0.0615	0.0446	0.0685
13:00	0.0979	0.0636	0.0836	0.1	0.1088	0.095	0.0918	0.0917	0.0818	0.0616	0.0495	0.0765
14:00	0.0868	0.062	0.0843	0.1129	0.0931	0.0937	0.0908	0.0901	0.0818	0.0719	0.0539	0.077
15:00	0.0856	0.0631	0.0783	0.1018	0.0995	0.1013	0.0836	0.0997	0.0848	0.0739	0.0452	0.094
16:00	0.0768	0.0506	0.0821	0.0924	0.097	0.0989	0.0844	0.0814	0.085	0.0644	0.0398	0.0691
17:00	0.0678	0.0518	0.0682	0.0938	0.0879	0.0879	0.0867	0.0904	0.0675	0.059	0.0358	0.0674
18:00	0.0506	0.0484	0.0627	0.0943	0.0908	0.0751	0.0855	0.0731	0.0627	0.0448	0.0335	0.0375
19:00	0.054	0.0398	0.076	0.0764	0.062	0.062	0.0679	0.0634	0.0545	0.0524	0.0285	0.0409
20:00	0.0524	0.0348	0.0584	0.0726	0.0639	0.06	0.055	0.0641	0.0532	0.0377	0.0237	0.0361
21:00	0.0551	0.0365	0.0554	0.0615	0.0538	0.0546	0.0531	0.0564	0.0436	0.0387	0.0222	0.0318
22:00	0.0526	0.0391	0.0626	0.0698	0.0526	0.0524	0.0535	0.0477	0.0371	0.0407	0.0216	0.0351
23:00	0.0428	0.0325	0.0504	0.0589	0.0444	0.0424	0.045	0.0409	0.0358	0.0408	0.0193	0.0222
0:00	0.0385	0.0319	0.0522	0.0484	0.0407	0.0457	0.0436	0.0432	0.0334	0.0339	0.0211	0.0203

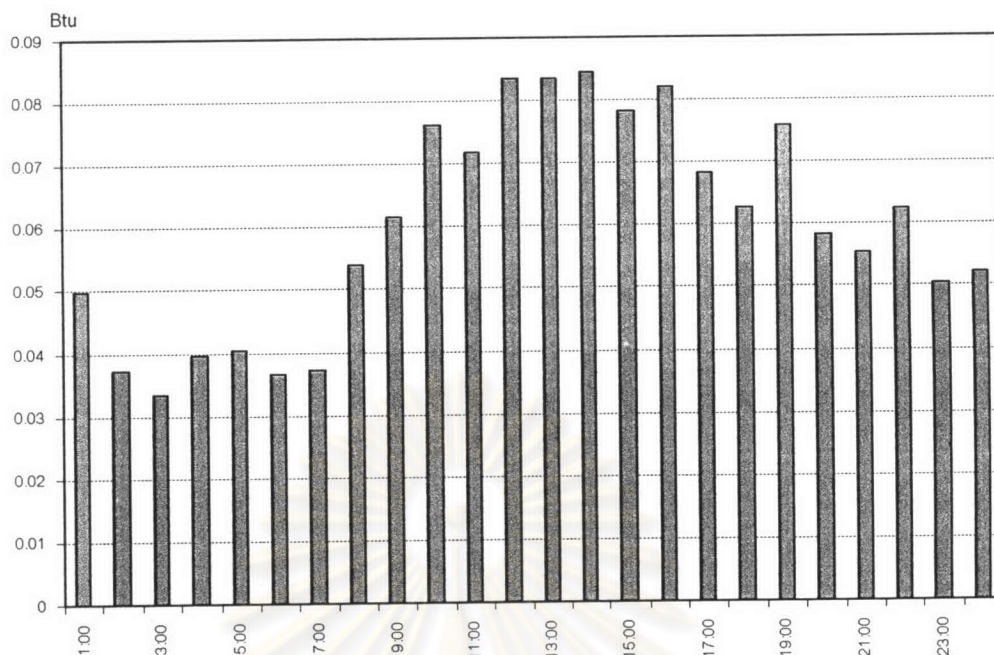
ตารางที่ 4.4 แสดงผลของการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) แต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ



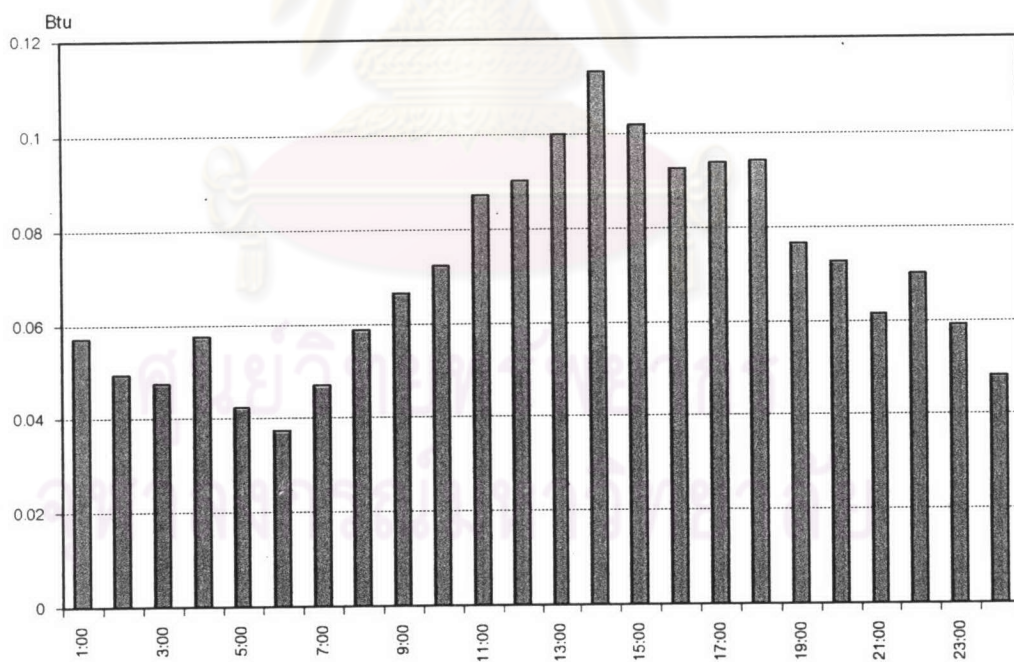
แผนภูมิที่ 4.53 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมกราคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



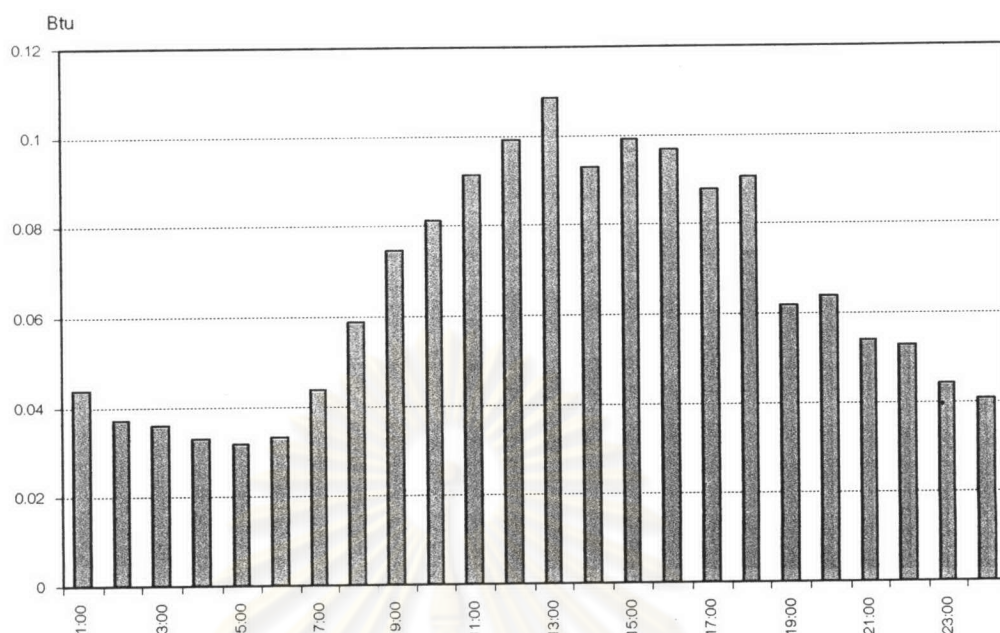
แผนภูมิที่ 4.54 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกุมภาพันธ์จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



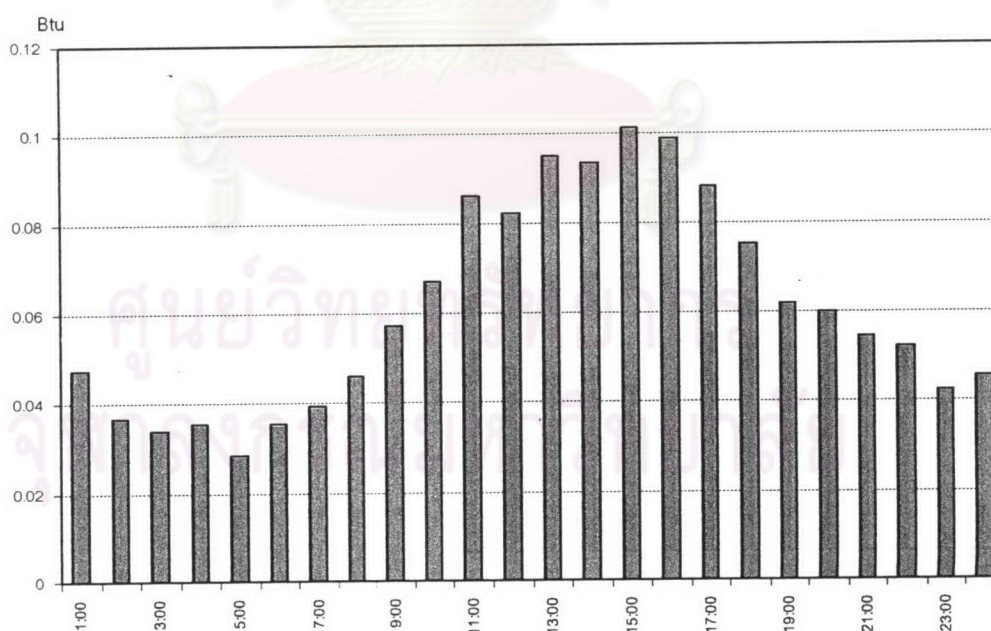
แผนภูมิที่ 4.55 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมีนาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



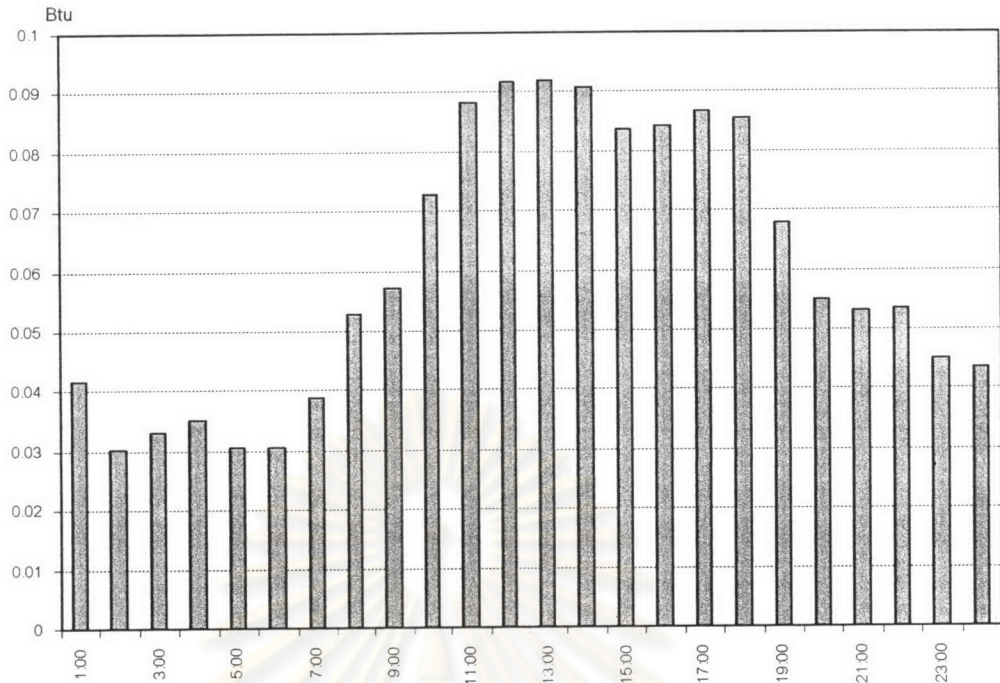
แผนภูมิที่ 4.56 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนเมษายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



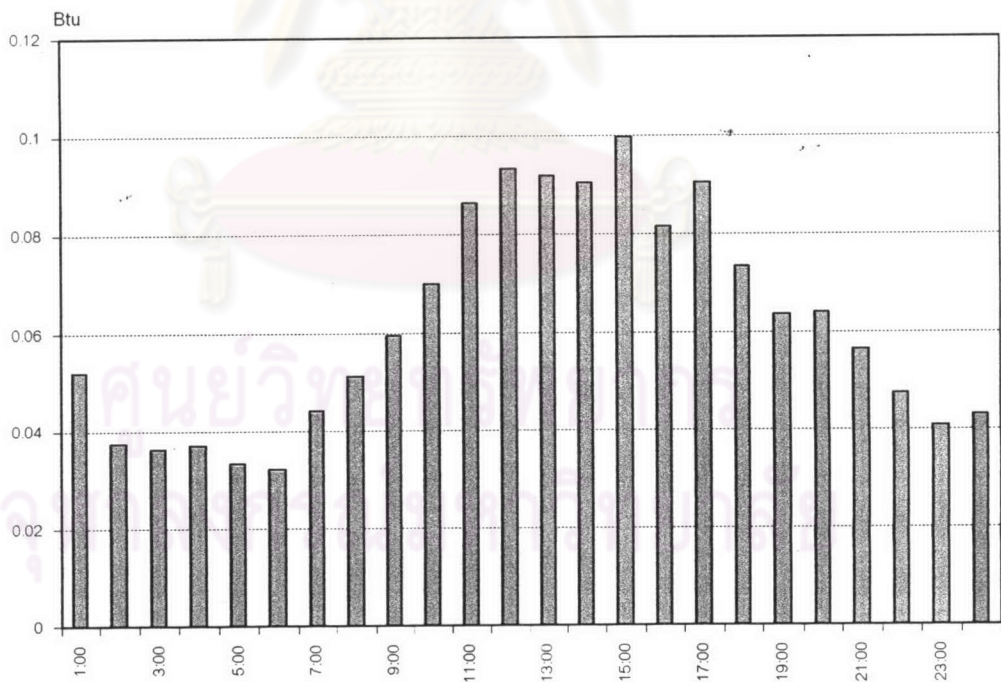
แผนภูมิที่ 4.57 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ดาวรวมเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนพฤษภาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



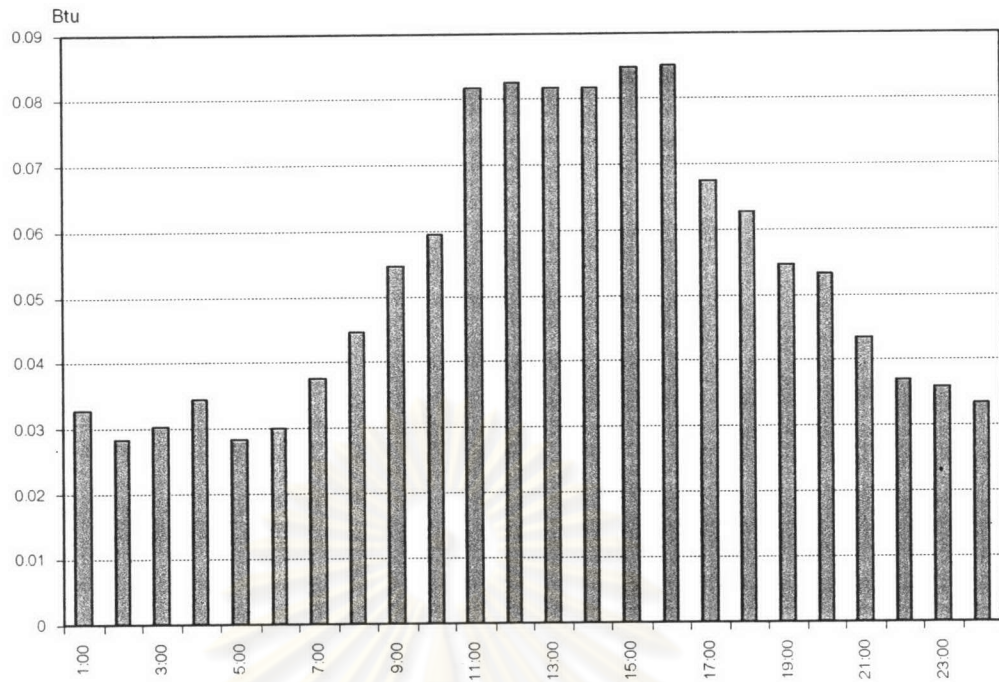
แผนภูมิที่ 4.58 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ดาวรวมเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนมิถุนายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



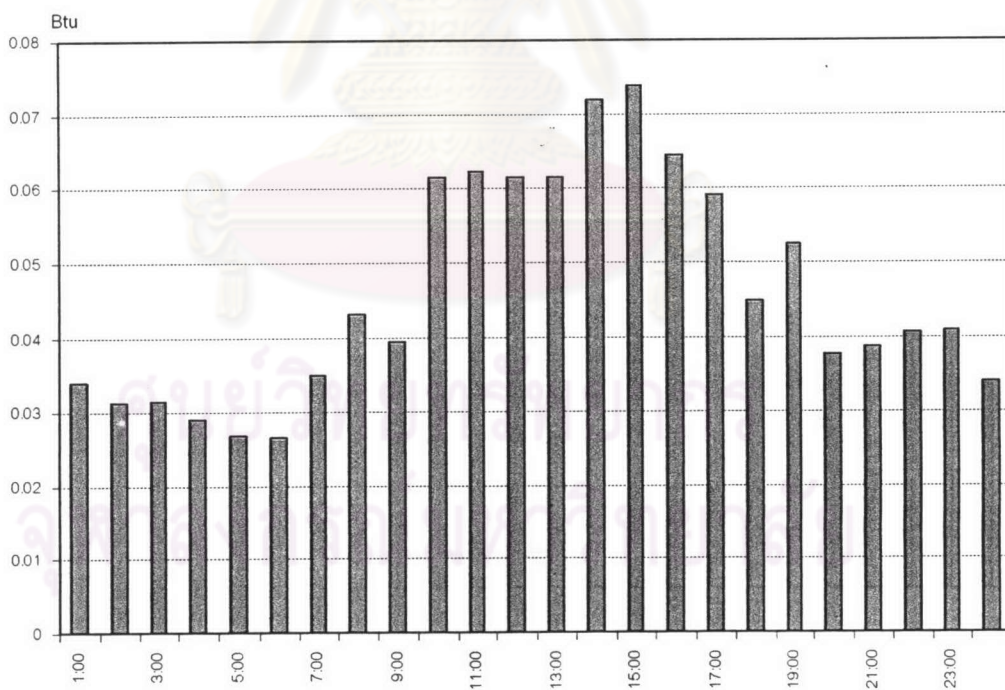
แผนภูมิที่ 4.59 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบขนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกรกฎาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



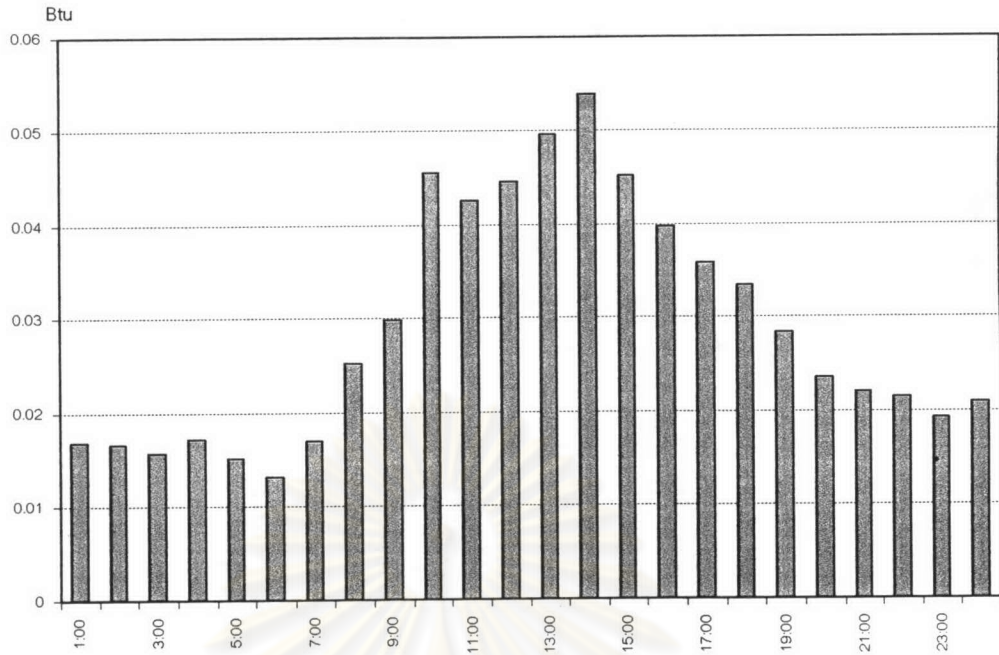
แผนภูมิที่ 4.60 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบขนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนสิงหาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



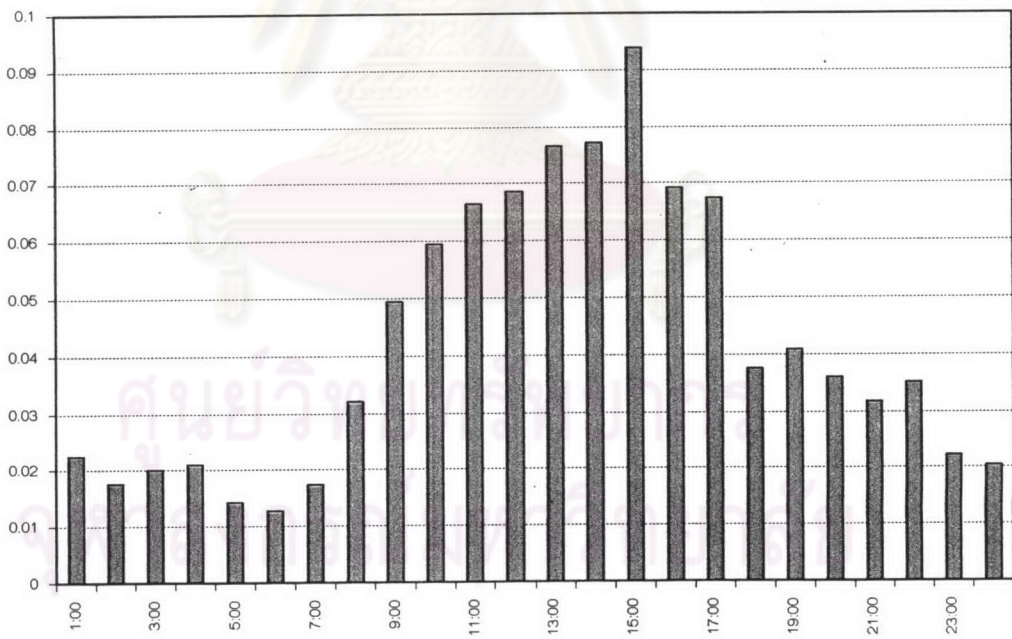
แผนภูมิที่ 4.61 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนกันยายนจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.62 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนตุลาคมจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

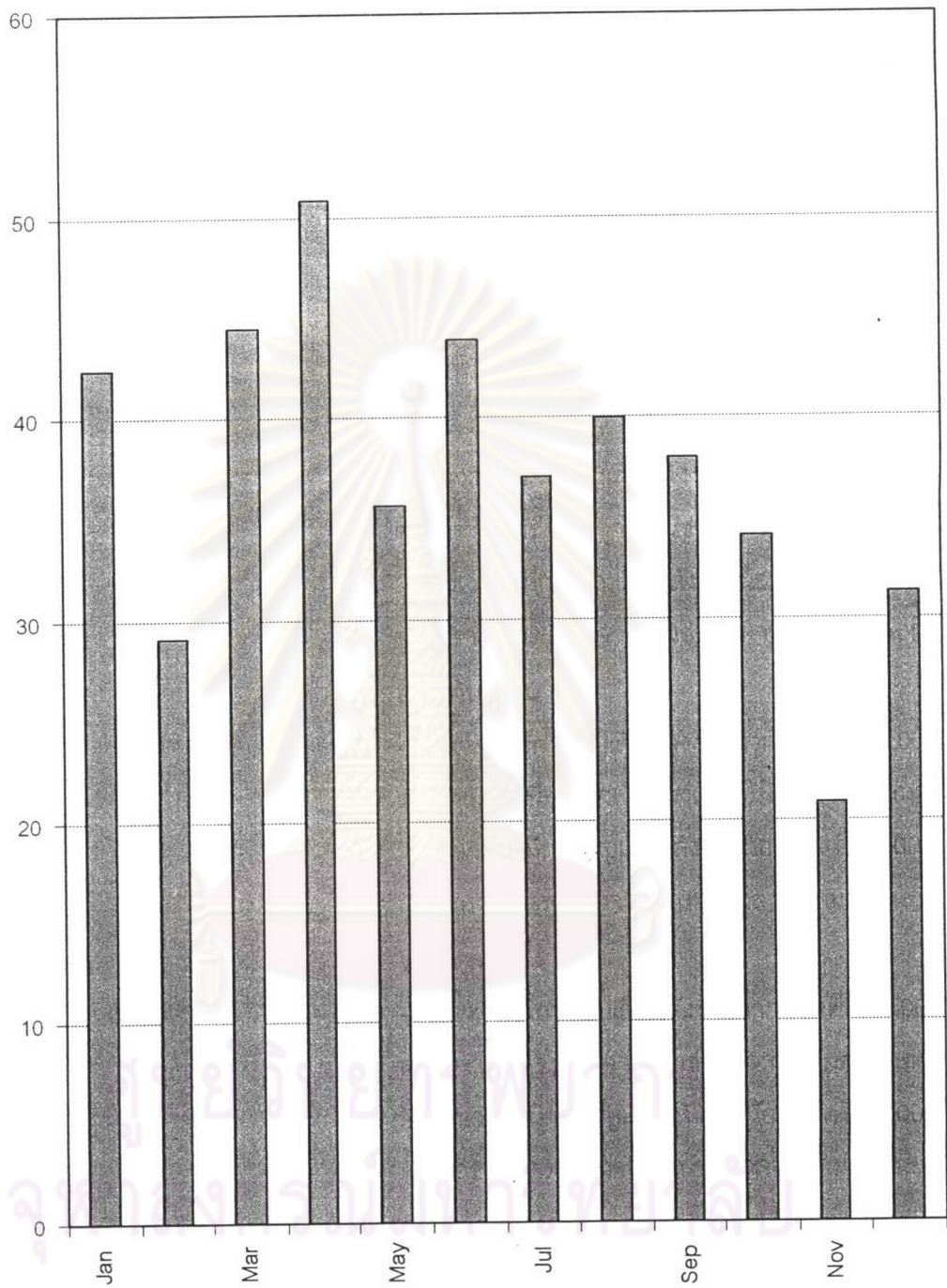


แผนภูมิที่ 4.63 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนจากพฤศจิกายนข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.64 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนจันวนาคมข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

(Btu.hr / sq.m. /month)



แผนภูมิที่ 4.65 แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตร ใน 1 เดือน ของเดือนต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

4.5.1 สรุปผลการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) แต่ละชั่วโมง ใน 1 วัน ของเดือนต่างๆ

จากการทดลองเมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศ พ.ศ. 2543 มาประเมินการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางรอยต่อของประตูกระจกบานเปิด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- เดือนมกราคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0979 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0321 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนกุมภาพันธ์
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0636 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0182 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนมีนาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 14.00 น. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0843 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 3.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0333 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนเมษายน
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 14.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.1129 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0375 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด
- เดือนพฤษภาคม
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.1088 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
 - ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 5.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0318 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มิลมภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

- เดือนธันวาคม

- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือ 15.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.094 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มวลภายนอกมากกระทำสูงที่สุด
- ช่วงเวลาที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ 6.00 น. มีค่าเท่ากับ 0.0128 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มวลภายนอกมากกระทำต่ำที่สุด

เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบช่วงเวลาต่างๆ ในแต่ละเดือนแล้ว พบว่า อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 8.00 – 18.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 286.301 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ในขณะที่อาคารที่มีการปรับอากาศในช่วงเวลา 19.00 – 6.00 น. จะสูญเสียพลังงานทั้งปีจากการรั่วซึมของอากาศเท่ากับ 173.088 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

จากข้อมูลในตารางที่ 4.4 เมื่อนำมาคิดเป็นพลังงานที่ต้องสูญเสียทั้งเดือน ของแต่ละเดือนแล้ว สามารถนำมาเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อของประตูกระจกบานเปิดขนาด 1 ตารางเมตร ในแต่ละเดือนได้ดังแผนภูมิที่ 4.65 โดยเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมมากที่สุดคือ เดือนเมษายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 50.859 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร และเดือนที่มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมน้อยที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีค่าการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 20.818 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

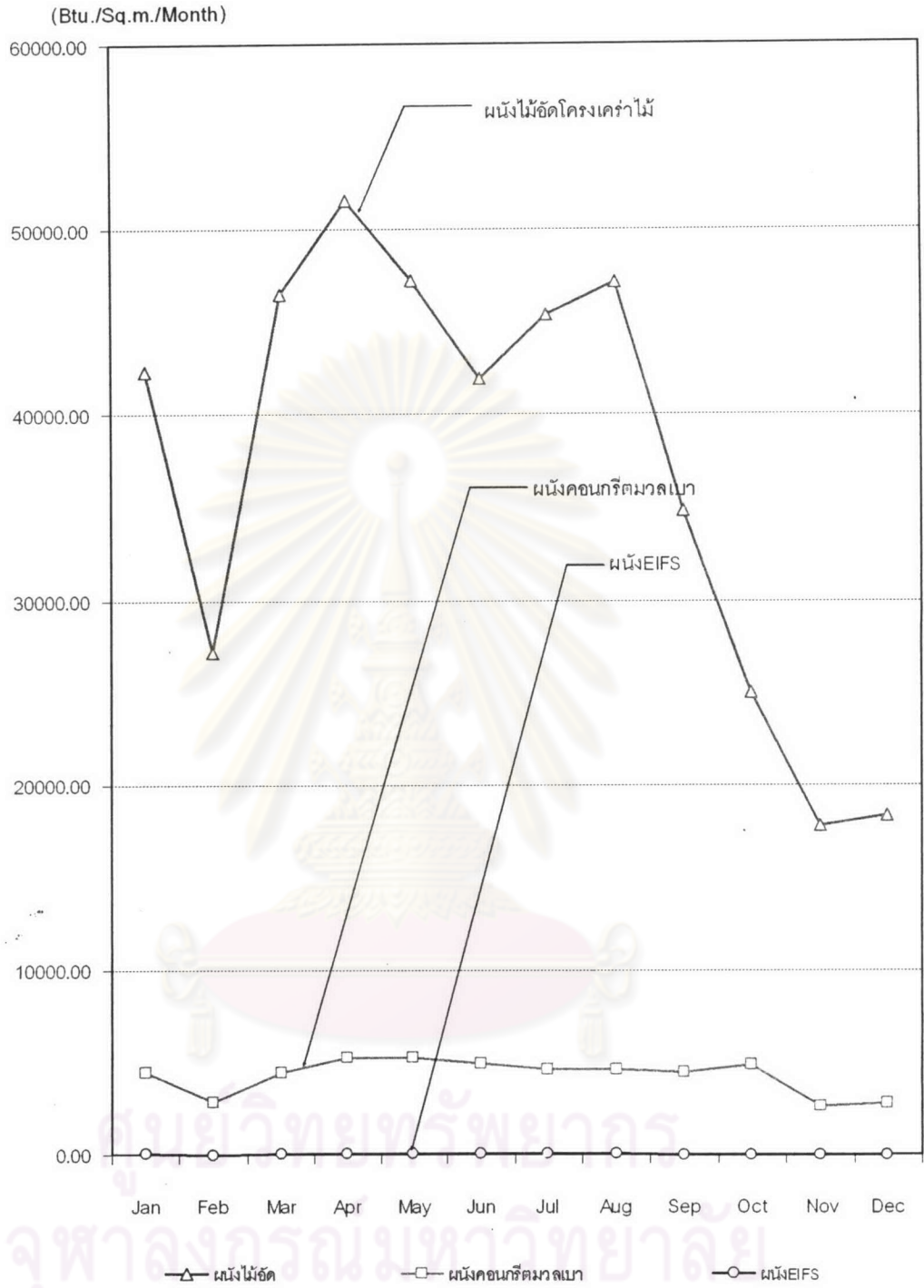
4.6 ผลสรุปการทดลองการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อประตูกระจกบานเปิด และผนังทดสอบประเภทต่าง ๆ

จากการศึกษาการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยต่อประตูกระจกบานเปิด ขนาด 4.18 ตารางเมตรพบว่า มีปริมาณการรั่วซึมของอากาศสูงมาก เนื่องจากรอยต่อเป็นช่องว่างที่ลมจากภายนอกสามารถเข้าสู่ภายในได้สะดวก และจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเร็วลมภายนอกที่มากระทบมีค่าสูง หรือมีการเปิดประตูภายในอาคารด้านตรงข้ามกับประตูทดลอง อีกทั้งขนาดและความยาวของรอยต่อก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณการรั่วซึมของอากาศ

ดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นของการวิจัยว่า พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในอาคารที่มีการปรับอากาศนั้น สูญเสียไปกับการลดความชื้นมากกว่ามากกว่าการลดอุณหภูมิให้กับอากาศภายในห้อง ดังนั้นการเลือกใช้ประตูกระจกบานเปิด หรือประตูที่มีช่องว่างเพื่อระบายอากาศ หรือประตูที่ไม่มีวงกบ ในอาคารที่มีการปรับอากาศ จะทำให้สูญเสียพลังงานในการปรับอากาศเป็นจำนวนมาก เมื่อเทียบกับประตูรูปแบบอื่นๆ ที่มีวงกบ เนื่องจากอากาศภายนอกสามารถรั่วซึมเข้าสู่ภายในอาคาร ในปริมาณที่สูงมาก

จากการศึกษาการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังระบบฉนวนกันความร้อน(EIFS) ขนาด 1 ตารางเมตรพบว่า ผนังระบบฉนวนกันความร้อน(EIFS) มีปริมาณการรั่วซึมของอากาศภายนอกที่น้อยมาก คือ 0.01 CFM ลำดับต่อมาได้แก่ผนังคอนกรีตมวลเบา และผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ โดยผนังแต่ละประเภทที่ทำการศึกษานี้มีมวลสารที่แตกต่างกัน และระบบการก่อสร้างที่ต่างกัน ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณการรั่วซึมของอากาศมากน้อยต่างกันด้วย ผนังระบบฉนวนกันความร้อน(EIFS) มีปริมาณการรั่วซึมของอากาศน้อย เนื่องจากใช้ฉนวนที่มีลักษณะเป็นเซลล์กึ่งปิด ติดตั้งไว้ที่ด้านนอกอาคารจึงป้องกันการรั่วซึมได้ดีกว่าผนังประเภทอื่นๆ

เมื่อนำผนังทั้งสามประเภทนี้ มาเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานในแต่ละเดือนจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543 สามารถนำมาแสดงผลได้ดังแผนภูมิที่ 4.66 ในหน้าถัดไป จากแผนภูมินี้แสดงให้เห็นว่า ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศน้อยมากเมื่อเทียบกับผนังประเภทอื่นๆ และเมื่อคิดเป็นพลังงานทั้งปีแล้ว มีค่าเท่ากับ 472.03 บีทียูต่อปีต่อตารางเมตร



แผนภูมิที่ 4.66 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางผนังประเภทต่างๆ ที่มีพื้นที่ 1 ตารางเมตร ในแต่ละเดือนจากข้อมูลภูมิอากาศปี พ.ศ. 2547

4.7 การกำหนดค่าระดับในการประเมิน

ในการสร้างแบบประเมินการรั่วซึมของอากาศผ่านประตู-หน้าต่าง และผนังของอาคารพักอาศัยที่มีการปรับอากาศนั้น จำเป็นต้องกำหนดค่าระดับของตัวแปรที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินเสียก่อน โดยการกำหนดค่าระดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการรั่วซึมของอากาศนั้น พิจารณาจากปริมาณพลังงานที่ต้องสูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านตัวแปรต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งการกำหนดค่าระดับในการประเมิน ได้ตามประเภทของตัวแปรดังนี้

1. การกำหนดค่าระดับในการประเมินการรั่วซึมผ่านทางประตู-หน้าต่าง
2. การกำหนดค่าระดับในการประเมินการรั่วซึมผ่านทางผนัง

โดยค่าระดับของตัวแปรแต่ละประเภทนั้น แบ่งออกเป็น 5 ระดับด้วยกันดังนี้

- ระดับ 1 ปริมาณการรั่วซึมของอากาศมากที่สุด
- ระดับ 2 ปริมาณการรั่วซึมของอากาศมาก
- ระดับ 3 ปริมาณการรั่วซึมของอากาศปานกลาง
- ระดับ 4 ปริมาณการรั่วซึมของอากาศน้อย
- ระดับ 5 ปริมาณการรั่วซึมของอากาศน้อยที่สุด

4.8 การกำหนดค่าระดับในการประเมินการรั่วซึมผ่านทางประตู-หน้าต่าง

จากการวิจัยพบว่า การรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารผ่านทางประตู-หน้าต่างนั้น การรั่วซึมของอากาศส่วนใหญ่ มักรั่วซึมผ่านทางรอยต่อขอบวงกบประตู-หน้าต่าง และรอยต่อระหว่างบานกรอบและวงกบของประตู-หน้าต่าง ซึ่งลักษณะการเปิด-ปิดของประตู-หน้าต่าง มีผลต่อรอยต่อระหว่างบานกรอบและวงกบ เช่น ประตูบานเปิดไม้ จะมีการบังใบที่วงกบ เพื่อป้องกันการรั่วซึมของฝน ทั้งยังช่วยลดปริมาณการรั่วซึมของอากาศภายนอกด้วย

จากการศึกษาการรั่วซึมของอากาศผ่านทางประตู-หน้าต่างในงานวิจัยข้างต้น สามารถแบ่งรูปแบบประตู-หน้าต่างที่มีการรั่วซึมจากมากไปน้อย ตามลำดับได้ดังนี้

1. ประตูกระจกบานเปิด(ไม่มีวงกบ)
2. หน้าต่างบานเกล็ด(ขณะปิด)
3. ประตู-หน้าต่างบานเปิด(ขณะปิด)
4. ประตู-หน้าต่างบานเลื่อน(ขณะปิด)
5. ช่องแสงบานติดตาย

โดยประตู-หน้าต่างทั้ง 5 ประเภทนี้ สามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยข้างต้น มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ต้องสูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศทั้งปี โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศกรุงเทพฯ พ.ศ. 2543 ได้ และสมการที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการรั่วซึมของอากาศของประตู-หน้าต่างในลำดับที่ 2-5 นั้นมาจากงานวิจัยของ ศศิน วิบูลย์บัณฑิตยกิจ ซึ่งสมการดังกล่าวมีดังนี้

สมการคำนวณสำหรับหน้าต่างบานเกล็ด(ขณะปิด)

$$Y = -0.004X^2 + 1.0501X - 6.473$$

หรือเมื่อเป็นสมการที่ใช้สำหรับพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = -0.0021X^2 + 0.5609X - 3.4580$$

สมการคำนวณสำหรับประตู-หน้าต่างบานเปิด(ขณะปิด)

$$Y = -9E-05X^2 + 0.5566X + 6.0044$$

หรือเมื่อเป็นสมการที่ใช้สำหรับพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = -5E-05X^2 + 0.2973X + 3.2075$$

สมการคำนวณสำหรับประตู-หน้าต่างบานเลื่อน(ขณะปิด)

$$Y = 3E-06X^2 - 0.0011X + 19.668$$

หรือเมื่อเป็นสมการที่ใช้สำหรับพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = 2E-06X^2 - 0.0006X + 10.506$$

สมการคำนวณสำหรับช่องแสงบานติดตาย

$$Y = -6E-06X^2 + 0.0003X + 19.551$$

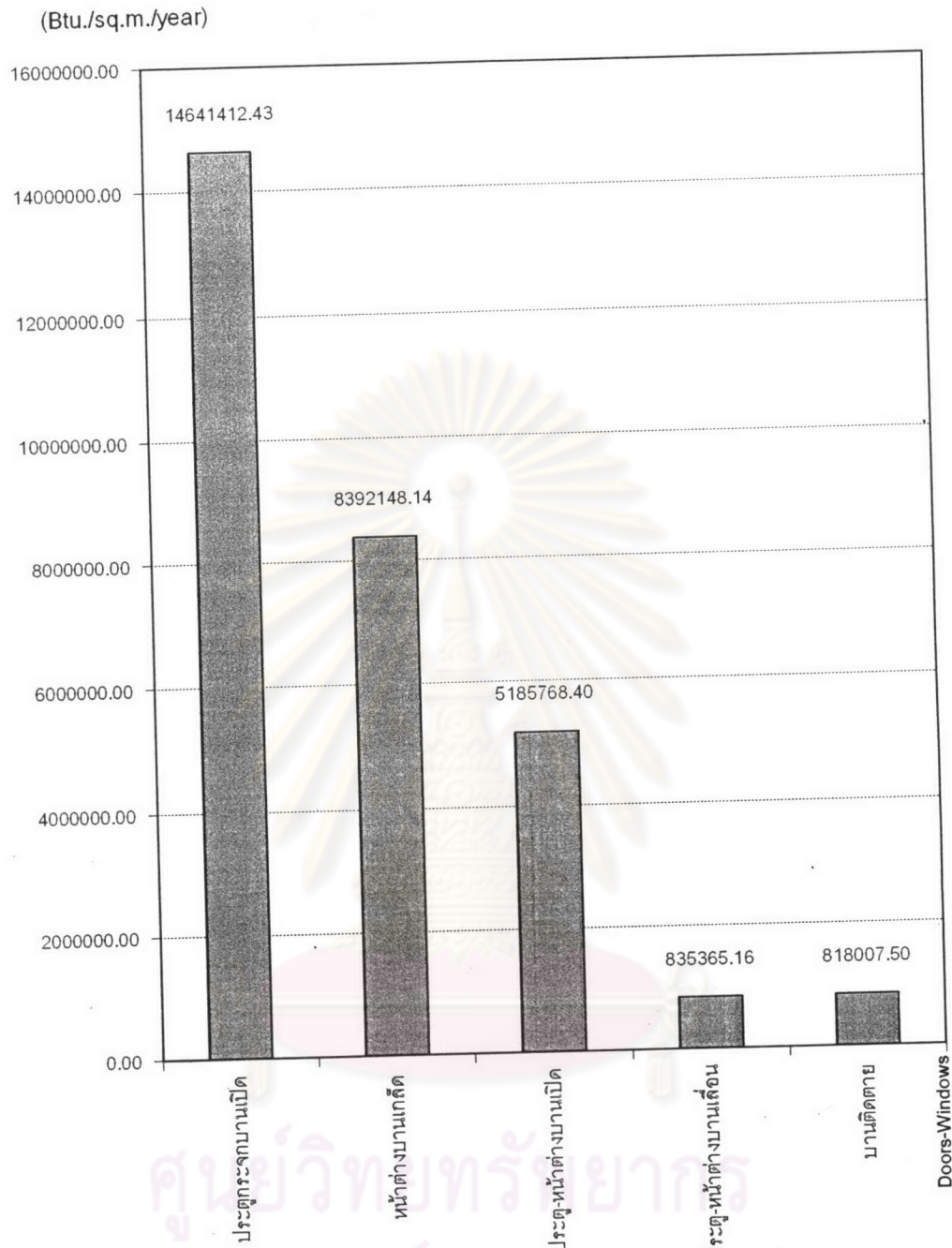
หรือเมื่อเป็นสมการที่ใช้สำหรับพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = -3E-06X^2 + 0.0002X + 10.444$$

เมื่อนำข้อมูลความเร็วลมภายนอกจากภูมิอากาศของกรุงเทพฯ พ.ศ. 2543 มาคำนวณในสมการเหล่านี้แล้ว ก็สามารถนำค่าการรั่วซึมที่คำนวณได้ มาคำนวณหาปริมาณการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอาคารทั้งปีต่อไป ซึ่งเมื่อคำนวณได้แล้วสามารถนำมาแสดงผลได้ดังแผนภูมิที่ 4.67 ในหน้าถัดไป



ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.67 แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ประตู-หน้าต่างประเภทต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

จากแผนภูมิที่ 4.67 พบว่า ประตูกระจกบานเปิด มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศตลอดทั้งปีมากที่สุด ลำดับต่อมาได้แก่ หน้าต่างบานเกล็ด(ขณะปิด) ประตูหน้าต่างบานเปิด ประตูหน้าต่างบานเลื่อน และช่องแสงบานติดตาย เนื่องจากอากาศภายนอกสามารถรั่วซึมเข้าสู่ภายในได้ดี เมื่อรอยต่อขอบวงกบของประตู-หน้าต่างมีช่องว่าง ที่ง่ายต่อการรั่วซึม เช่น ประตูกระจกบานเปิด ที่มีรอยต่อระหว่างบานประตูกับขั้วทางเข้าหรือผนัง กว้างประมาณ 0.5 - 1.0 ซม. การสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศจึงมากกว่าประตู-หน้าต่างประเภทอื่นๆ

เมื่อนำประเภทประตู-หน้าต่างข้างต้น มากำหนดค่าระดับการประเมินการรั่วซึม ตามระดับที่กำหนดไว้ สามารถจัดลำดับได้ดังนี้

ประเภทประตู-หน้าต่าง	ค่าระดับ	พลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึม(Btu/hr./sq.m.)
ประตูกระจกบานเปิด	1	1666.83
หน้าต่างบานเกล็ด	2	955.39
ประตู-หน้าต่างบานเปิด	3	590.37
ประตู-หน้าต่างบานเลื่อน	4	95.10
บานติดตาย	5	93.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.9 การกำหนดค่าระดับในการประเมินการรั่วซึมผ่านทางผนัง

จากการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารผ่านทางผนังนั้น ส่วนใหญ่มีการรั่วซึมผ่านทางรอยต่อของวัสดุที่นำมาใช้เป็นผนัง เช่น ผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด ผนังไม้อัด เป็นต้น ผนังประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นผนังโครงคร่าวไม้ หรือโครงคร่าวเหล็ก และมีมวลสารน้อย ตรงกลางระหว่างผนังด้านนอกกับผนังด้านใน เป็นช่องว่างอากาศ ที่อากาศสามารถผ่านเข้ามาได้

อีกปัจจัยหนึ่งคือความพรุนของเนื้อวัสดุที่นำมาใช้เป็นผนัง ถ้าวัสดุนั้นมีความพรุนมาก เนื้อวัสดุนั้นก็จะมีโพรงอากาศมาก ทำให้การรั่วซึมของอากาศจะมากกว่าวัสดุที่เซลล์กึ่งปิดหรือปิด คือเนื้อวัสดุอยู่ชิดกันมากจนไม่เกิดช่องว่างในเนื้อวัสดุ และผนังที่ใช้วัสดุนี้เพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้แก่ ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก

จากการศึกษาการรั่วซึมของอากาศผ่านผนังในงานวิจัยข้างต้น สามารถแบ่งรูปแบบผนังที่มีการรั่วซึมจากมากไปน้อย ตามลำดับได้ดังนี้

1. ผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด
2. ผนังโครงคร่าวไม้บุผิวไม้อัดทั้ง 2 ด้าน
3. ผนังคอนกรีตมวลเบา
4. ผนังก่ออิฐ
5. ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS)

โดยผนังทั้ง 5 ประเภทนี้ สามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยข้างต้น มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ต้องสูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศทั้งปี โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศกรุงเทพฯ พ.ศ. 2543 ได้ และสมการที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการรั่วซึมของอากาศของผนังในลำดับที่ 1 และ 4 นั้นมาจากงานวิจัยของ ศศิน วิบูลย์บัณฑิตยกิจ ซึ่งสมการดังกล่าวมีดังนี้

สมการคำนวณสำหรับผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด

เนื่องจากลักษณะของผนังไม้ตีซ้อนเกล็ดมีความคล้ายกับหน้าต่างบานเกล็ดที่ซ้อนทับกัน ดังนั้นการรั่วซึมของอากาศจึงไม่แตกต่างกันมากนัก จึงนำสมการของหน้าต่างบานเกล็ดมาใช้คำนวณเพื่อหาค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านทางผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด

$$Y = -0.004X^2 + 1.0501X - 6.473$$

หรือเมื่อเป็นสมการที่ใช้สำหรับพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = -0.0021X^2 + 0.5609X - 3.4580$$

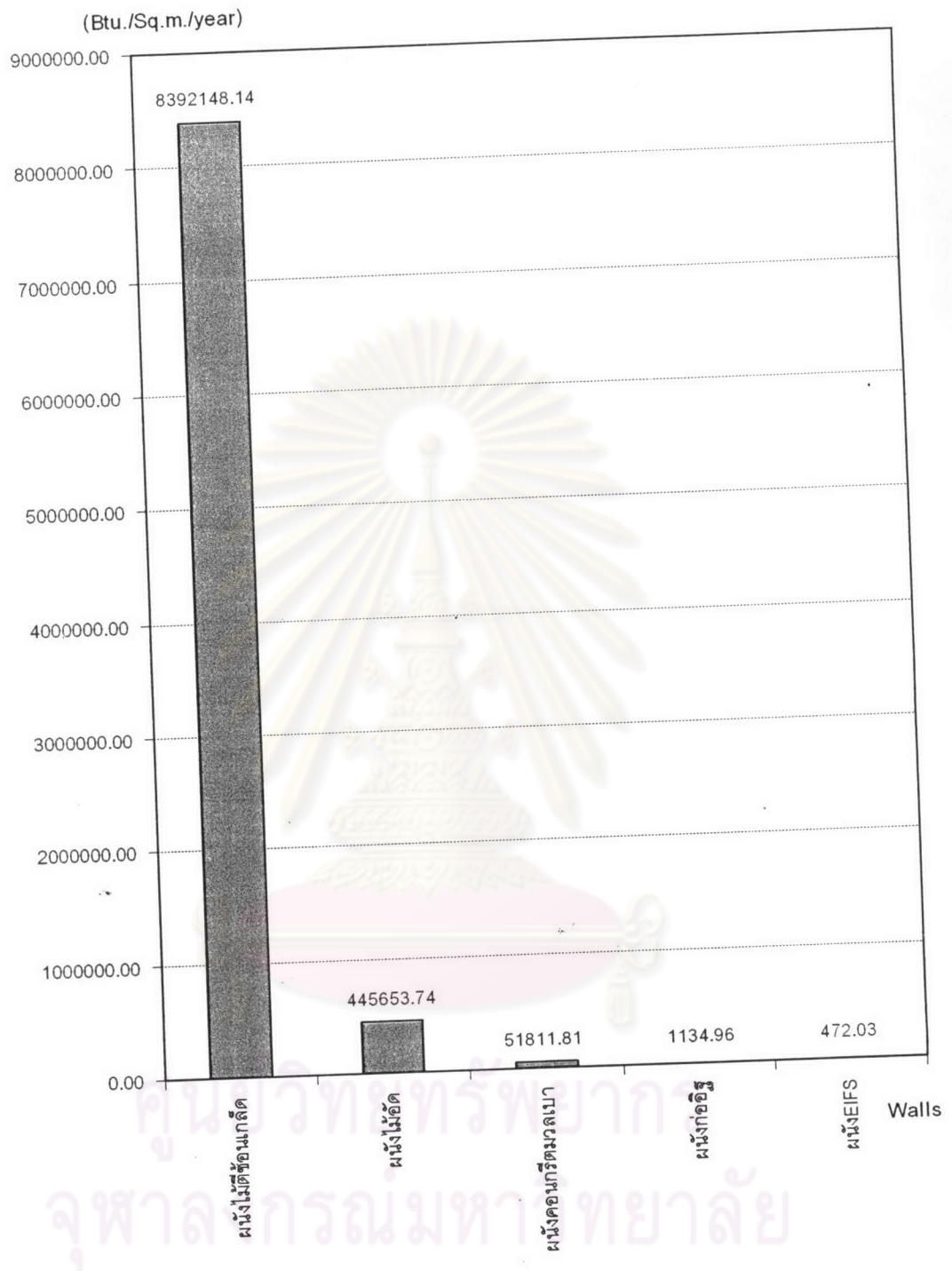
สมการคำนวณผนังก่ออิฐ

สมการที่ใช้สำหรับพื้นที่ 1 ตารางเมตร จะมีค่าเท่ากับ

$$Y = 8E-10X^3 - 7E-07X^2 + 0.0002X + 0.0162$$

เมื่อนำข้อมูลความเร็วลมภายนอกจากภูมิอากาศของกรุงเทพฯ พ.ศ. 2543 มาคำนวณในสมการเหล่านี้แล้ว ก็สามารถนำค่าการรั่วซึมที่คำนวณได้ มาคำนวณหาปริมาณการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศทั้งปีต่อไป ซึ่งเมื่อคำนวณได้แล้วสามารถนำมาแสดงผลได้ดังแผนภูมิที่ 4.68 ในหน้าถัดไป

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4.68 แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางผนังประเภทต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

จากแผนภูมิที่ 4.68 พบว่า ผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด มีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศตลอดทั้งปีมากที่สุด ลำดับต่อมาได้แก่ ผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้ ผนังคอนกรีตมวลเบา ผนังก่ออิฐ และผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) ดังนั้นการเลือกใช้ผนังไม้ตีซ้อนเกล็ดในอาคารพักอาศัยที่มีการปรับอากาศ จึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรทำอย่างยิ่ง เนื่องจากผนังอาคารมีรอยต่อเป็นจำนวนมาก ซึ่งอากาศภายนอกสามารถรั่วซึมเข้าสู่ภายในได้ดี ในการป้องกันการรั่วซึมของอากาศผ่านทางผนังนั้น ควรใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS) เป็นผนังอาคาร เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศที่น้อยมากๆ เมื่อเทียบกับผนังทั้งหมด

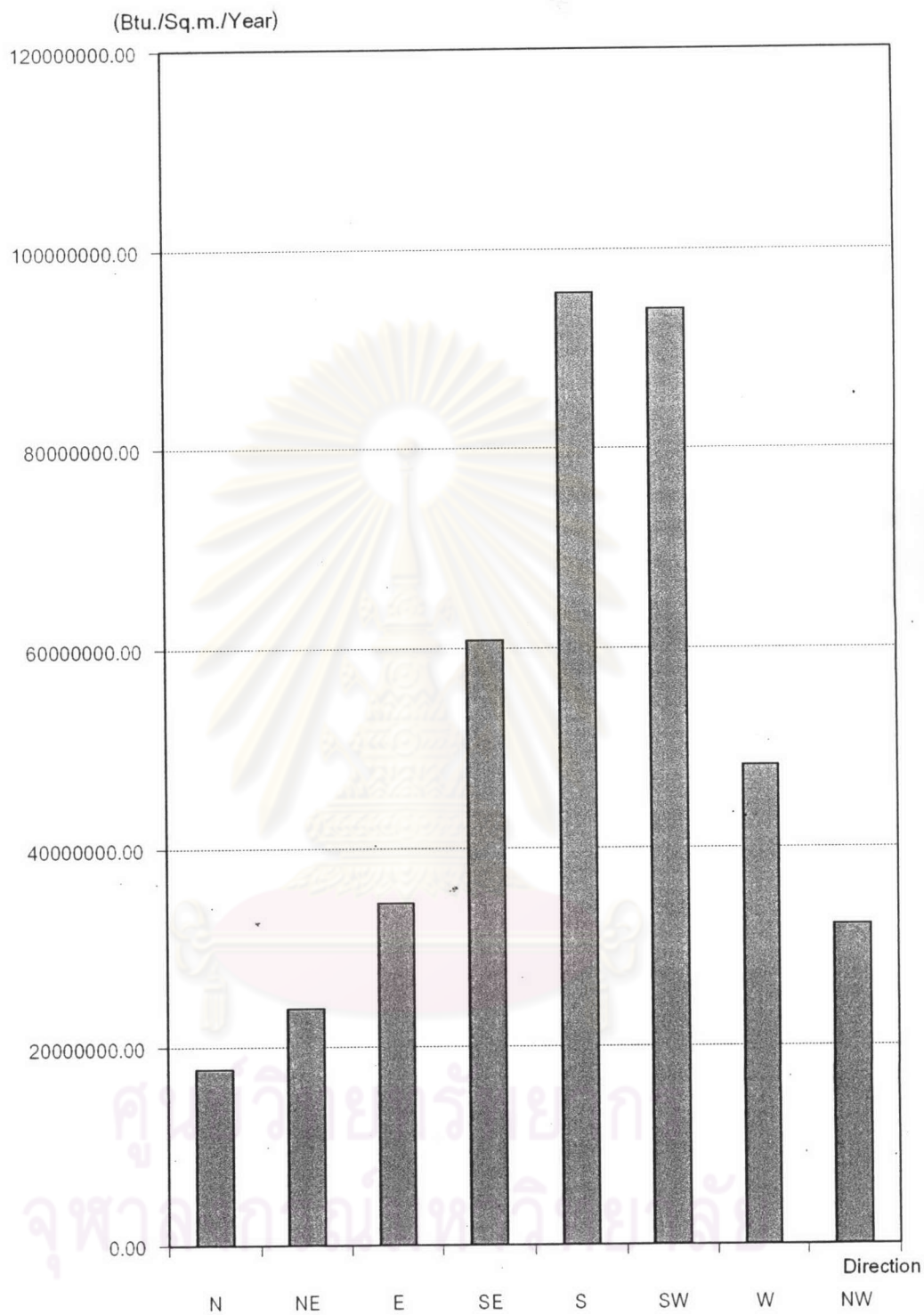
เมื่อนำผนังประเภทต่างๆ ข้างต้น มากำหนดค่าระดับการประเมินการรั่วซึม ตามระดับที่กำหนดไว้ สามารถจัดลำดับได้ดังนี้

ประเภทผนัง	ค่าระดับ	พลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึม(Btu/hr./sq.m.)
ผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด	1	955.39
ผนังไม้อัดโครงเคร่าไม้(ไม้อัด 2 ด้าน)	2	50.73
ผนังคอนกรีตมวลเบา	3	5.9
ผนังก่ออิฐ	4	0.13
ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก(EIFS)	5	0.05

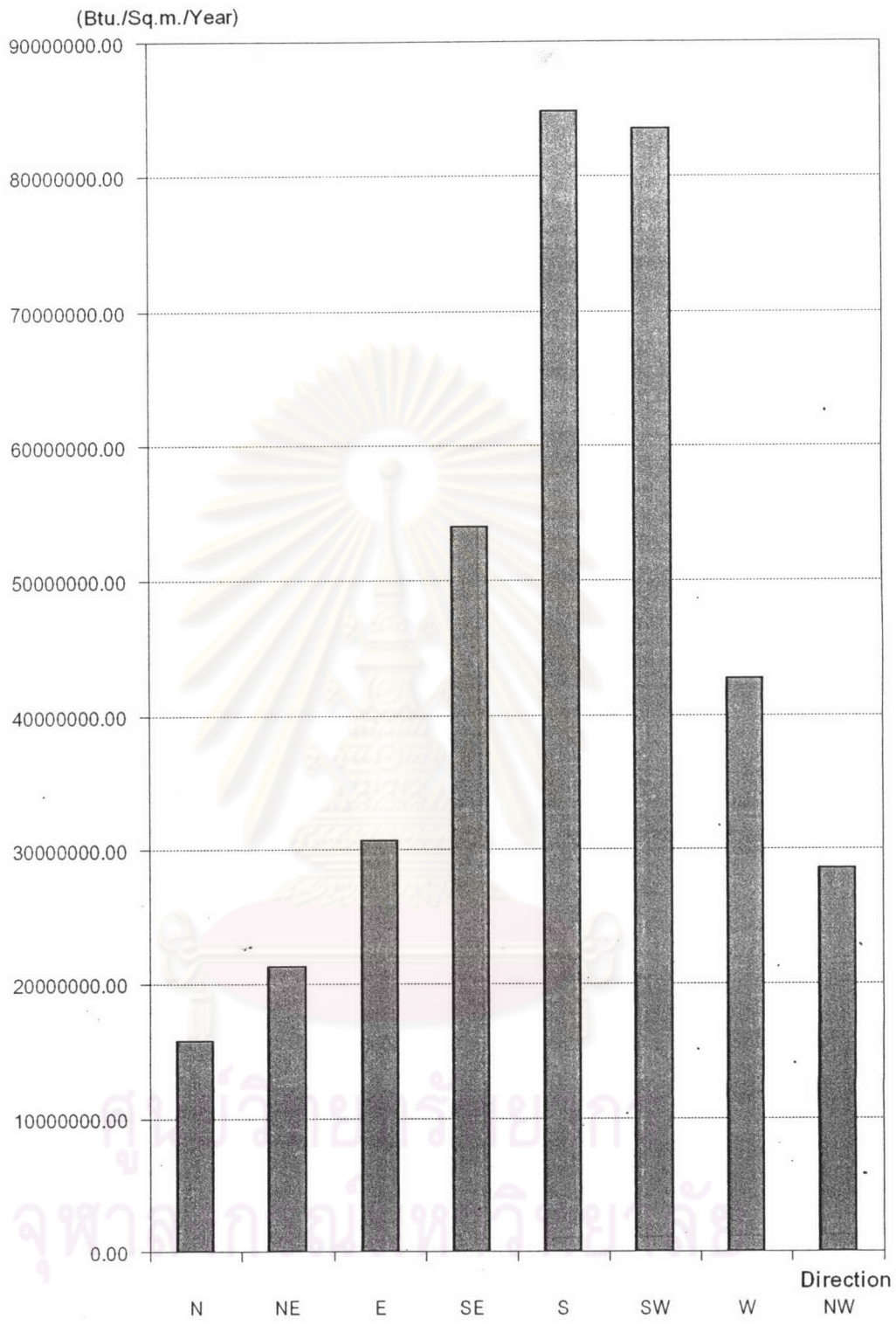
4.10 อิทธิพลของลมในทิศต่างๆ

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาในงานวิจัยข้างต้น พบว่า ปริมาณการรั่วซึมของอากาศจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วลมภายนอก ถ้าความเร็วลมภายนอกมาก การรั่วซึมก็จะมากตามไปด้วย ดังนั้นทิศทางของลมจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการรั่วซึมของอากาศ จากการศึกษาของ ศศิน วิบูลบัณฑิตยกิจ (พ.ศ. 2543) พบว่า ลมจากทิศใต้มีอิทธิพลต่อการรั่วซึมของอากาศสูงสุด ส่วนทิศที่มีอิทธิพลต่อการรั่วซึมของอากาศน้อยสุดคือ ทิศเหนือ

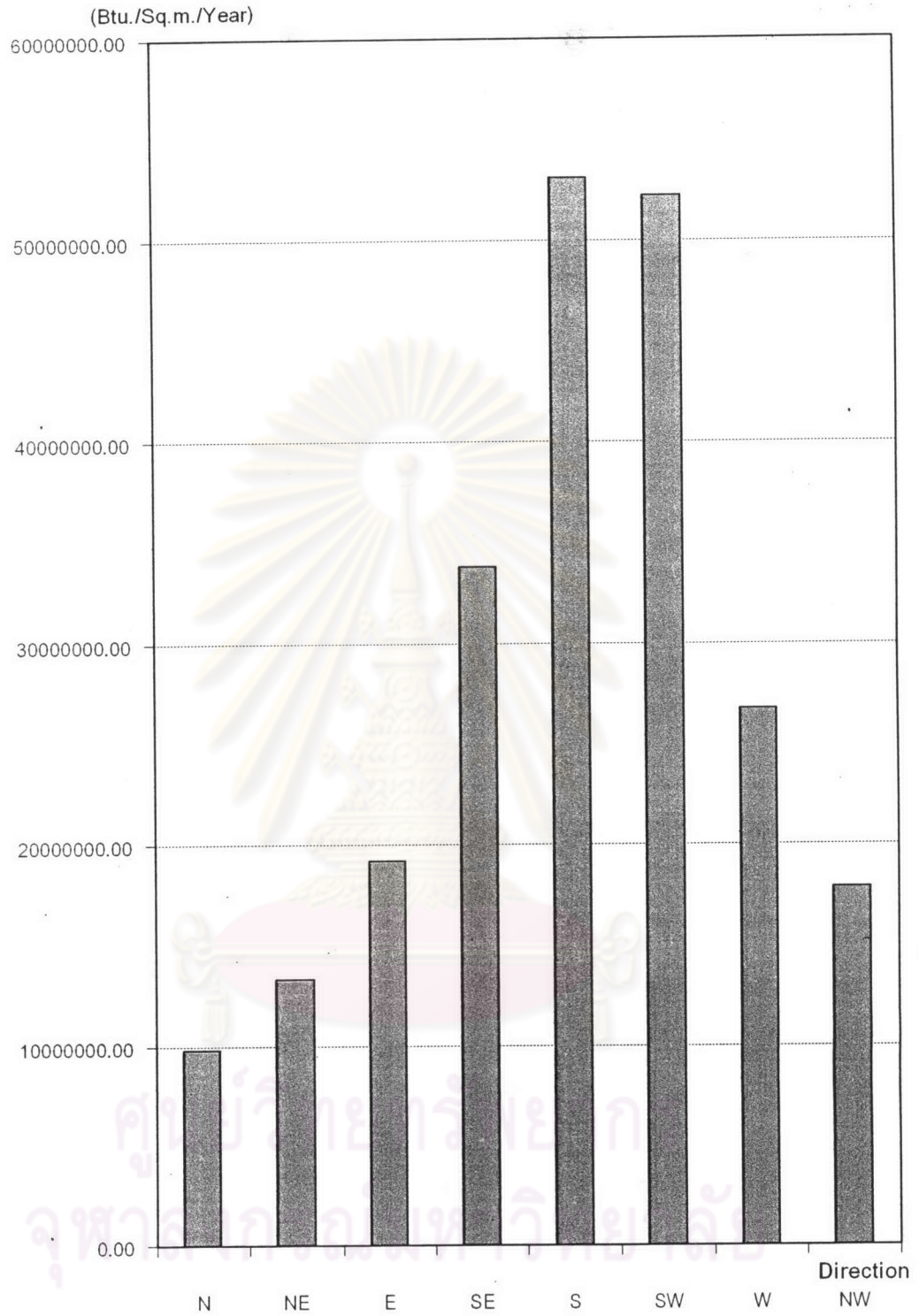
เมื่อนำข้อมูลความเร็วลมในแต่ละทิศของภูมิอากาศกรุงเทพ พ.ศ. 2543 มาคำนวณโดยใช้สมการต่างๆ ข้างต้น เพื่อหาปริมาณพลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านประตูหน้าต่าง และผนังประเภทต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาแสดงผลได้ดังแผนภูมิดังต่อไปนี้



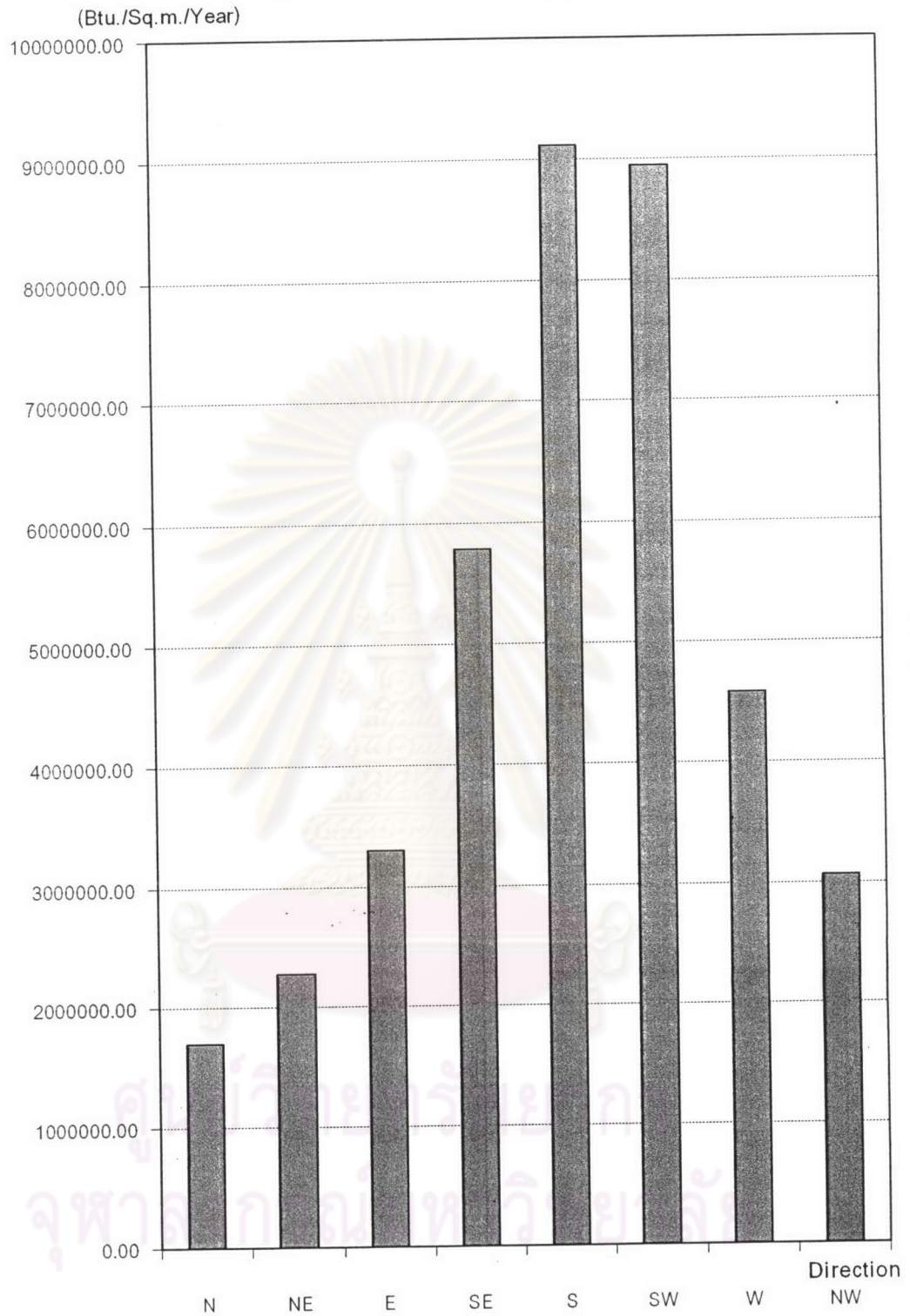
แผนภูมิที่ 4.69 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านรอยต่อประตูกระจกขนาด 1 ตารางเมตร
ในทิศทางต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



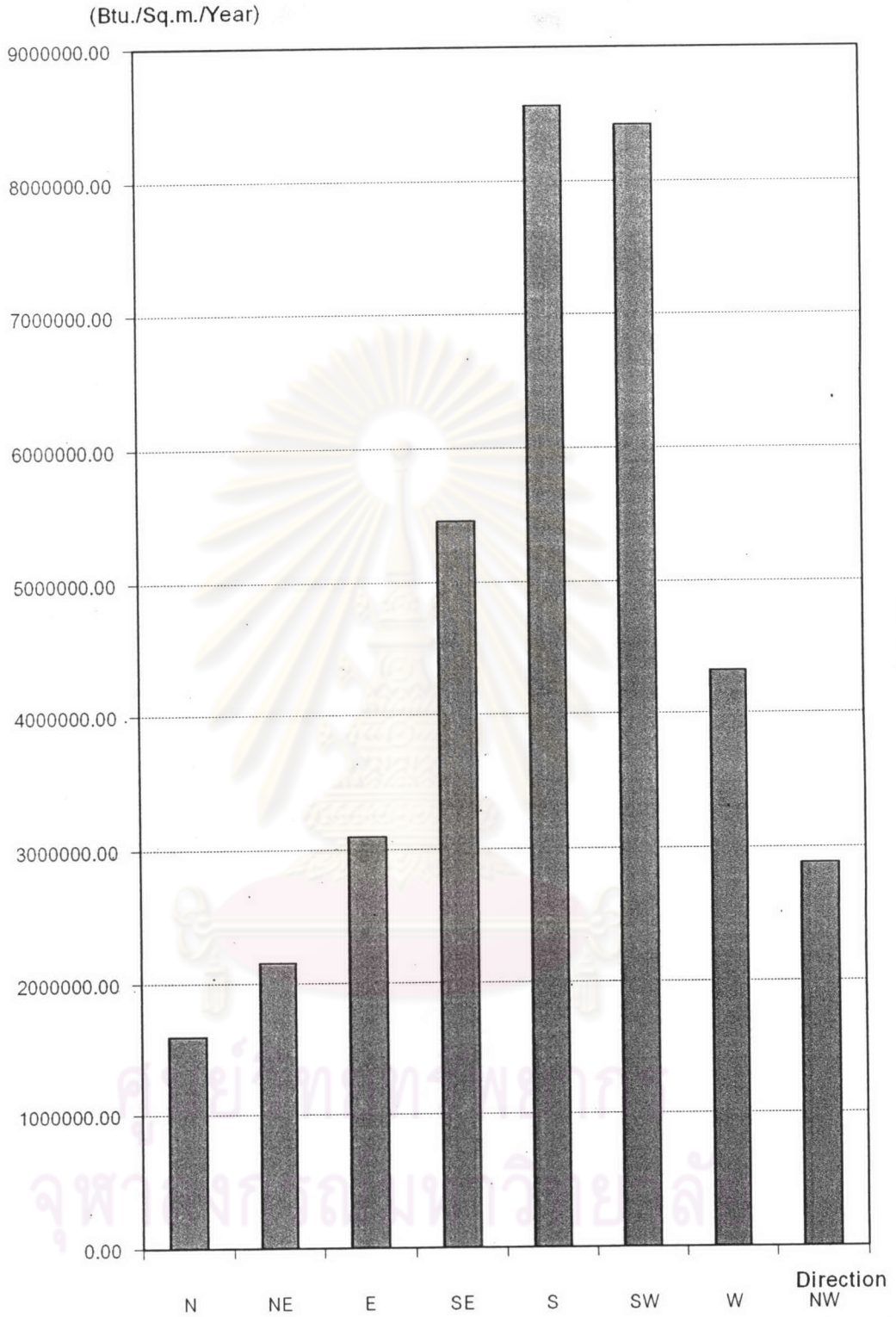
แผนภูมิที่ 4.70 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านหน้าต่างบานเกล็ดขนาด 1 ตารางเมตร ในทิศทางต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



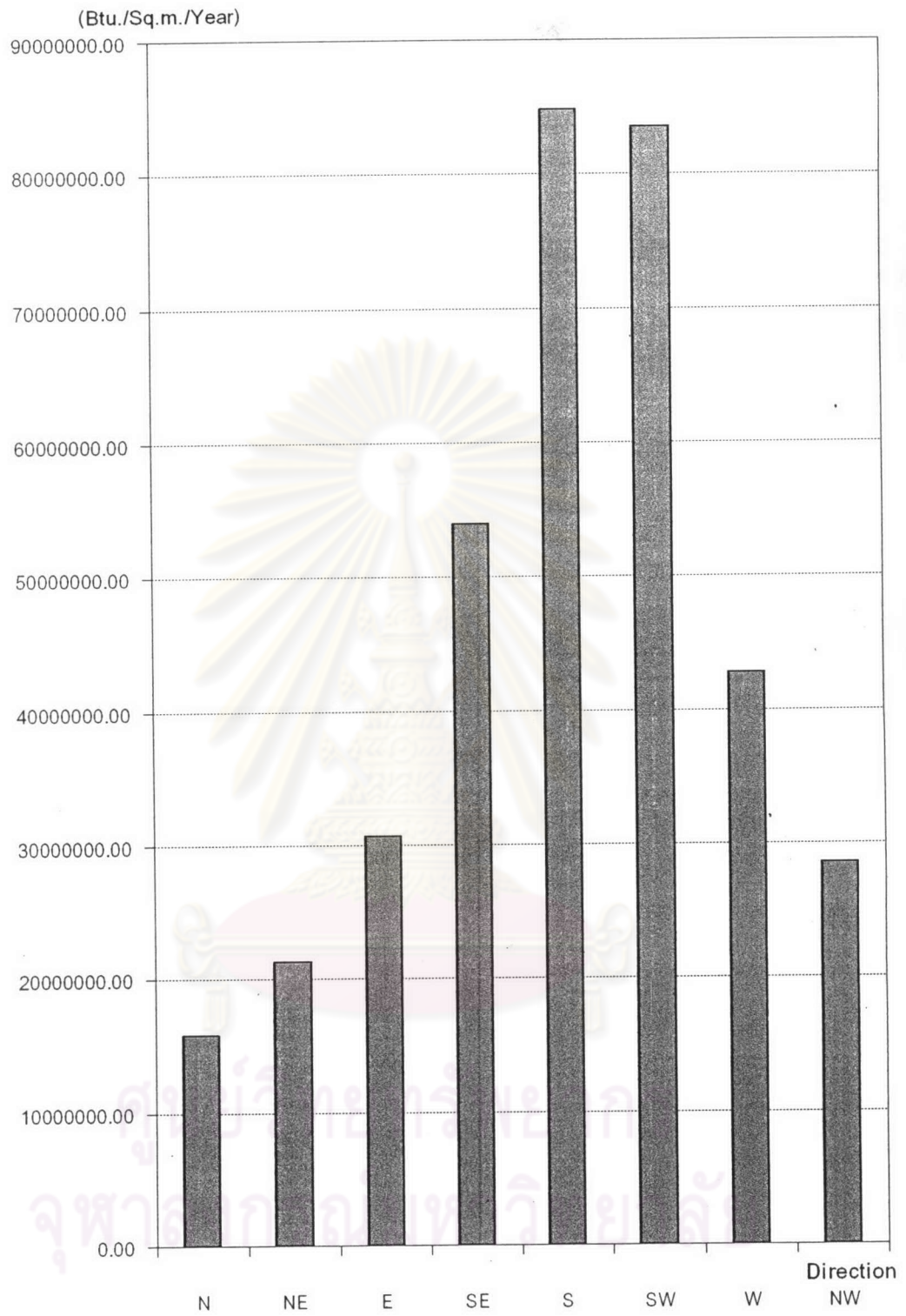
แผนภูมิที่ 4.71 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านประตู-หน้าต่างบานเปิดขนาด 1 ตารางเมตร ในทิศต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



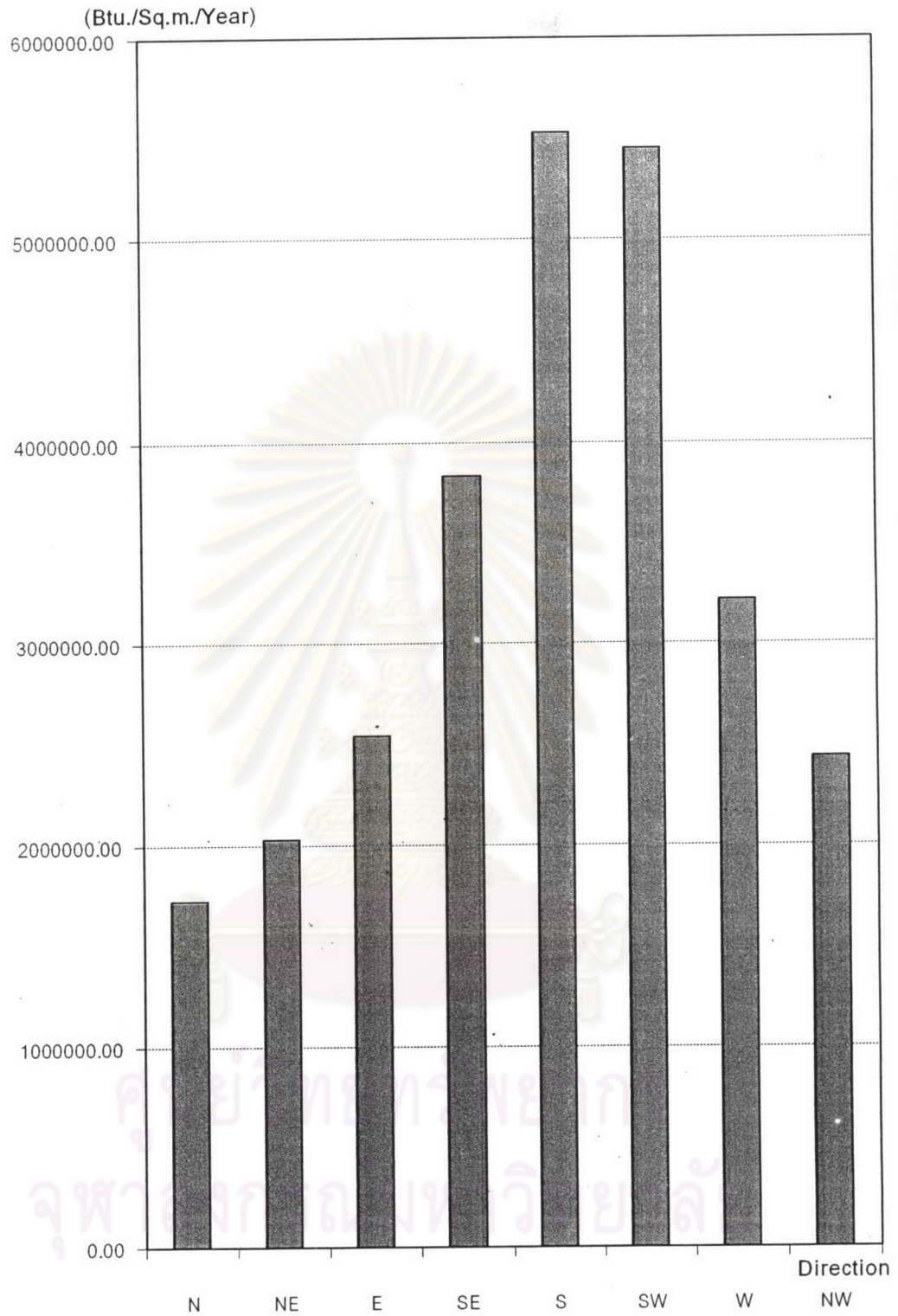
แผนภูมิที่ 4.72 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านประตูหน้าต่างบานเลื่อนขนาด 1 ตารางเมตร
ในทิศต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



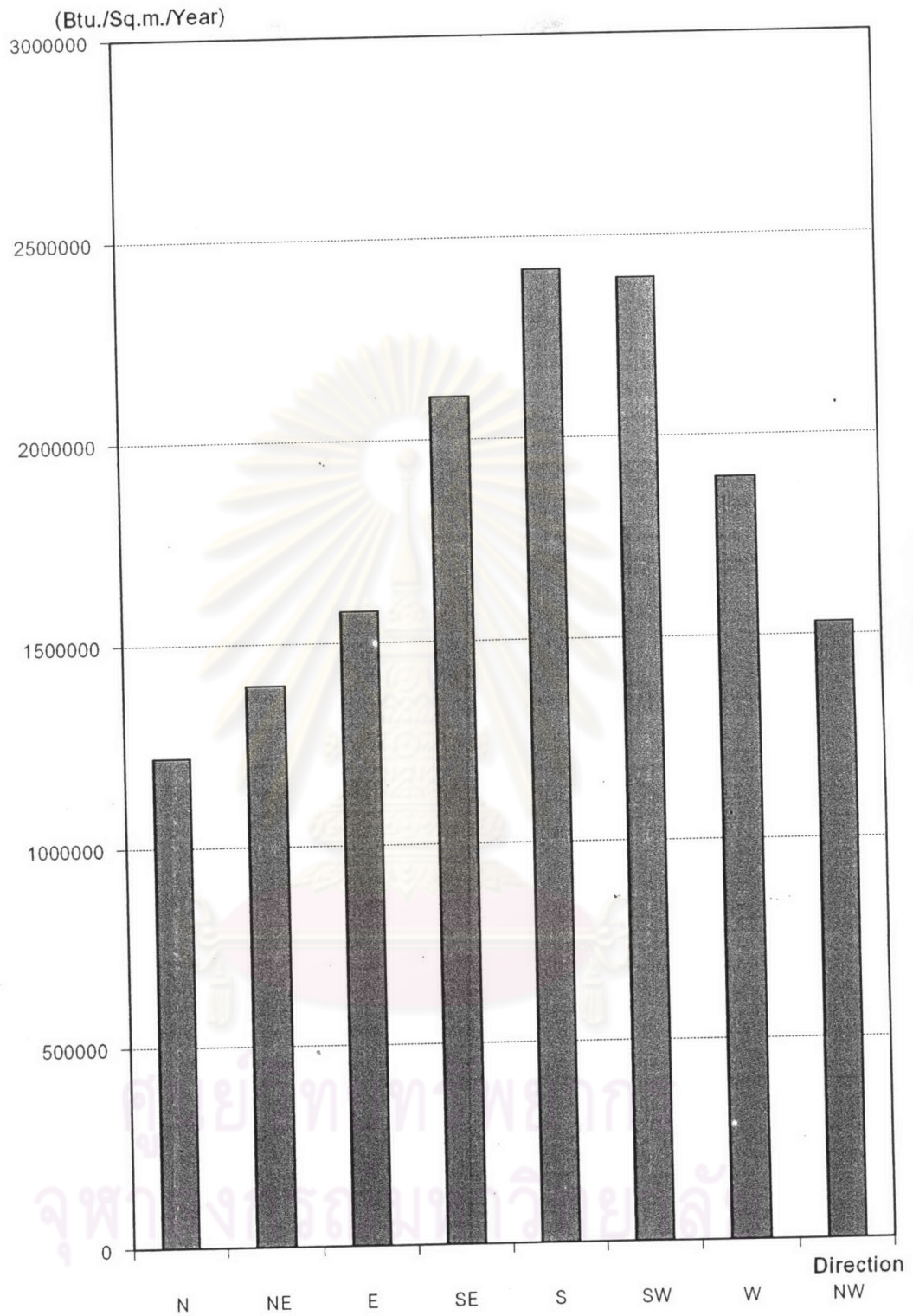
แผนภูมิที่ 4.73 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านช่องแสงบานติดตายขนาด 1 ตารางเมตร ในทิศต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



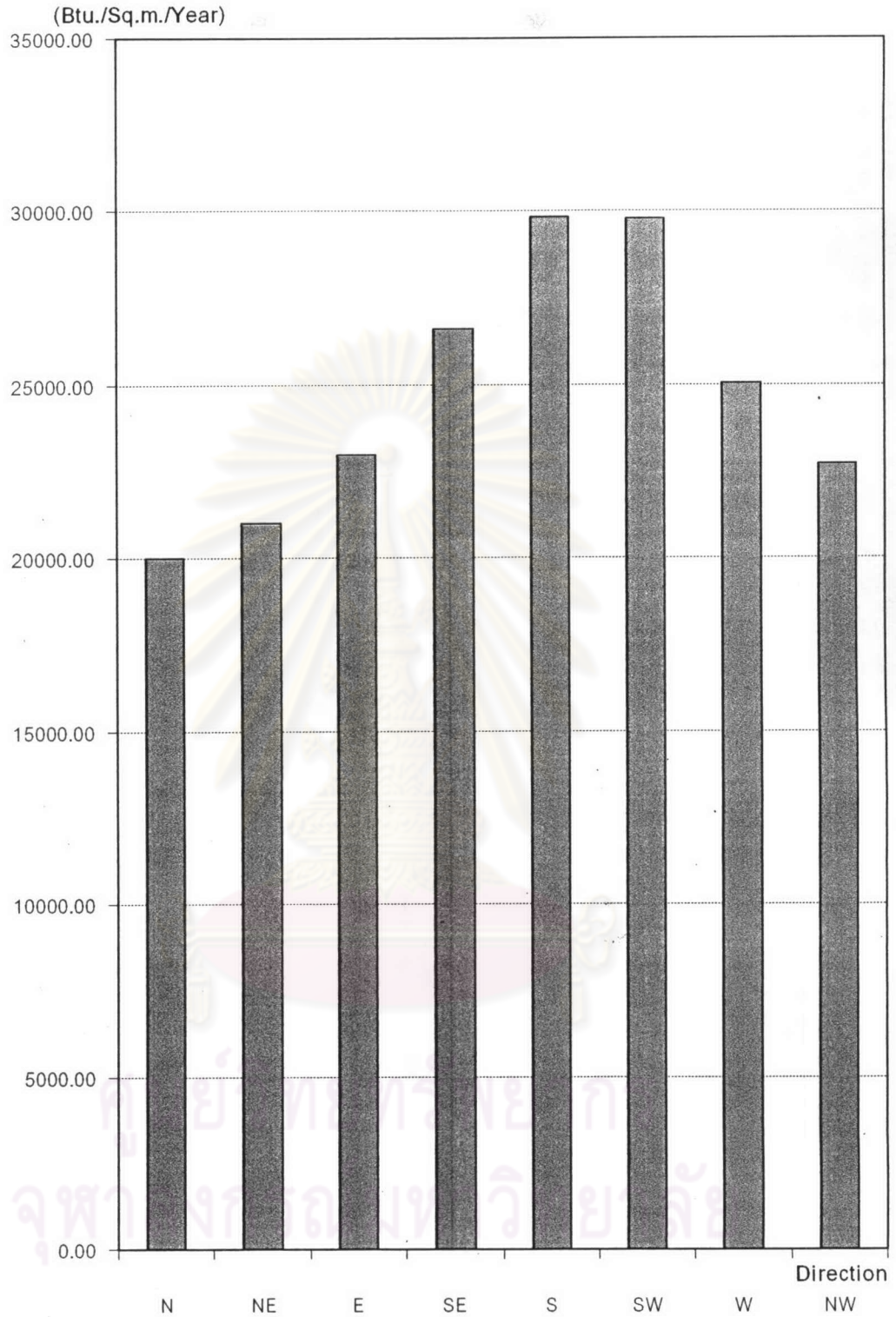
แผนภูมิที่ 4.74 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้ตีซ้อนเกล็ดขนาด 1 ตารางเมตร
ในทิศต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



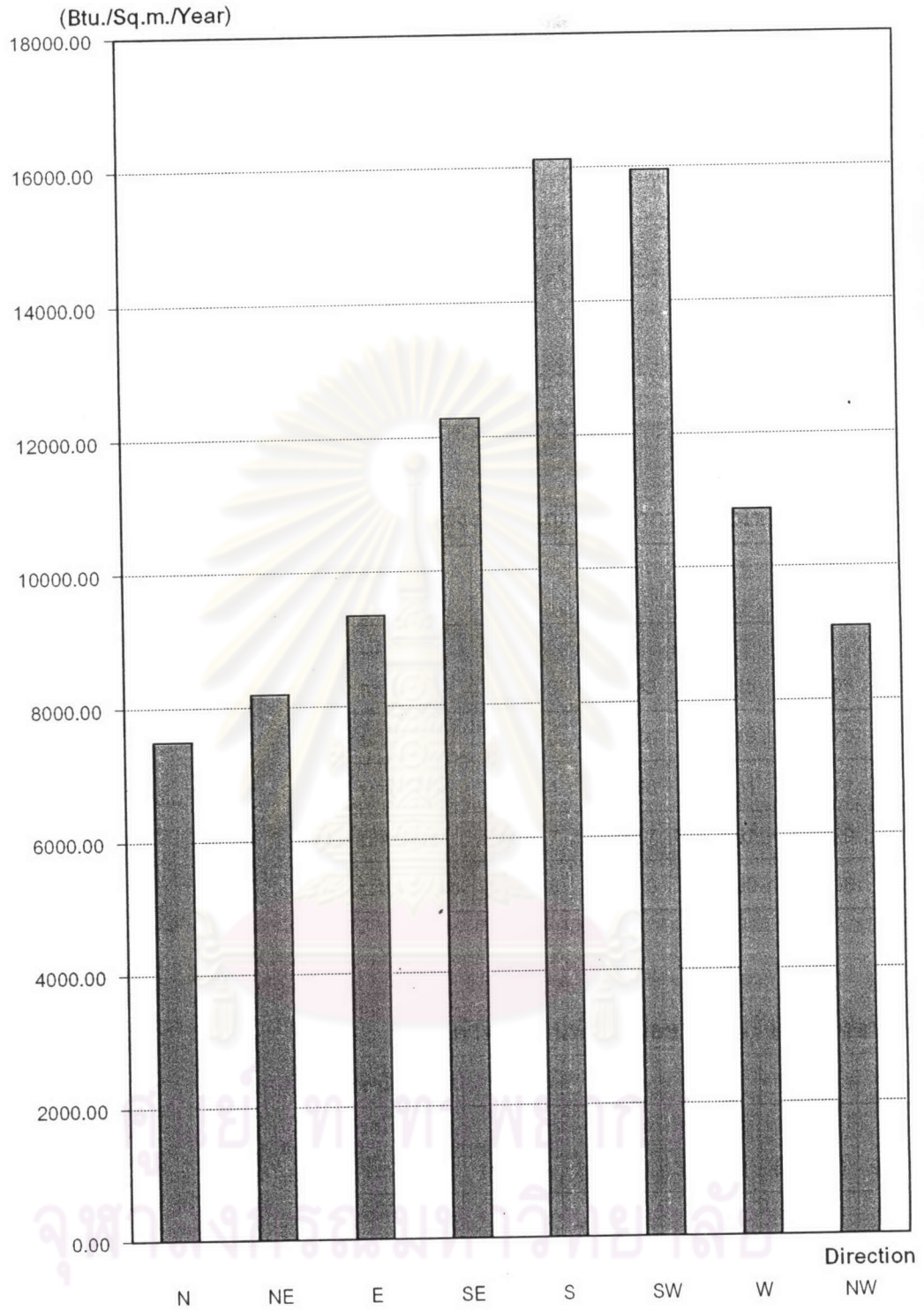
แผนภูมิที่ 4.75 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังไม้อัดโครงคร่าไม้ขนาด 1 ตารางเมตร
ในทิศต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.76 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 0.10 ม.
ขนาด 1 ตารางเมตรในทิศต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.77 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนังก่ออิฐหนา 0.10 ม. ขนาด 1 ตารางเมตร
ในทิศต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543



แผนภูมิที่ 4.78 แสดงการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมผ่านผนัง EIFS ขนาด 1 ตารางเมตร
ในทิศทางต่างๆ ตลอดทั้งปีจากข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543

4.11 ผลสรุปการสูญเสียพลังงานจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางประตู-หน้าต่าง และผนังประเภทต่างๆ ในทิศทางต่างๆ

จากแผนภูมิข้างต้น พบว่า ทิศที่มีการสูญเสียพลังงานมากที่สุดคือทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศที่มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดคือ ทิศเหนือ ดังนั้น ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้ง ประตู-หน้าต่าง หรือผนังที่การรั่วซึมมากที่สุด เช่น ประตูกระจก หน้าต่างบานเกล็ด หรือผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด ทางด้านทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้

จากข้อมูลข้างต้น สามารถนำมาสรุปค่าพลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ประตู-หน้าต่าง และผนังประเภทต่างๆ ในทิศทางต่างๆ ใน 1 ชั่วโมงได้ดังนี้

ค่าพลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านทางประตู-หน้าต่าง(Btu./hr./Sq.m.)

ประตู - หน้าต่าง	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
ประตู กระจก	2023.99	2729.99	3929.05	6924.08	10873.65	10694.66	5481.44	3662.39
บานเกล็ด	1799.10	2426.66	3492.49	6154.73	9665.46	9506.36	4872.39	3255.46
บานเปิด	1124.44	1516.66	2182.81	3846.71	6040.92	5941.48	3045.24	2034.66
บานเลื่อน	193.17	260.17	374.97	659.29	1037.50	1018.29	520.96	348.16
บานติดตาย	181.48	244.79	352.30	620.86	975.00	958.95	491.50	328.39

ค่าพลังงานที่สูญเสียจากการรั่วซึมของอากาศผ่านผนัง(Btu./hr./Sq.m.)

ผนัง	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
ผนังไม้ตี ซ้อนเกล็ด	1799.10	2426.66	3492.49	6154.73	9665.46	9506.36	4872.39	3255.46
ไม้อัดโครง คร่าไม้	196.82	231.34	289.96	436.38	629.47	620.72	365.85	276.92
คอนกรีต มวลเบา	139.24	159.32	179.46	239.79	275.21	272.23	215.63	174.43
ผนังก่ออิฐ	2.28	2.39	2.61	3.03	3.39	3.39	2.85	2.59
ผนังEIFS	0.85	0.93	1.06	1.40	1.84	1.82	1.24	1.03