

บทที่ 6

ผลลัพธ์และการวิเคราะห์

6.1 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับการวัดจริง

6.1.1 สำหรับผลการทดลองชุดแรก รูปที่ 6.1 จะพบว่าค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วยโปรแกรมจะมีค่าแตกต่างจากค่าที่วัดจริงประมาณ 40.80%, 21.83% และ 17.82% สำหรับระดับความแน่นของกรอบอาคารแบบ แน่น (tight), เฉลี่ย (average) และหลวม (loose) ตามลำดับ โดยค่าที่ได้จากการทำนายจะเป็นค่าที่น้อยกว่าค่าที่ได้จากการวัดจริงเกือบทั้งสิ้น แต่แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการระบายอากาศในแต่ละชั่วโมง มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นคาดว่าเกิดเนื่องจากการจำลองแบบอาคารเพื่อใช้ในการทำนายการไหลของอากาศไม่สามารถที่จะทำได้เหมือนกับสภาพที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลองทุกประการ โดยเฉพาะการประมาณค่าพื้นที่รอยรั่วซึมรอบกรอบอาคารเป็นเพียงการประเมินจากระดับความแน่นของกรอบอาคารเท่านั้น ซึ่งหมายความว่าค่าพื้นที่รอยรั่วซึมรอบกรอบอาคารที่ป้อนให้กับโปรแกรมน่าจะน้อยกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริงสำหรับทุกระดับความแน่นของกรอบอาคาร ดังนั้นจึงทำให้ค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วยพื้นที่รอยรั่วซึมรอบกรอบอาคารที่ประเมินว่าเป็นแบบหลวม มีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด

6.1.2 สำหรับผลการทดลองชุดที่สอง พบว่าค่าอัตราการระบายอากาศที่วัดจริงและค่าที่ได้จากการทำนายด้วยโปรแกรมที่ทุกระดับความแน่น (air tightness) ของกรอบอาคารยังคงมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการระบายอากาศในแต่ละชั่วโมงไปในทิศทางเดียวกันเช่นเคย ยกเว้นชั่วโมงที่ 7 ซึ่งจะได้อภิปรายต่อไป โดยค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วยโปรแกรมจะมีค่าแตกต่างจากค่าที่วัดจริงประมาณ 41.70%, 41.28% และ 42.13% สำหรับระดับความแน่นของกรอบอาคารแบบ แน่น (tight), เฉลี่ย (average) และหลวม (loose) ตามลำดับ ซึ่งการทดลองชุดที่สองนี้ผู้ทดลองได้ทำการเพิ่มพื้นที่การไหลของอากาศที่ทราบค่าได้แน่นอน คือ 0.2 ตารางเมตร ให้กับห้องที่ทำการทดลอง และกับโปรแกรมในการคำนวณ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมีค่ามากกว่าพื้นที่รอยรั่วซึมผ่านกรอบอาคารที่ได้จากการประเมินด้วยระดับความแน่นของกรอบอาคารอย่างมีนัยสำคัญ (พื้นที่รอยรั่วซึมที่ได้จากการประเมินด้วยระดับความแน่นของกรอบอาคารของผนังด้านที่ทำการเพิ่มพื้นที่การไหล มีค่า 0.012, 0.037, 0.074 ตารางเมตร สำหรับระดับความแน่นของกรอบอาคารแบบ แน่น

(tight), เฉลี่ย (average) และหลวม (loose) ตามลำดับ) จากรูปที่ 6.4 จะพบว่าค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยส่วนมากจะอยู่ในพื้นที่ $\pm 25\%$ ของค่าที่ได้จากการวัดจริง แต่จะมีกรณีของชั่วโมงที่ 7 ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบจากการวัดจริงถึง 180% หรือมากกว่า ดังนั้นการที่อัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายที่ทุกอัตราความแน่นของกรอบอาคารมีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าที่ได้จากการวัดจริง ที่ใกล้เคียงกันน่าจะมาจากผลของพื้นที่การไหลที่ทราบค่าแน่นอนที่เพิ่มเข้าไปดังกล่าวนั่นเอง

6.1.3 สำหรับที่ชั่วโมงที่ 7 ของการทดลองชุดที่ 2 ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อเปรียบเทียบกับจากการวัดจริงถึง 180% หรือมากกว่านั้น พบว่าเป็นชั่วโมงที่มีค่าความเร็วลมที่สูงที่สุดในทุกช่วงเวลาที่ทำการทดลอง และมีค่าที่ค่อนข้างสูง ($v > 3$ m/s) ซึ่งเมื่อความเร็วลมที่พัดปะทะอาคารมีค่าที่สูงขึ้นนั้นความดันรอบกรอบอาคารก็จะมีค่าที่สูงขึ้น ตามสมการกำลังสองต่อไปนี้ (สมการที่ 3.4)

$$P_w = \frac{1}{2} C_w \rho_a V^2$$

แต่ในความเป็นจริงที่ค่าความเร็วลมที่ทำการวัดโดยสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยานั้นจะเป็นค่าเฉลี่ยใน 10 นาที ซึ่งจะใช้เป็นตัวแทนของชั่วโมงนั้นๆ ดังนั้นเมื่อนำค่าดังกล่าวมาป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อคำนวณค่าอัตราการระบายอากาศ จึงมีแนวโน้มที่ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการวัดจริงซึ่งทำการวัดในช่วงเวลาที่ยาวนานกว่า (50 นาที)

6.1.4 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการทดลองวัดค่าอัตราการระบายอากาศ ด้วยวิธีติดตามระดับความเข้มข้นของเทอร์เซอร์ก๊าซ โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นเทอร์เซอร์ก๊าซนั้น จะมีความคลาดเคลื่อนหลักเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ทำการทดลองไม่ผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกับอากาศในห้องอย่างทั่วถึง รวมไปถึงการที่คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่มีอยู่แล้วในอากาศ สำหรับการแปลงค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทดลอง ไปเป็นอัตราการไหลเชิงปริมาตรจะมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นตามมาคือ ความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณปริมาตรห้องที่ทำการทดลอง ซึ่งเกิดขึ้นทั้งจากการวัดขนาดห้องและการประเมินปริมาตรของสิ่งของที่อยู่ในห้อง

6.1.5 การทำนายอัตราการไหลของอากาศในอาคารด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้จากสาเหตุสำคัญ 2 ประการคือ

- การสร้างแบบจำลองของอาคารเพื่อนำไปทำการวิเคราะห์การไหลของอากาศ ไม่ครอบคลุมสถานะที่เกิดขึ้นจริงมากพอ รวมไปถึงการที่หน้าตัดในแนวระดับของอาคารที่ใช้เป็นแบบจำลองไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมอย่างแท้จริง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินค่าความดันรอบกรอบอาคาร
- ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสมมติฐานของตัวโปรแกรมเอง

นอกจากนี้เมื่อนำผลการทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มาเปรียบเทียบกับผลการทดลอง วัดค่าอัตราการระเหยอากาศที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนจากการทดลองเช่นกัน แต่ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า อัตราการระเหยอากาศที่เปลี่ยนไปในแต่ละชั่วโมงซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ ทั้งที่ได้จากการทดลองและการทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกัน

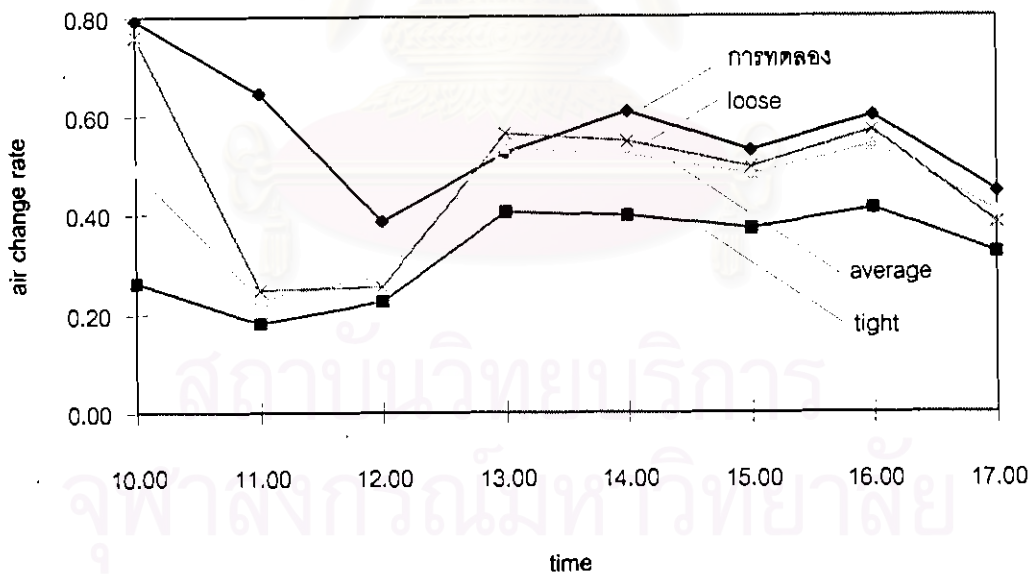
6.1.6 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่ใช้ในการแก้ระบบสมการแบบไม่เชิงเส้นของแบบจำลองการไหลของอากาศในอาคาร ให้ผลที่น่าพอใจสำหรับการรู้เข้าของคำตอบ และความถูกต้องของผลลัพธ์ แต่ความคลาดเคลื่อนของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นก็ยังมีส่วนของสมมติฐานที่ใช้เพื่อลดระดับความซับซ้อนของแบบจำลอง

6.1.7 การแปรเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความดันเฉลี่ยที่ผนังด้านนอกของอาคารที่ใช้ในการคำนวณหาความดันที่ผนังด้านนอกอาคาร ให้ผลที่น่าพอใจสำหรับค่าอัตราการระเหยอากาศที่ได้เมื่อความเร็วและทิศทางของลมภายนอกที่พัดปะทะอาคารแปรเปลี่ยนไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทดลองและทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น (15/12/42)

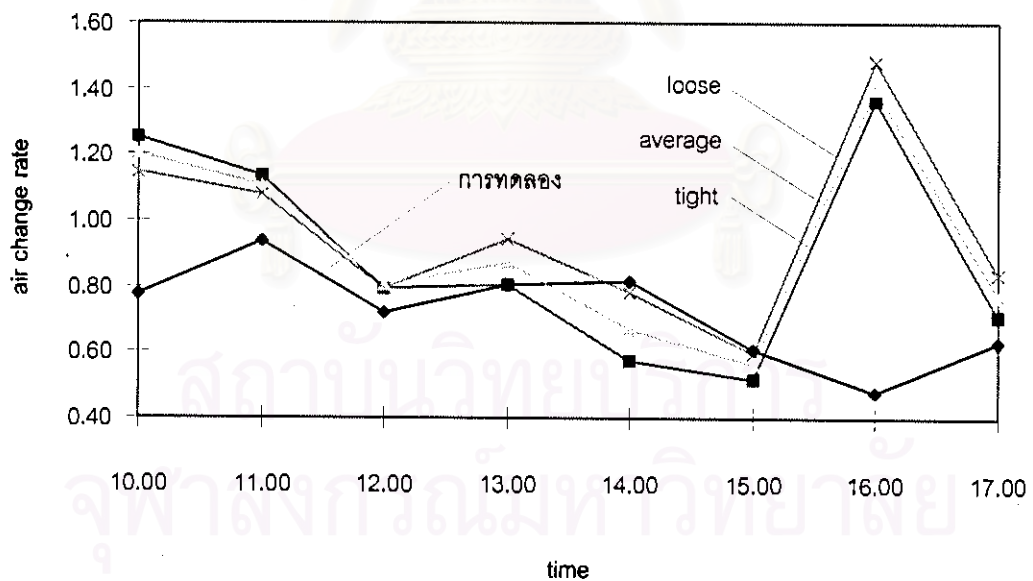
เวลา	อัตราการระบายอากาศ			
	วัดจริง	ทำนายที่อัตราส่วนรอยรั่วซึม 3 ค่า		
		tight	average	loose
10.00	0.79	0.25	0.47	0.74
11.00	0.64	0.17	0.22	0.24
12.00	0.38	0.22	0.27	0.25
13.00	0.52	0.39	0.51	0.54
14.00	0.61	0.38	0.50	0.53
15.00	0.53	0.36	0.47	0.48
16.00	0.60	0.40	0.52	0.55
17.00	0.45	0.31	0.39	0.37



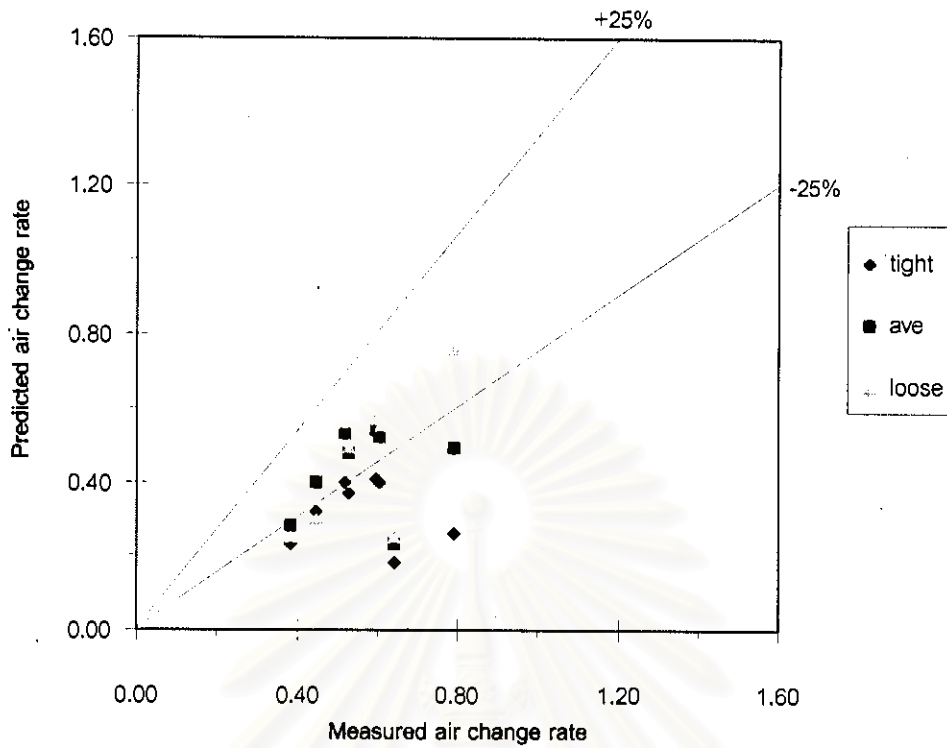
รูปที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทดลองและทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น (15/12/42)

ตารางที่ 6.2 แสดงค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทดลองและทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น (22/12/42)

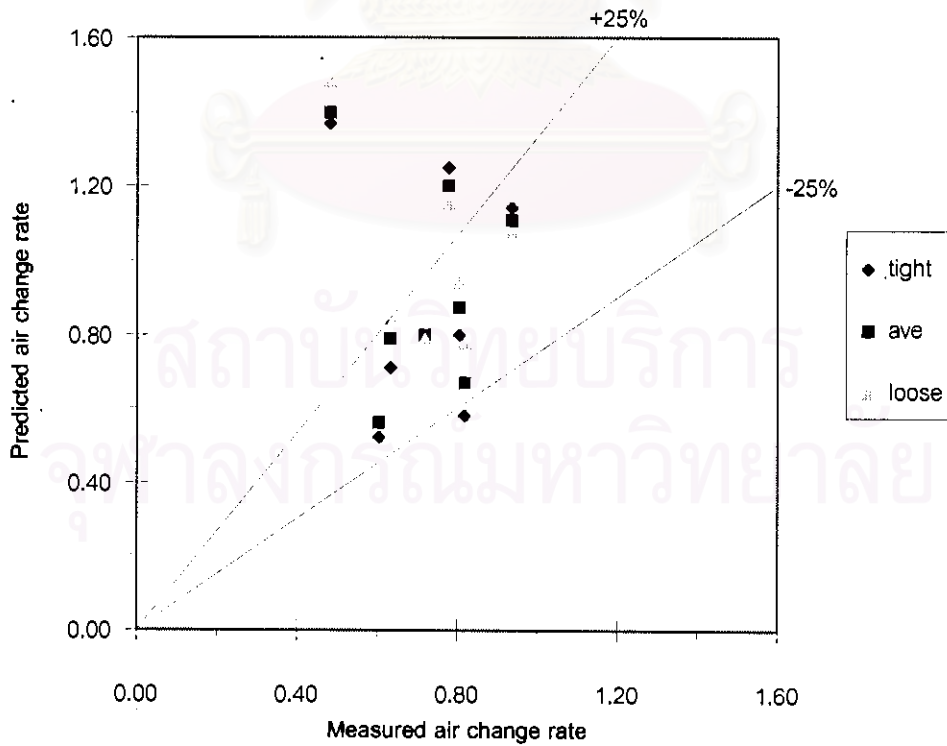
เวลา	อัตราการระบายอากาศ			
	วัดจริง	ทำนายที่อัตราส่วนร้อยละ 3 ค่า		
		tight	average	loose
10.00	0.77	1.22	1.17	1.12
11.00	0.94	1.11	1.08	1.05
12.00	0.72	0.77	0.78	0.77
13.00	0.80	0.78	0.85	0.92
14.00	0.82	0.56	0.65	0.76
15.00	0.61	0.50	0.55	0.58
16.00	0.48	1.33	1.36	1.44
17.00	0.63	0.69	0.75	0.81



รูปที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทดลองและทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น (22/12/42)



รูปที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทดลองและทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ภายใต้ความคลาดเคลื่อน $\pm 25\%$ (15/12/42)



รูปที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทดลองและทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ภายใต้ความคลาดเคลื่อน $\pm 25\%$ (22/12/42)

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของค่าอัตรากระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เมื่อเทียบกับการวัดจริง (15/12/42)

เวลา	ค่าความคลาดเคลื่อนที่แต่ละอัตราส่วนรอบรั้วซึม (%)		
	tight	average	loose
10.00	66.83	38.11	4.13
11.00	72.29	64.62	61.30
12.00	41.33	27.73	33.74
13.00	22.84	1.75	7.49
14.00	34.52	14.01	9.89
15.00	29.65	9.05	6.70
16.00	31.39	9.83	5.24
17.00	27.52	9.59	14.17
เฉลี่ย	40.80	21.83	17.82

ตารางที่ 6.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของค่าอัตรากระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เมื่อเทียบกับการวัดจริง (22/12/42)

เวลา	ค่าความคลาดเคลื่อนที่แต่ละอัตราส่วนรอบรั้วซึม (%)		
	tight	average	loose
10.00	61.40	54.61	47.86
11.00	21.40	18.14	15.30
12.00	9.73	11.26	10.15
13.00	0.31	8.02	17.35
14.00	29.46	17.99	4.14
15.00	14.75	6.82	1.27
16.00	184.43	191.13	208.28
17.00	12.16	22.30	32.72
เฉลี่ย	41.70	41.28	42.13

6.2 ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับโปรแกรม ASCOS

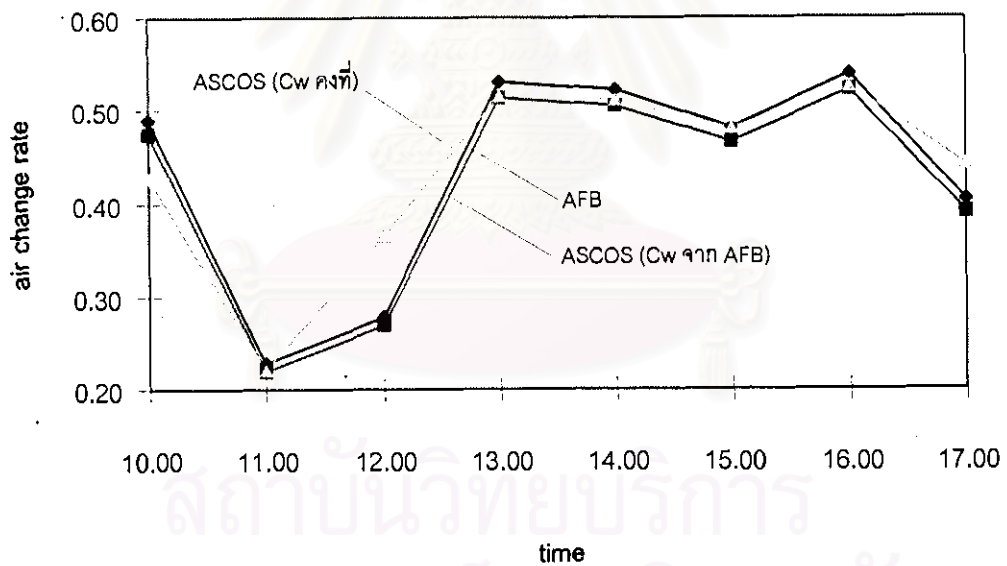
จะทำการเปรียบเทียบที่ระดับความแน่น (air tightness) ของกรอบอาคารแบบเฉื่อย โดยทำการหาอัตราการระบายอากาศของบริเวณที่ต้องการจากโปรแกรม ASCOS ด้วยการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความดันที่ผนังด้านนอกของอาคารให้คงที่ และการแปรเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความดันโดยใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใช้เป็นข้อมูลของโปรแกรม ASCOS ซึ่งได้ผลดังที่แสดงในตารางที่ 6.5-6.6 และ รูปที่ 6.5-6.6

6.2.1 จากผลที่ได้พบว่าเมื่อทำการคำนวณค่าอัตราการระบายอากาศด้วยโปรแกรม ASCOS โดยการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความดันที่ผนังด้านนอกของอาคารให้คงที่ แล้วเปลี่ยนเฉพาะค่าความเร็วลมในแต่ละเวลาจะพบว่าผลที่ได้จะต่างจากค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น 7.99 % สำหรับการทดลองชุดแรก และ 33.76 % สำหรับการทดลองชุดที่สอง และพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากโปรแกรม ASCOS โดยการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความดันที่ผนังด้านนอกของอาคารให้คงที่ จะไม่สอดคล้องกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะในการทดลองชุดที่สอง ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของขนาดพื้นที่รอยรั่วซึมของอากาศที่มากกว่าการทดลองชุดแรก ดังนั้นเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความดันที่ผนังด้านนอกของอาคาร ไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทิศทางของลมที่พัดปะทะอาคารจึงแสดงผลให้เห็นได้มากกว่าการทดลองชุดแรกที่พื้นที่รอยรั่วซึมของอากาศน้อยกว่า

6.2.2 สำหรับผลที่ได้จากการคำนวณค่าอัตราการระบายอากาศด้วยโปรแกรม ASCOS โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความดันที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใช้เป็นข้อมูลของโปรแกรม ASCOS จะพบว่าค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จะมีความแตกต่างจากค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น 3.10 % สำหรับการทดลองชุดแรก และ 2.73 % สำหรับการทดลองชุดที่สอง และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการระบายอากาศไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมที่มาจากพื้นฐานเดียวกัน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นมาจากรายละเอียดในการคำนวณค่าของคุณสมบัติของอากาศที่ใช้ในโปรแกรมแตกต่างกัน เช่นการคำนวณค่าความหนาแน่นของอากาศ เป็นต้น

ตารางที่ 6.5 แสดงค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วย โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับ
โปรแกรม ASCOS (15/12/42)

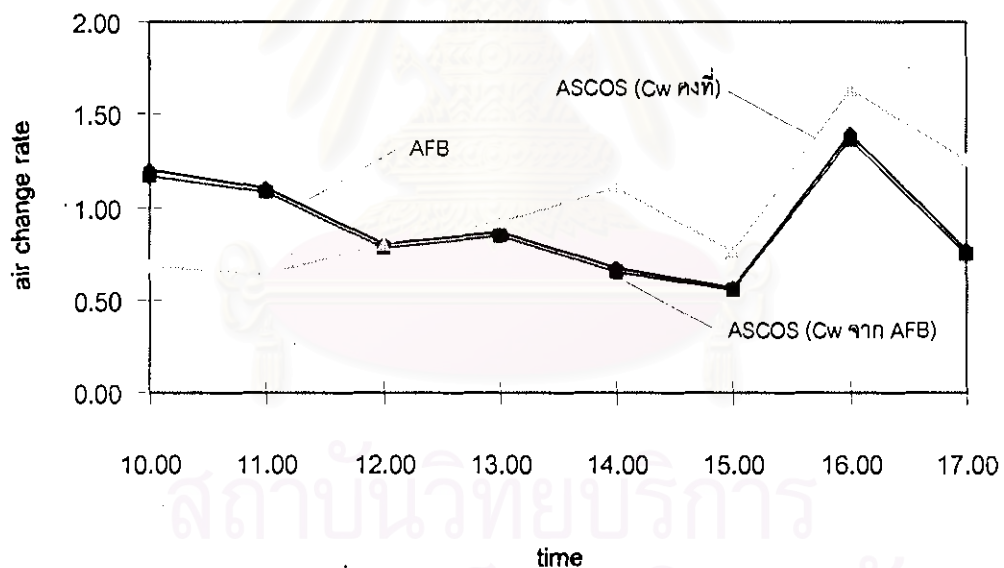
เวลา	Air Change Rate (1/h)		
	AFB	ASCOS (Cw จาก AFB)	ASCOS (Cw คงที่)
10.00	0.49	0.48	0.43
11.00	0.23	0.22	0.22
12.00	0.28	0.27	0.36
13.00	0.53	0.51	0.51
14.00	0.52	0.50	0.51
15.00	0.48	0.47	0.48
16.00	0.54	0.52	0.53
17.00	0.40	0.39	0.44



รูปที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วย โปรแกรม
ที่พัฒนาขึ้นกับโปรแกรม ASCOS (15/12/42)

ตารางที่ 6.6 แสดงค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วย โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับ โปรแกรม ASCOS (22/12/42)

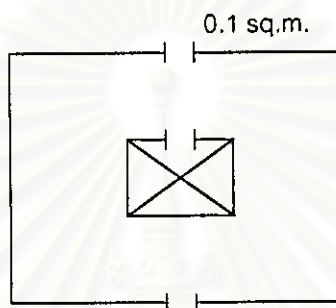
เวลา	Air Change Rate (1/h)		
	AFB	ASCOS (Cw จาก AFB)	ASCOS (Cw คงที่)
10.00	1.20	1.17	0.68
11.00	1.11	1.08	0.64
12.00	0.80	0.78	0.80
13.00	0.87	0.85	0.92
14.00	0.67	0.65	1.10
15.00	0.56	0.55	0.75
16.00	1.40	1.36	1.63
17.00	0.77	0.75	1.26



รูปที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายอากาศที่ได้จากการทำนายด้วย โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับ โปรแกรม ASCOS (22/12/42)

6.3 ผลการวิเคราะห์การไหลของอากาศภายในปล่องต่างๆในอาคาร

ในขั้นต้นจะทำการวิเคราะห์การไหลของอากาศในปล่องของอาคารขนาดเล็ก ที่มีการกระจายของรอยรั่วซึมอย่างสม่ำเสมอทั้งอาคาร ขณะที่ตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว เพื่อศึกษารูปแบบการไหลของอากาศภายในปล่องว่าสอดคล้องกับทฤษฎีการไหลของอากาศในอาคารหรือไม่ โดยแบบจำลองของอาคารที่ใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นนี้จะเป็นอาคารที่ถูกสมมติขึ้น ขนาด 9 ชั้น มีหน้าตัดในแนวระดับดังแสดงในรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 แสดงแบบจำลองของอาคารที่สมมติขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การไหลของอากาศในปล่องของอาคารขนาดเล็ก (ชั้น 1-9)

ผลการวิเคราะห์แสดงอยู่ในตารางที่ 6.7 และรูปที่ 6.8-6.9 สำหรับปรากฏการณ์ที่อากาศไหลขึ้นในปล่อง หรือ normal stack effect (อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 13°C และอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร 24°C) และตารางที่ 6.8 และรูปที่ 6.10-6.11 สำหรับปรากฏการณ์ที่อากาศไหลลงในปล่อง หรือ reverse stack effect (อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร 35°C และอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร 24°C)

จากการวิเคราะห์พบว่าลักษณะการเกิดปรากฏการณ์ที่อากาศไหลขึ้นหรือลงภายในปล่อง ขณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับทฤษฎีการไหลของอากาศภายในอาคาร กล่าวคือเมื่ออากาศภายนอกอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายในอาคาร จะทำให้ความดันอากาศที่ระดับพื้นดินที่ภายนอกสูงกว่าที่ภายในอาคารเนื่องจากอากาศมีความหนาแน่นมากกว่า (เพราะว่าอุณหภูมิต่ำกว่า) ทำให้อากาศไหลเข้าอาคารที่ระดับพื้นดินและไหลขึ้นไปตามปล่องภายในอาคาร ซึ่งก็คือการเกิดปรากฏการณ์ normal stack effect และเมื่ออากาศภายนอกอาคารมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายในอาคาร จะทำให้อากาศไหลเข้าอาคารที่ระดับหลังคาและไหลลงไปตามปล่องภายในอาคาร ซึ่งก็คือการเกิดปรากฏการณ์ reverse stack effect นั่นเอง

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นอีกด้วยว่าในขณะที่เกิดปรากฏการณ์ normal stack effect หรือ reverse stack effect ก็ตาม เมื่อรอบรั้วซึมของอาคารกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอในแนวตั้งของอาคารแล้วจะทำให้ ระดับที่มีความดันเป็นกลาง (neutral pressure level) อยู่ที่ระดับกึ่งกลางอาคารตามความสูงพอดี ซึ่งในการวิเคราะห์นี้จะพบว่าระดับที่มีความดันเป็นกลาง อยู่ที่ชั้นที่ 5 ของอาคารซึ่งมีความสูง 9 ชั้น

สำหรับค่าความดันสูญเสียเนื่องจากการไหลของอากาศภายในปล่อง จากการวิเคราะห์จะพบว่าในกรณีทั่วไปจะสามารถละลายได้เนื่องจากมีค่าต่ำมาก แต่ความดันสูญเสียนี้จะไม่สามารถละทิ้งได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของปล่องบันไดที่มีการอัดอากาศ (pressurized stairwell) เนื่องจากจะมีปริมาณการไหลของอากาศในปล่องสูงกว่ากรณีปกติ และโดยทั่วไปปล่องบันไดจะมีความเสียดทานในการไหลของอากาศสูงกว่าปล่องอื่นๆ จึงจะเห็นว่ายังมีความจำเป็นที่จะต้องทำการคำนวณค่าความดันสูญเสียในปล่องอยู่แม้ในบางกรณีจะสามารถละลายได้ก็ตาม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.7 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องขณะเกิด *normal stack effect*

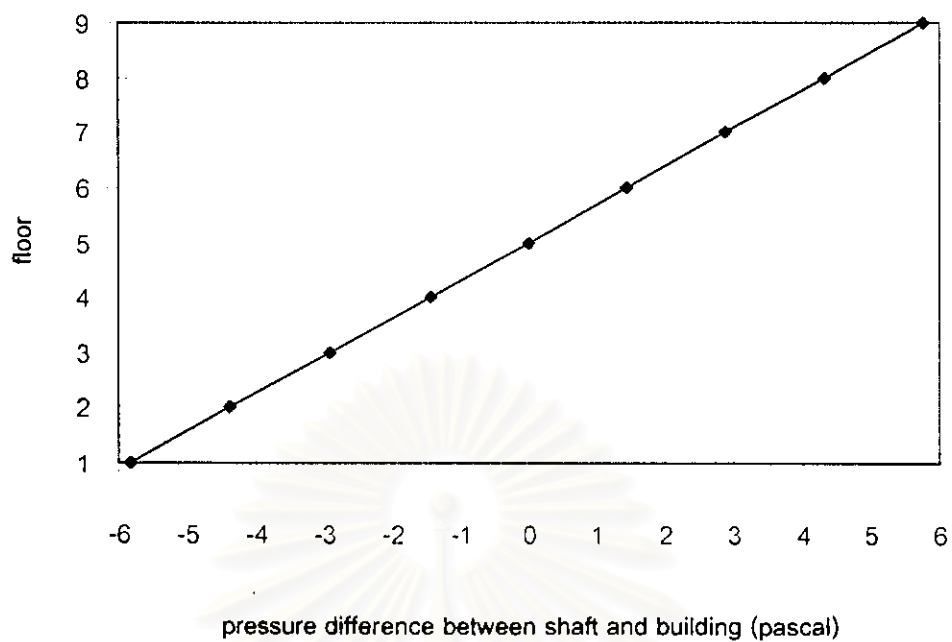
floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	372.13	-5.82	0.10	0.24	from floor (i-1) to floor i		
2	325.54	-4.37	0.10	0.21	0.24	-46.6	-1.5E-06
3	278.97	-2.91	0.10	0.17	0.45	-46.6	-5.4E-06
4	232.42	-1.45	0.10	0.12	0.62	-46.6	-1.0E-05
5	185.90	0.00	0.10	0.00	0.74	-46.5	-1.5E-05
6	139.39	1.44	0.10	-0.12	0.74	-46.5	-1.5E-05
7	92.91	2.88	0.10	-0.17	0.62	-46.5	-1.0E-05
8	46.44	4.32	0.10	-0.21	0.45	-46.5	-5.4E-06
9	0.00	5.76	0.10	-0.24	0.24	-46.4	-1.5E-06

ตารางที่ 6.8 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องขณะเกิด *reverse stack effect*

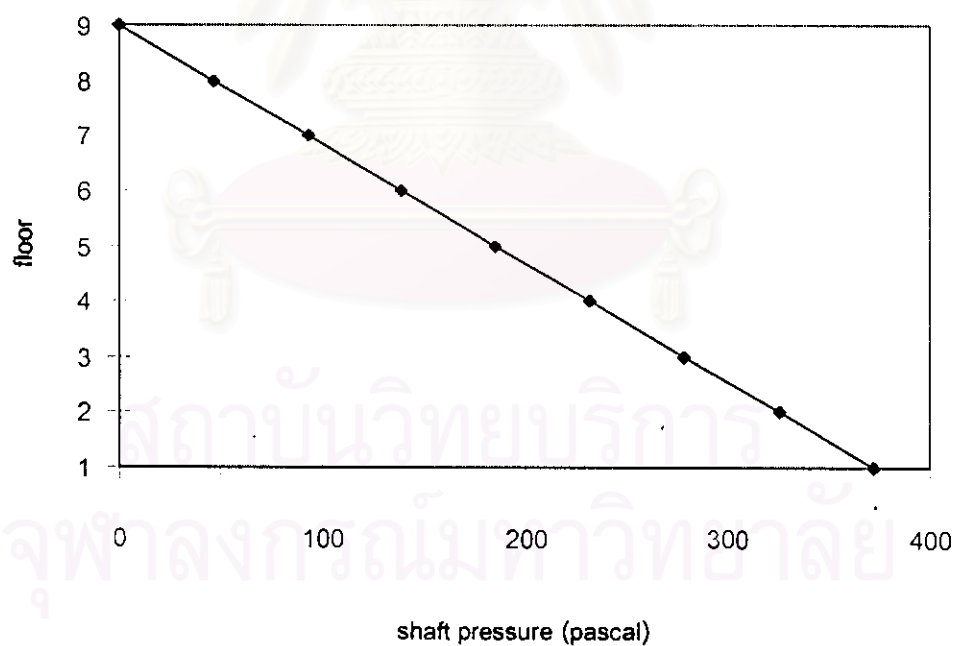
floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	372.19	5.28	0.10	-0.23	from floor (i-1) to floor i		
2	325.59	3.96	0.10	-0.20	-0.23	-46.6	1.4E-06
3	279.01	2.64	0.10	-0.16	-0.43	-46.6	4.9E-06
4	232.46	1.32	0.10	-0.12	-0.59	-46.6	9.2E-06
5	185.92	0.00	0.10	0.00	-0.71	-46.5	1.3E-05
6	139.41	-1.31	0.10	0.11	-0.71	-46.5	1.3E-05
7	92.92	-2.62	0.10	0.16	-0.59	-46.5	9.2E-06
8	46.45	-3.93	0.10	0.20	-0.43	-46.5	4.9E-06
9	0.00	-5.23	0.10	0.23	-0.23	-46.5	1.4E-06

หมายเหตุ

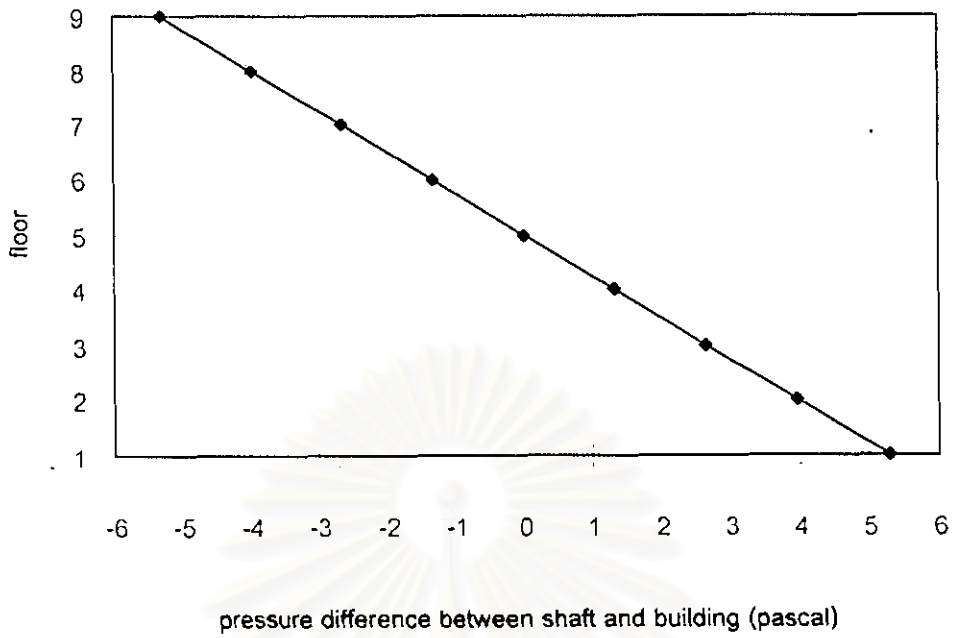
1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึงชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น



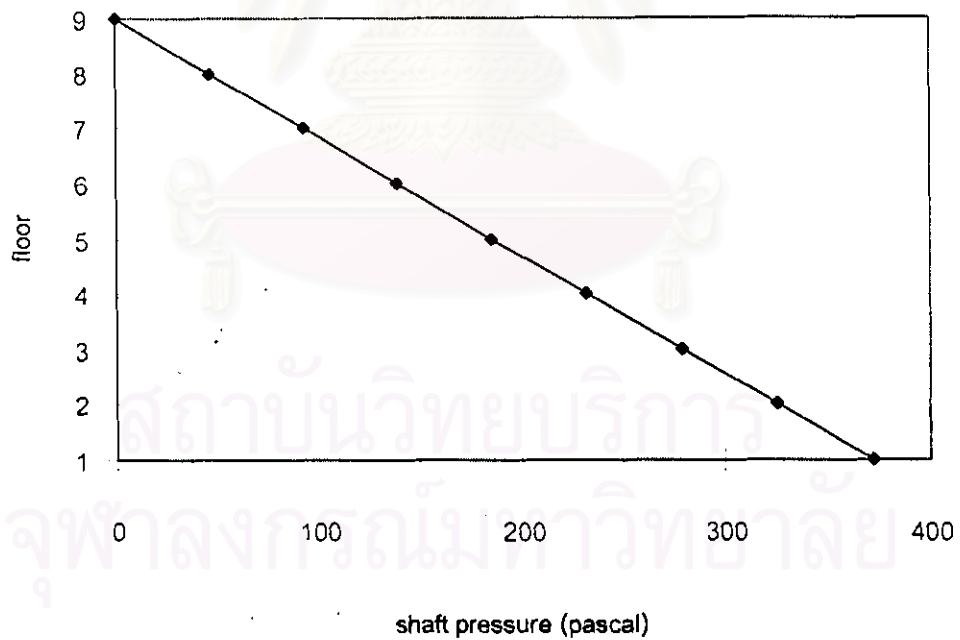
รูปที่ 6.8 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$)
ขณะเกิด *normal stack effect*



รูปที่ 6.9 แสดงค่าความดันภายในปล่องขณะเกิด *normal stack effect*



รูปที่ 6.10 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$)
ขณะเกิด *reverse stack effect*



รูปที่ 6.11 แสดงค่าความดันภายในปล่องขณะเกิด *reverse stack effect*

ภายหลังจากได้ทำการวิเคราะห์การไหลของอากาศภายในปล่องของอาคารขนาดเล็กที่มีการกระจายของพื้นที่รอยรั่วซึมอย่างสม่ำเสมอแล้ว ก็จะทำการวิเคราะห์และศึกษาการไหลของอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งก็ได้แก่อาคารเรียนและวิจัย 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้เป็นแบบจำลองในการวิเคราะห์การไหลของอากาศสำหรับวิทยานิพนธ์นี้นั่นเอง

การวิเคราะห์จะทำโดยการเปรียบเทียบรูปแบบการไหลของอาคารภายในปล่องต่างๆของอาคารในขณะที่อาคารคกอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว (อุณหภูมิภายนอก 30.0°C , อุณหภูมิภายในอาคาร 24.0°C และอุณหภูมิในปล่องต่างๆ 27.5°C) และเมื่อมีอิทธิพลของลมที่พัดปะทะอาคารร่วมด้วย (อุณหภูมิภายนอก 30.0°C , อุณหภูมิภายในอาคาร 24.0°C , อุณหภูมิในปล่องต่างๆ 27.5°C และความเร็วลมที่พัดปะทะอาคาร 7.4 km/h ทิศ 360°) ผลของการวิเคราะห์แสดงอยู่ในตารางที่ 6.9-6.13 และรูปที่ 6.12-6.16 สำหรับอาคารในขณะที่อาคารคกอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว และตารางที่ 6.14-6.18 และรูปที่ 6.17-6.21 อาคารในขณะที่อาคารคกอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และมีอิทธิพลของลมที่พัดปะทะอาคารร่วมด้วย

จากการวิเคราะห์พบว่าเมื่ออาคารคกอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว อากาศในปล่องทุกปล่องจะมีทิศทางการไหลลงจากชั้นที่สูงกว่าไปชั้นที่ต่ำกว่าตลอดความยาวของปล่อง (เนื่องจากอุณหภูมิภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิในอาคารและในปล่อง) แต่รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคารตามความสูงของตัวอาคาร จะไม่ได้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากผลของการกระจายตัวของพื้นที่รอยรั่วซึมและรูปแบบของการเชื่อมต่อระหว่างจุดต่อๆในอาคารที่ไม่สม่ำเสมอและมีความซับซ้อนมากขึ้น

สำหรับอาคารที่คกอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และมีอิทธิพลของลมที่พัดปะทะอาคารร่วมด้วย จะพบว่า การไหลของอากาศในปล่องต่างๆในอาคารจะมีทิศทางการไหลลงจากชั้นที่สูงกว่าไปชั้นที่ต่ำกว่าเป็นหลัก แต่จะมีการไหลของอากาศระหว่างบางชั้น ของบางปล่องมีทิศทาง การไหลขึ้น ซึ่งคาดว่าจะเกิดจากอิทธิพลของลมที่พัดปะทะอาคารนั่นเอง ส่วนรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคารตามความสูงของตัวอาคารก็ยังคงเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอเช่นเคย

ตารางที่ 6.9 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องลิฟท์ที่ 1 (elevator#1)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	990.98	4.49	0.060	-0.13	from floor (i-1) to floor i		
2	913.87	0.74	0.060	-0.05	-0.13	-77.1	2.0E-07
3	865.57	0.34	0.060	-0.03	-0.18	-48.3	3.8E-07
4	817.29	2.22	0.060	-0.09	-0.21	-48.3	5.2E-07
5	769.03	1.87	0.060	-0.08	-0.30	-48.3	1.1E-06
6	720.79	1.52	0.060	-0.07	-0.38	-48.2	1.7E-06
7	672.58	1.17	0.060	-0.06	-0.45	-48.2	2.4E-06
8	624.39	0.80	0.060	-0.05	-0.51	-48.2	3.1E-06
9	576.22	0.39	0.060	-0.04	-0.56	-48.2	3.7E-06
10	528.07	0.13	0.060	-0.02	-0.60	-48.2	4.3E-06
11	479.95	-0.03	0.060	0.01	-0.62	-48.1	4.5E-06
12	431.85	-0.25	0.060	0.03	-0.61	-48.1	4.4E-06
13	383.78	-0.51	0.060	0.04	-0.58	-48.1	4.0E-06
14	335.72	-0.80	0.060	0.05	-0.54	-48.1	3.4E-06
15	287.69	-1.11	0.060	0.06	-0.49	-48.0	2.8E-06
16	239.69	-1.41	0.060	0.07	-0.43	-48.0	2.2E-06
17	191.70	-1.71	0.060	0.08	-0.36	-48.0	1.5E-06
18	143.74	0.31	0.060	-0.03	-0.28	-48.0	9.3E-07
19	95.80	0.30	0.060	-0.03	-0.31	-47.9	1.1E-06
20	47.89	0.26	0.060	-0.03	-0.34	-47.9	1.4E-06
21	0.00	-0.16	0.960	0.37	-0.37	-47.9	1.6E-06

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆ มีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

ตารางที่ 6.10 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องลิฟท์ที่ 2 (elevator#2)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	990.98	4.18	0.060	-0.12	from floor (i-1) to floor i		
2	913.88	0.43	0.060	-0.04	-0.12	-77.1	1.7E-07
3	865.57	0.03	0.060	-0.01	-0.16	-48.3	3.0E-07
4	817.29	1.92	0.060	-0.08	-0.17	-48.3	3.4E-07
5	769.03	1.56	0.060	-0.07	-0.25	-48.3	7.4E-07
6	720.79	1.21	0.060	-0.07	-0.32	-48.2	1.2E-06
7	672.58	0.86	0.060	-0.06	-0.39	-48.2	1.8E-06
8	624.39	0.50	0.060	-0.04	-0.45	-48.2	2.4E-06
9	576.22	0.08	0.060	-0.02	-0.49	-48.2	2.8E-06
10	528.08	-0.18	0.060	0.03	-0.51	-48.1	3.1E-06
11	479.96	-0.34	0.060	0.03	-0.48	-48.1	2.7E-06
12	431.86	-0.55	0.060	0.04	-0.45	-48.1	2.4E-06
13	383.78	-0.81	0.060	0.05	-0.41	-48.1	2.0E-06
14	335.73	-1.10	0.060	0.06	-0.36	-48.1	1.5E-06
15	287.70	-1.41	0.060	0.07	-0.30	-48.0	1.1E-06
16	239.69	-1.71	0.060	0.08	-0.23	-48.0	6.2E-07
17	191.71	-2.01	0.060	0.08	-0.15	-48.0	2.7E-07
18	143.75	0.00	0.060	0.00	-0.07	-48.0	5.8E-08
19	95.81	0.00	0.060	0.00	-0.07	-47.9	5.8E-08
20	47.89	-0.04	0.060	0.01	-0.07	-47.9	5.8E-08
21	0.00	-0.47	0.060	0.06	-0.06	-47.9	4.3E-08

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

ตารางที่ 6.11 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องบันไดที่ 1 (stairwell#1)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	990.66	0.18	1.600	-0.67	from floor (i-1) to floor i		
2	913.59	-1.23	0.016	0.02	-0.67	-77.1	3.0E-02
3	865.31	-1.57	0.016	0.02	-0.65	-48.3	2.8E-02
4	817.06	-1.24	0.016	0.02	-0.63	-48.3	2.6E-02
5	768.82	-1.66	0.016	0.02	-0.61	-48.2	2.5E-02
6	720.61	-2.06	0.016	0.02	-0.59	-48.2	2.3E-02
7	672.42	-2.46	0.016	0.03	-0.57	-48.2	2.2E-02
8	624.26	-2.84	0.016	0.03	-0.54	-48.2	1.9E-02
9	576.11	-3.22	0.016	0.03	-0.51	-48.2	1.7E-02
10	527.98	-3.48	0.016	0.03	-0.48	-48.1	1.5E-02
11	479.88	-3.81	0.016	0.03	-0.45	-48.1	1.3E-02
12	431.79	-4.15	0.016	0.03	-0.42	-48.1	1.2E-02
13	383.73	-4.50	0.016	0.03	-0.39	-48.1	1.0E-02
14	335.69	-4.83	0.016	0.04	-0.36	-48.0	8.6E-03
15	287.67	-5.17	0.016	0.04	-0.32	-48.0	6.8E-03
16	239.67	-5.53	0.016	0.04	-0.28	-48.0	5.2E-03
17	191.69	-5.90	0.016	0.04	-0.24	-48.0	3.8E-03
18	143.73	-3.25	0.016	0.03	-0.20	-48.0	2.7E-03
19	95.80	-3.28	0.016	0.03	-0.17	-47.9	1.9E-03
20	47.89	-3.50	0.016	0.03	-0.14	-47.9	1.3E-03
21	0.00	-6.39	0.016	0.04	-0.11	-47.9	8.0E-04

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆ มีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. ปล่องบันไดที่ 1 มีการเชื่อมต่อกับบริเวณภายนอกอาคารที่ชั้นคาเฟ่
6. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

ตารางที่ 6.12 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องบันไดที่ 2 (stairwell#2)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	942.99	0.00	0.000	0.00	from floor (i-1) to floor i		
2	865.88	2.23	0.016	-0.02	0.00	-77.1	0.0E+00
3	817.58	1.86	0.016	-0.02	-0.02	-48.3	2.9E-04
4	769.30	2.16	0.016	-0.02	-0.04	-48.3	1.1E-03
5	721.04	1.72	0.016	-0.02	-0.06	-48.3	2.6E-03
6	672.81	1.30	0.016	-0.02	-0.08	-48.2	4.6E-03
7	624.60	0.88	0.016	-0.01	-0.10	-48.2	7.2E-03
8	576.43	0.49	0.016	-0.01	-0.11	-48.2	8.7E-03
9	528.27	0.11	0.016	-0.01	-0.12	-48.2	1.0E-02
10	480.14	-0.16	0.016	0.01	-0.13	-48.1	1.2E-02
11	432.03	-0.49	0.016	0.01	-0.12	-48.1	1.0E-02
12	383.94	-0.84	0.016	0.01	-0.11	-48.1	8.7E-03
13	335.88	-1.19	0.016	0.02	-0.10	-48.1	7.2E-03
14	287.83	-1.52	0.016	0.02	-0.08	-48.1	4.6E-03
15	239.80	-1.87	0.016	0.02	-0.06	-48.0	2.6E-03
16	191.80	-2.23	0.016	0.02	-0.04	-48.0	1.1E-03
17	143.82	-2.61	0.016	0.03	-0.02	-48.0	2.9E-04
18	95.86	0.03	0.016	-0.01	0.01	-48.0	7.2E-05
19	47.92	0.00	0.016	0.00	0.00	-47.9	5.4E-35
20	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	-47.9	0.0E+00

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

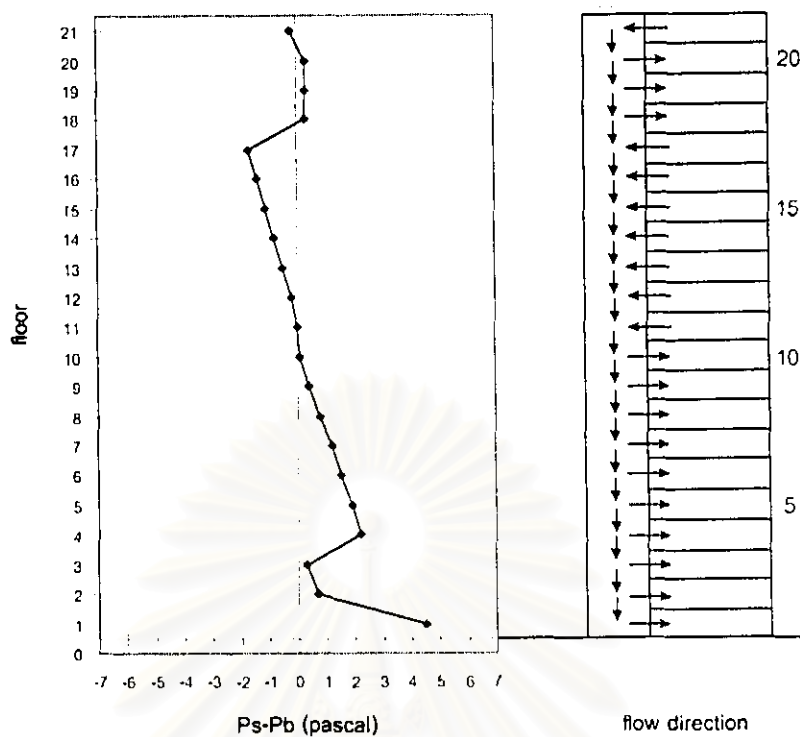
ตารางที่ 6.13 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องบันไดที่ 3 (stairwell#3)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect แต่เพียงอย่างเดียว

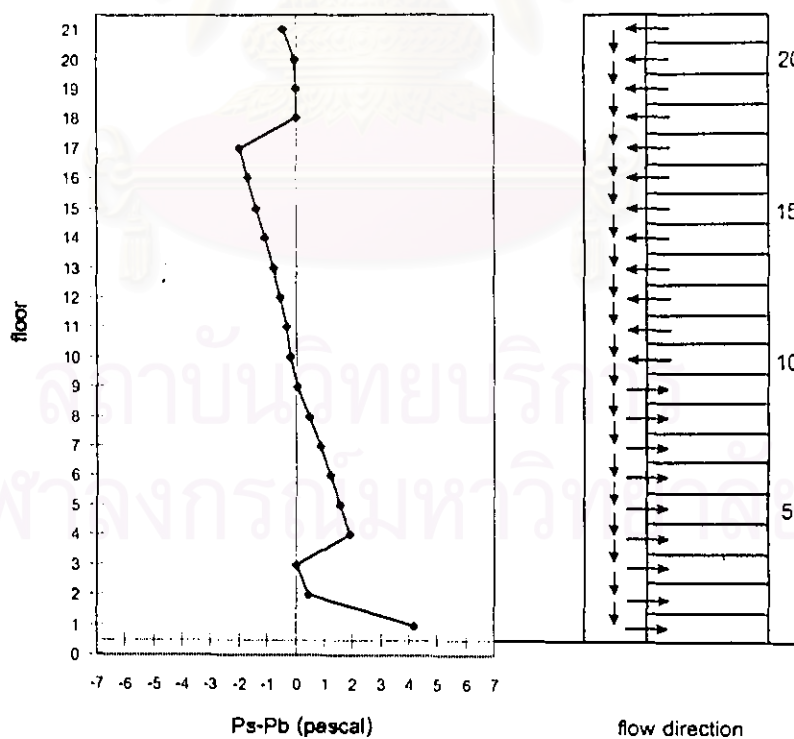
floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	from floor (i-1) to floor i		
					flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	942.99	0.00	0.000	0.00			
2	865.88	2.23	0.016	-0.02	0.00	-77.1	0.0E+00
3	817.58	1.86	0.016	-0.02	-0.02	-48.3	2.9E-04
4	769.30	2.16	0.016	-0.02	-0.04	-48.3	1.1E-03
5	721.04	1.72	0.016	-0.02	-0.06	-48.3	2.6E-03
6	672.81	1.30	0.016	-0.02	-0.08	-48.2	4.6E-03
7	624.60	0.88	0.016	-0.01	-0.10	-48.2	7.2E-03
8	576.43	0.49	0.016	-0.01	-0.11	-48.2	8.7E-03
9	528.27	0.11	0.016	-0.01	-0.12	-48.2	1.0E-02
10	480.14	-0.16	0.016	0.01	-0.13	-48.1	1.2E-02
11	432.03	-0.49	0.016	0.01	-0.12	-48.1	1.0E-02
12	383.94	-0.84	0.016	0.01	-0.11	-48.1	8.7E-03
13	335.88	-1.19	0.016	0.02	-0.10	-48.1	7.2E-03
14	287.83	-1.52	0.016	0.02	-0.08	-48.1	4.6E-03
15	239.80	-1.87	0.016	0.02	-0.06	-48.0	2.6E-03
16	191.80	-2.23	0.016	0.02	-0.04	-48.0	1.1E-03
17	143.82	-2.61	0.016	0.03	-0.02	-48.0	2.9E-04
18	95.86	0.03	0.016	-0.01	0.01	-48.0	7.2E-05
19	47.92	0.00	0.016	0.00	0.00	-47.9	5.4E-35
20	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	-47.9	0.0E+00

หมายเหตุ

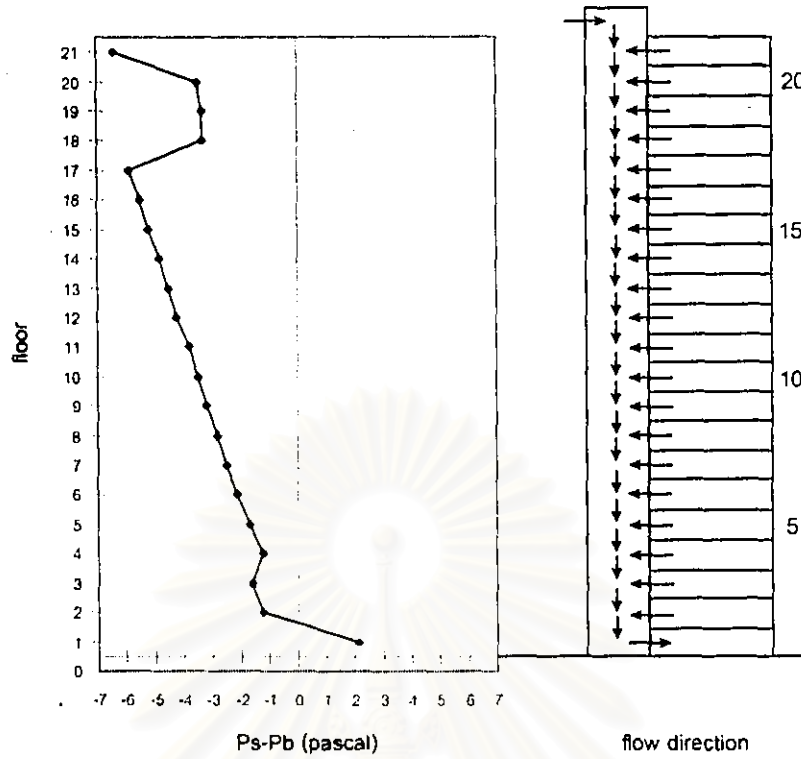
1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น



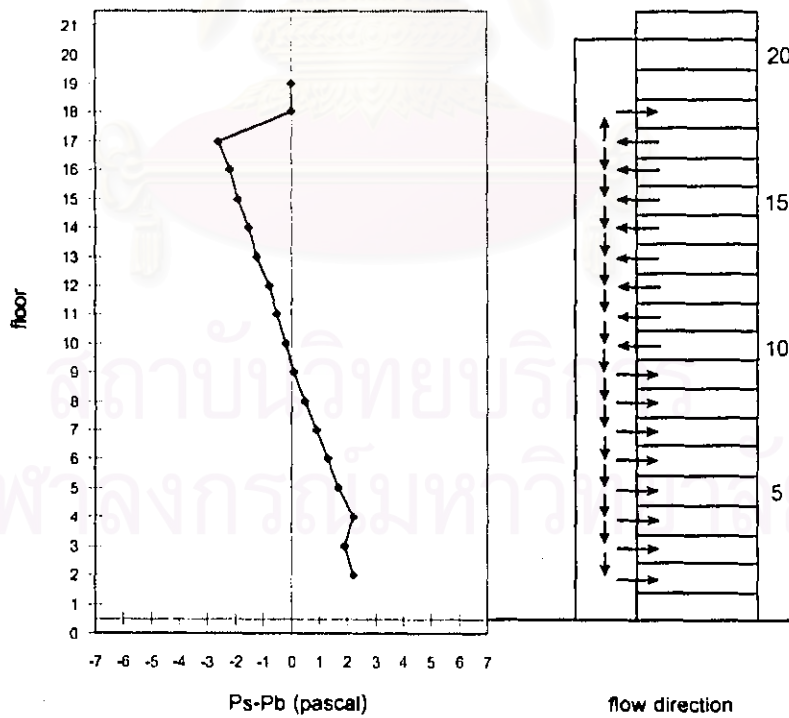
รูปที่ 6.12 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องลิฟท์ที่ 1 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ *stack effect* แต่เพียงอย่างเดียว



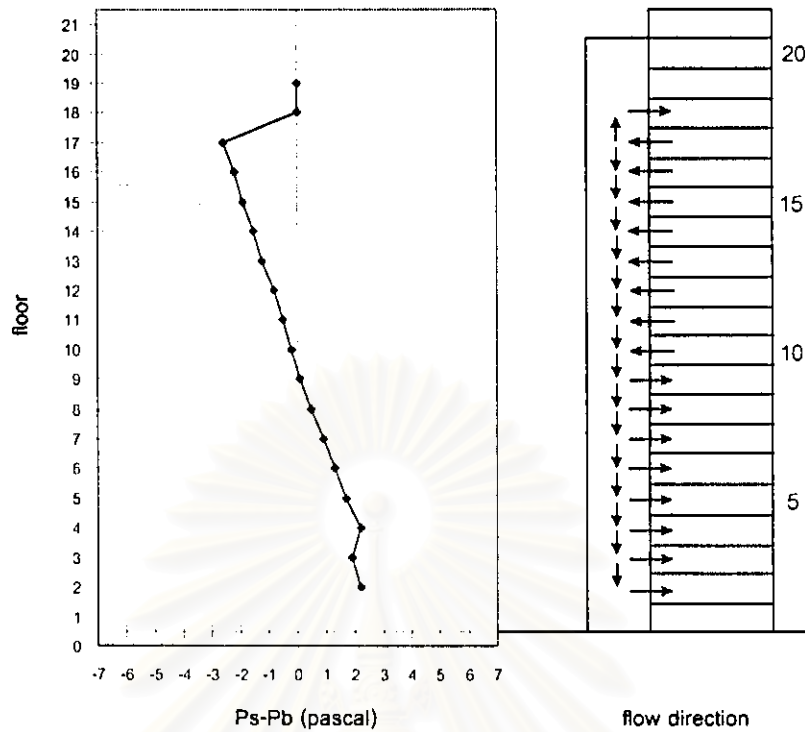
รูปที่ 6.13 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องลิฟท์ที่ 2 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ *stack effect* แต่เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 6.14 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องบันไดที่ 1
ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ *stack effect* แต่เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 6.15 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องบันไดที่ 2
ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ *stack effect* แต่เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 6.16 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องบันไดที่ 3 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ *stack effect* แต่เพียงอย่างเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.14 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องลิฟท์ที่ 1 (elevator#1)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	from floor (i-1) to floor i		
					flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	990.94	-0.26	0.060	0.03			
2	913.83	0.09	0.060	-0.02	0.03	-77.11	-1.06E-08
3	865.53	0.12	0.060	-0.02	0.01	-48.30	-1.18E-09
4	817.25	0.71	0.060	-0.05	-0.01	-48.28	1.18E-09
5	768.99	0.64	0.060	-0.05	-0.06	-48.26	4.25E-08
6	720.76	0.55	0.060	-0.04	-0.11	-48.23	1.43E-07
7	672.55	0.47	0.060	-0.04	-0.15	-48.21	2.66E-07
8	624.36	0.37	0.060	-0.04	-0.19	-48.19	4.26E-07
9	576.19	0.26	0.060	-0.03	-0.23	-48.17	6.25E-07
10	528.05	0.14	0.060	-0.02	-0.26	-48.14	7.98E-07
11	479.93	0.08	0.060	-0.02	-0.28	-48.12	9.26E-07
12	431.83	0.01	0.060	-0.01	-0.30	-48.10	1.06E-06
13	383.76	-0.03	0.060	0.01	-0.31	-48.07	1.13E-06
14	335.71	-0.09	0.060	0.02	-0.30	-48.05	1.06E-06
15	287.68	-0.16	0.060	0.02	-0.28	-48.03	9.26E-07
16	239.68	-0.24	0.060	0.03	-0.26	-48.00	7.98E-07
17	191.70	-0.32	0.060	0.03	-0.23	-47.98	6.25E-07
18	143.74	0.20	0.060	-0.03	-0.20	-47.96	4.72E-07
19	95.80	0.18	0.060	-0.03	-0.23	-47.94	6.25E-07
20	47.89	0.19	0.060	-0.03	-0.26	-47.91	7.98E-07
21	0.00	-0.08	0.960	0.29	-0.29	-47.89	9.93E-07

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

ตารางที่ 6.15 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องลิฟท์ที่ 2 (elevator#2)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	990.93	-0.38	0.060	0.04	from floor (i-1) to floor i		
2	913.83	-0.03	0.060	0.01	0.04	-77.10	-1.89E-08
3	865.52	0.00	0.060	0.00	0.05	-48.31	-2.95E-08
4	817.24	0.59	0.060	-0.05	0.05	-48.28	-2.95E-08
5	768.99	0.51	0.060	-0.04	0.00	-48.25	0.00E+00
6	720.75	0.43	0.060	-0.04	-0.04	-48.24	1.89E-08
7	672.54	0.34	0.060	-0.03	-0.08	-48.21	7.56E-08
8	624.35	0.24	0.060	-0.03	-0.11	-48.19	1.43E-07
9	576.19	0.14	0.060	-0.02	-0.14	-48.16	2.31E-07
10	528.05	0.02	0.060	-0.01	-0.16	-48.14	3.02E-07
11	479.93	-0.05	0.060	0.01	-0.17	-48.12	3.41E-07
12	431.83	-0.11	0.060	0.02	-0.16	-48.10	3.02E-07
13	383.76	-0.15	0.060	0.02	-0.14	-48.07	2.31E-07
14	335.71	-0.21	0.060	0.03	-0.12	-48.05	1.70E-07
15	287.68	-0.29	0.060	0.03	-0.09	-48.03	9.57E-08
16	239.67	-0.37	0.060	0.04	-0.06	-48.01	4.25E-08
17	191.69	-0.44	0.060	0.04	-0.02	-47.98	4.72E-09
18	143.73	0.07	0.060	-0.02	0.02	-47.96	-4.72E-09
19	95.80	0.06	0.060	-0.01	0.00	-47.93	0.00E+00
20	47.89	0.07	0.060	-0.02	-0.01	-47.91	1.18E-09
21	0.00	-0.20	0.060	0.03	-0.03	-47.89	1.06E-08

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

ตารางที่ 6.16 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องบันไดที่ 1 (stairwell#1)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	from floor (i-1) to floor i		
					flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	990.95	-0.01	1.600	0.17			
2	913.85	0.77	0.016	-0.01	0.17	-77.10	-1.92E-03
3	865.54	0.73	0.016	-0.01	0.16	-48.31	-1.70E-03
4	817.26	1.21	0.016	-0.02	0.15	-48.28	-1.49E-03
5	769.00	1.11	0.016	-0.02	0.13	-48.26	-1.12E-03
6	720.77	1.02	0.016	-0.02	0.11	-48.23	-8.04E-04
7	672.55	0.92	0.016	-0.02	0.09	-48.22	-5.38E-04
8	624.37	0.81	0.016	-0.01	0.07	-48.18	-3.25E-04
9	576.20	0.71	0.016	-0.01	0.06	-48.17	-2.39E-04
10	528.06	0.64	0.016	-0.01	0.05	-48.14	-1.66E-04
11	479.94	0.54	0.016	-0.01	0.04	-48.12	-1.06E-04
12	431.84	0.44	0.016	-0.01	0.03	-48.10	-5.98E-05
13	383.77	0.34	0.016	-0.01	0.02	-48.07	-2.66E-05
14	335.72	0.24	0.016	-0.01	0.01	-48.05	-6.64E-06
15	287.69	0.13	0.016	-0.01	0.00	-48.03	0.00E+00
16	239.68	0.03	0.016	0.00	-0.01	-48.01	6.64E-06
17	191.70	-0.05	0.016	0.00	-0.01	-47.98	6.64E-06
18	143.74	0.85	0.016	-0.01	-0.01	-47.96	6.64E-06
19	95.81	0.81	0.016	-0.01	-0.02	-47.93	2.66E-05
20	47.90	0.98	0.016	-0.02	-0.03	-47.91	5.98E-05
21	0.00	-0.82	0.016	0.01	-0.05	-47.90	1.66E-04

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. ปล่องบันไดที่ 1 มีการเชื่อมต่อกับบริเวณภายนอกอาคารที่ชั้นคาเฟ่
6. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

ตารางที่ 6.17 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องบันไดที่ 2 (stairwell#2)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร

floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	943.03	0.00	0.000	0.00	from floor (i-1) to floor i		
2	865.92	0.10	0.016	-0.01	0.00	-77.11	0.00E+00
3	817.62	0.06	0.016	0.00	-0.01	-48.30	7.18E-05
4	769.34	0.53	0.016	-0.01	-0.01	-48.28	7.18E-05
5	721.08	0.45	0.016	-0.01	-0.02	-48.26	2.87E-04
6	672.85	0.35	0.016	-0.01	-0.03	-48.23	6.46E-04
7	624.64	0.25	0.016	-0.01	-0.04	-48.21	1.15E-03
8	576.45	0.15	0.016	-0.01	-0.05	-48.19	1.80E-03
9	528.29	0.05	0.016	0.00	-0.06	-48.16	2.59E-03
10	480.15	-0.02	0.016	0.00	-0.06	-48.14	2.59E-03
11	432.03	-0.11	0.016	0.01	-0.06	-48.12	2.59E-03
12	383.94	-0.21	0.016	0.01	-0.05	-48.09	1.80E-03
13	335.87	-0.31	0.016	0.01	-0.04	-48.07	1.15E-03
14	287.82	-0.41	0.016	0.01	-0.03	-48.05	6.46E-04
15	239.79	-0.52	0.016	0.01	-0.02	-48.03	2.87E-04
16	191.79	-0.62	0.016	0.01	-0.01	-48.00	7.18E-05
17	143.81	-0.70	0.016	0.01	0.00	-47.98	0.00E+00
18	95.85	0.20	0.016	-0.01	0.01	-47.96	-7.18E-05
19	47.91	0.00	0.016	0.00	0.00	-47.94	0.00E+00
20	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	-47.91	0.00E+00

หมายเหตุ

1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น

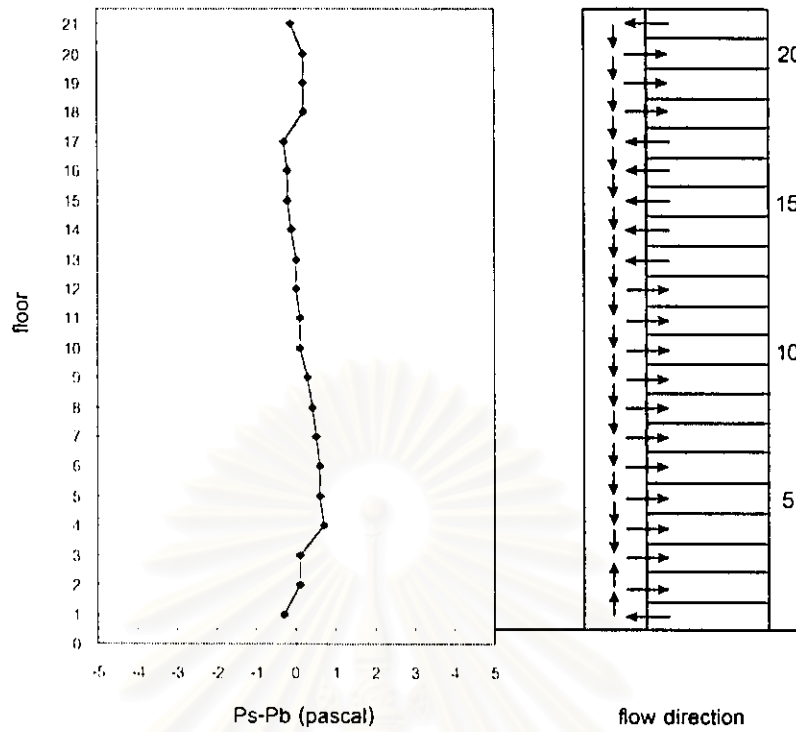
ตารางที่ 6.18 แสดงค่าความดันและอัตราการไหลเชิงมวลภายในปล่องบันไดที่ 3 (stairwell=3)

ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร

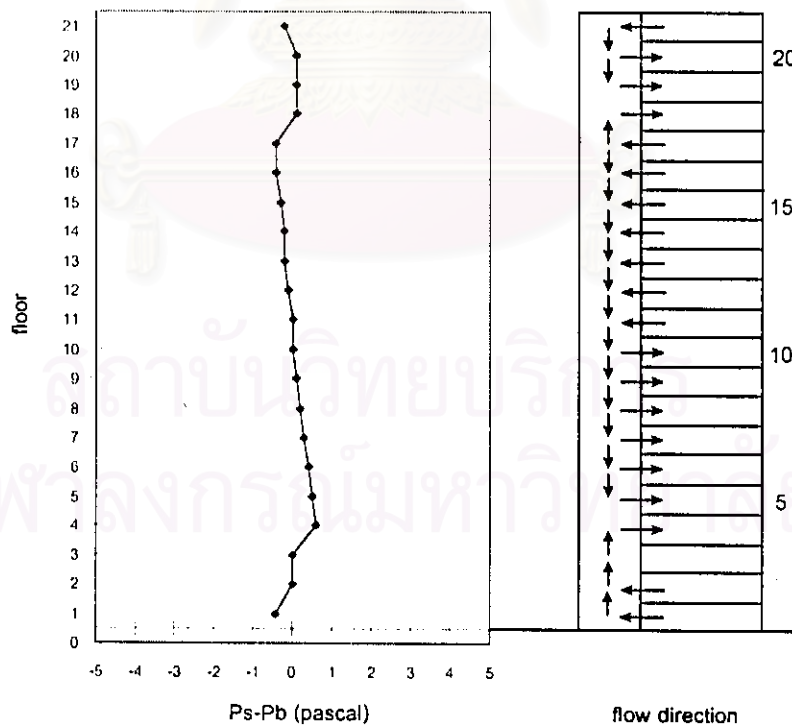
floor	pressure (pascal)	Ps-Pb (pascal)	leakage area (sq.m)	flow into shaft (kg/s)	flow in shaft (kg/s)	hydrostatic pressure difference (pascal)	friction loss (pascal)
1	947.85	0.00	0.000	0.00	from floor (i-1) to floor i		
2	870.74	0.10	0.016	-0.01	0.00	-77.11	0.00E+00
3	822.44	0.06	0.016	0.00	-0.01	-48.30	7.18E-05
4	774.16	0.53	0.016	-0.01	-0.01	-48.28	7.18E-05
5	725.90	0.45	0.016	-0.01	-0.02	-48.26	2.87E-04
6	677.67	0.35	0.016	-0.01	-0.03	-48.23	6.46E-04
7	629.46	0.25	0.016	-0.01	-0.04	-48.21	1.15E-03
8	581.27	0.15	0.016	-0.01	-0.05	-48.19	1.80E-03
9	533.11	0.05	0.016	0.00	-0.06	-48.16	2.59E-03
10	484.97	-0.02	0.016	0.00	-0.06	-48.14	2.59E-03
11	436.85	-0.11	0.016	0.01	-0.06	-48.12	2.59E-03
12	388.76	-0.21	0.016	0.01	-0.05	-48.09	1.80E-03
13	340.69	-0.31	0.016	0.01	-0.04	-48.07	1.15E-03
14	292.64	-0.41	0.016	0.01	-0.03	-48.05	6.46E-04
15	244.61	-0.52	0.016	0.01	-0.02	-48.03	2.87E-04
16	196.61	-0.62	0.016	0.01	-0.01	-48.00	7.18E-05
17	148.63	-0.70	0.016	0.01	0.00	-47.98	0.00E+00
18	100.67	0.20	0.016	-0.01	0.01	-47.96	-7.18E-05
19	52.73	0.00	0.016	0.00	0.00	-47.94	0.00E+00
20	4.82	0.00	0.000	0.00	0.00	-47.91	0.00E+00

หมายเหตุ

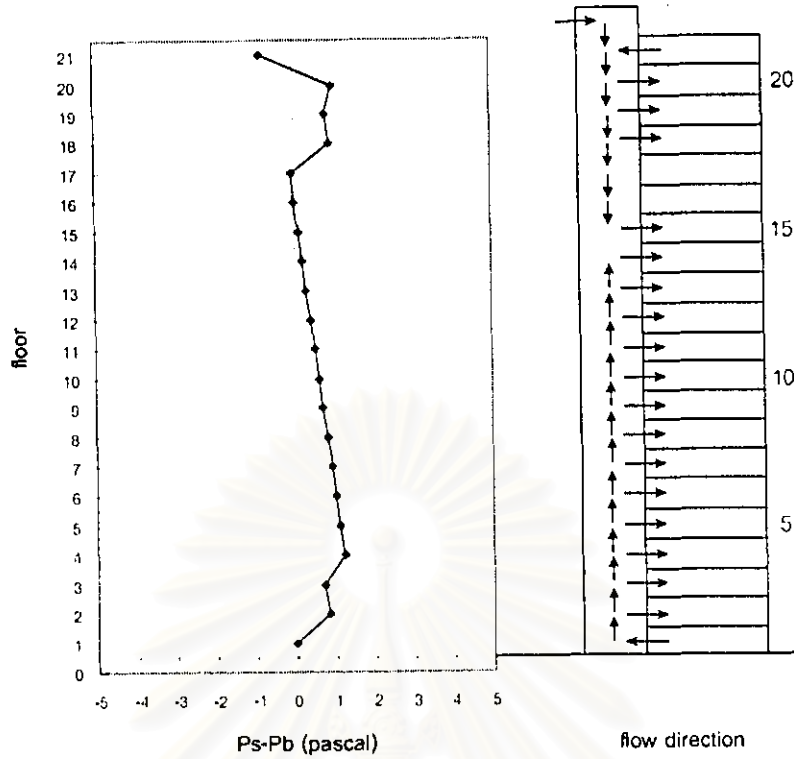
1. ความดันในปล่องเป็นค่าสัมพัทธ์เมื่อคิดที่จุดสูงสุดของปล่องนั้นๆมีความดันเป็นศูนย์
2. Ps-Pb หมายถึง ความดันในปล่อง - ความดันในอาคาร
3. flow into shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลเข้าปล่อง
4. flow in shaft มีค่าเป็นบวกหมายถึงอากาศไหลขึ้น
5. floor i-1 หมายถึง ชั้นที่อยู่ต่ำกว่า floor i 1 ชั้น



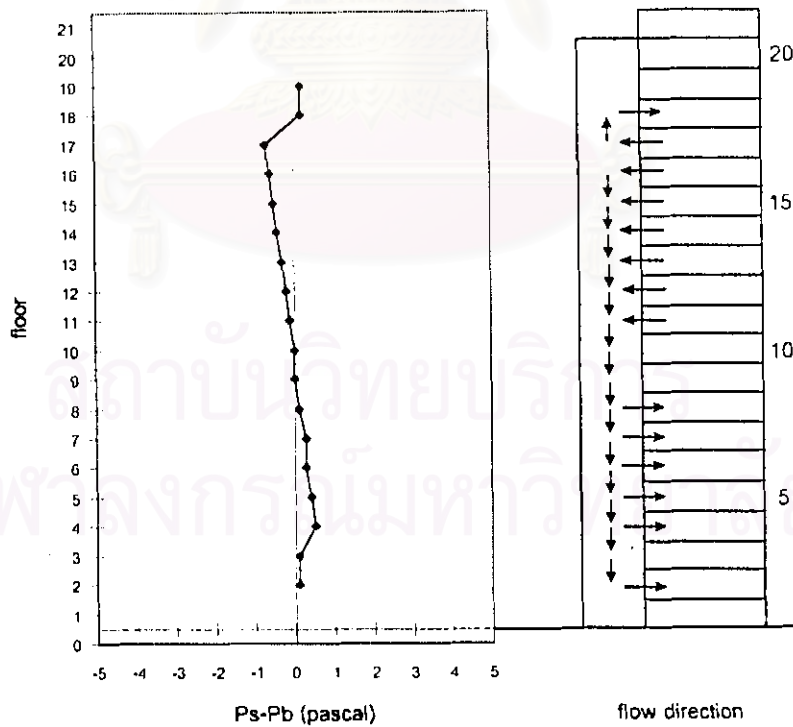
รูปที่ 6.17 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องลิฟท์ที่ 1 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ *stack effect* และลมที่พัดปะทะอาคาร



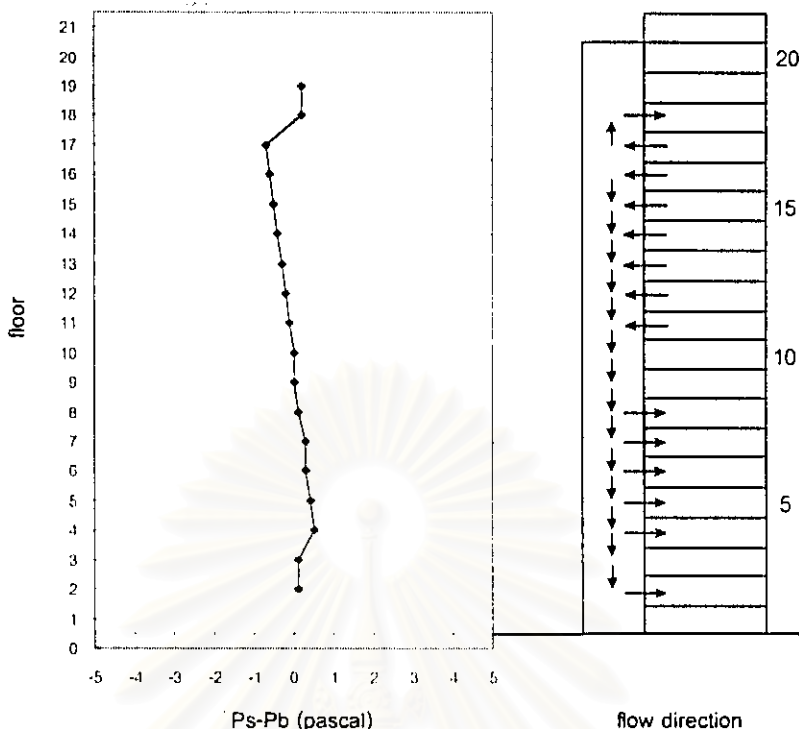
รูปที่ 6.18 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องลิฟท์ที่ 2 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ *stack effect* และลมที่พัดปะทะอาคาร



รูปที่ 6.19 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องบันไดที่ 1 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร



รูปที่ 6.20 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร ($P_s - P_b$) ของปล่องบันไดที่ 2 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร



รูปที่ 6.21 แสดงค่าผลต่างระหว่างความดันภายในปล่องและอาคาร (P_s-P_b) ของปล่องบันไดที่ 3 ขณะที่อาคารอยู่ภายใต้อิทธิพลของ stack effect และลมที่พัดปะทะอาคาร

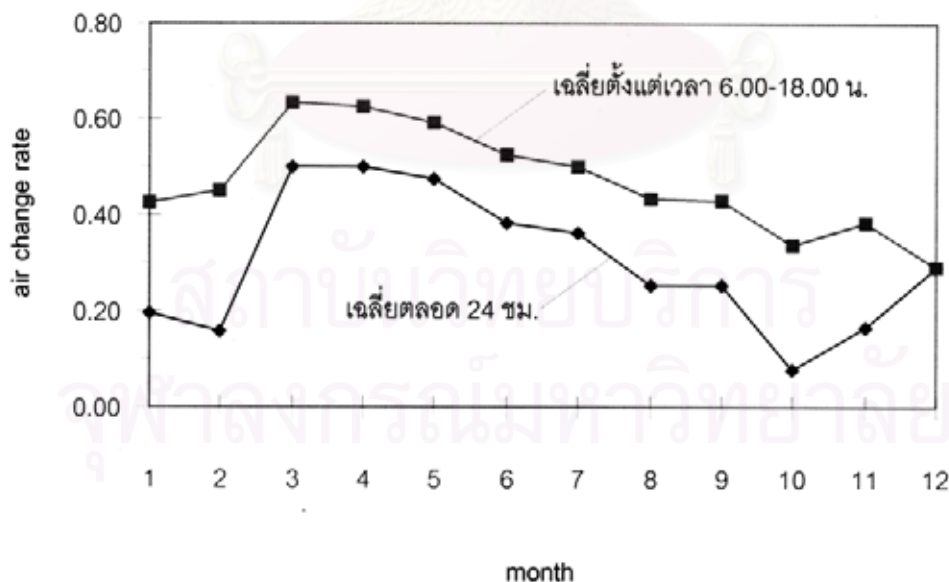
6.4 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศตามฤดูกาลที่มีผลต่อค่าอัตราการระบายอากาศ

จะทำการวิเคราะห์อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศตามฤดูกาลที่มีผลต่อค่าอัตราการระบายอากาศ โดยจะทำการทำนายค่าอัตราการระบายอากาศของห้องที่ใช้ในการทำการทดลอง วัดค่าอัตราการระบายอากาศในการวิจัยนี้ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยข้อมูลสภาพอากาศที่ป้อนให้กับโปรแกรมเป็นข้อมูลเฉลี่ยในแต่ละเดือนของกรุงเทพมหานคร (ข้อมูลอากาศปี พ.ศ. 2534) โดยทำการเฉลี่ย 2 แบบ คือ เฉลี่ยตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วัน และ เฉลี่ย 12 ชั่วโมงใน 1 วัน คือตั้งแต่เวลา 6.00-18.00 น. ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือนของกรุงเทพมหานคร แสดงอยู่ในตารางที่ 6.19 และผลการทำนายค่าอัตราการระบายอากาศด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น แสดงอยู่ในรูปที่ 6.22

จากผลการทำนายที่ได้แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการระบายอากาศจะมีค่าสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งจะเป็นฤดูที่ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคารมีค่าสูงสุด และมีอิทธิพลของลมที่พัดปะทะอาคารค่อนข้างสูงอีกด้วย

ตารางที่ 6.19 แสดงข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือนของกรุงเทพมหานคร (ปี พ.ศ. 2534)

เดือน	เฉลี่ยตลอด 24 ชม.			เฉลี่ยตั้งแต่เวลา 6.00-18.00 น.		
	อุณหภูมิ (°C)	ความเร็วลม (km/h)	ทิศทาง	อุณหภูมิ (°C)	ความเร็วลม (km/h)	ทิศทาง
มกราคม	28.0	2.0	67	29.6	2.9	81
กุมภาพันธ์	28.0	3.6	106	30.0	4.4	110
มีนาคม	29.8	6.1	176	31.4	7.0	178
เมษายน	30.2	4.8	151	31.8	5.5	153
พฤษภาคม	30.1	3.6	122	31.5	4.3	138
มิถุนายน	29.2	3.7	130	30.3	5.0	160
กรกฎาคม	28.9	3.2	130	30.2	3.9	149
สิงหาคม	28.2	3.5	127	29.4	4.7	153
กันยายน	28.2	1.9	80	29.6	2.5	96
ตุลาคม	27.5	1.8	54	28.9	2.6	72
พฤศจิกายน	27.2	1.9	45	29.2	2.5	56
ธันวาคม	26.5	2.5	41	28.6	3.2	54



รูปที่ 6.22 แสดงค่าอัตราการระบายอากาศของห้องที่ทำกรทำนายด้วย โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือนของกรุงเทพมหานคร