

# การพัฒนาฝ้าชายคาระบายอากาศเพื่อลดความร้อนใต้หลังคาบ้านพักอาศัย

## Development of Soffit Vents for Reduction of Heat Accumulation Under the Roof

นิรันดร์ วงศ์เศรษฐพงศ์<sup>1</sup> โสภา วิศิษฐ์ศักดิ์<sup>2</sup> และโจเซฟ เคดารี<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และพัฒนาต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศ เพื่อการระบายอากาศใต้หลังคา ขอบเขตในการวิจัย ศึกษาช่องระบายอากาศ ความสูงของเกล็ดระบายอากาศ ลักษณะพิเศษของฝ้าชายคาระบายอากาศ เป็นเกล็ดระบายอากาศรูปปากฉลาม สามารถกันฝน กันแมลง การพัฒนาต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศที่ใช้ในการทดสอบ มีจำนวน 3 ชุด โดยได้ทำการออกแบบ รูปร่าง ขนาด การจัดเรียงเกล็ดระบายอากาศ เหมือนกัน ยกเว้นความสูงของเกล็ด มีความแตกต่างกัน

ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนความเร็วของกระแสลมที่ลดลง เมื่อผ่านฝ้าชายคาของลมที่มีความเร็ว 2.0-2.8 m/s จะน้อยกว่าของกระแสลมที่มีความเร็ว 3.5-4.0 m/s โดยความสูงของเกล็ด ที่มีความสูง 10 มิลลิเมตร แบบที่มีเกล็ดสูงที่สุด มีการไหลผ่านของอากาศโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 m/s มากกว่า แบบเกล็ดที่มีความสูง 5 มิลลิเมตร และ เกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร ซึ่งมีความเร็วลมผ่านเกล็ดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 m/s และ 0.4 m/s ตามลำดับ จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าฝ้าชายคาระบายอากาศที่เหมาะสมคือ รูปแบบ ที่มีเกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร หากมีการนำต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศนี้ไปพัฒนา ใช้กับหลังคาอย่างเหมาะสมแล้ว จะช่วยให้เกิดการระบายอากาศ ลดความร้อนใต้หลังคาได้ดีกว่าฝ้าชายคาแบบที่บ

**คำสำคัญ:** ฝ้าชายคาระบายอากาศ บานเกล็ด เกล็ดระบายอากาศรูปปากฉลาม การระบายอากาศใต้หลังคา ความเร็วลม

### Abstract

This research aimed to design and develop a prototype soffit vents that helps reduce the heat accumulation under the roof. The scope of this research is to find the appropriate height of the soffit vents. These soffit vents was designed in saw tooth shaped, able to prevent rain and insects. There are 3 types of soffit vents in this experiment. The control variables are shape, size and the arrangement of the soffit louver and the independent variable is the height of each soffit vents which is 10 mm, 5 mm, and 3 mm.

The result shows that at wind speed 2.0-2.8 m/s the speed after the wind passed through the soffits vents reduce less than wind speed 3.5-4.0 m/s. The soffit vents with 10 mm louver has the highest average airflow at 0.54 m/s and the soffit vents with 5 mm and 3 mm louver has the average airflow at 0.43 m/s and 0.40 m/s respectively. The results of the experiment reveal that the most appropriate height of the louver for a soffit vents is 10 mm. If this prototype soffit vents can be developed for practical use in the future, it could help reduce the heat accumulation under the roof much better than the soffit with no vent.

**Keywords:** Soffit Vents, Louver, Saw Tooth Shape Louver, Attic Ventilation, Wind Velocity

<sup>1-3</sup> สาขาวิชาบัณฑิตกรรมอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## 1. บทนำ

การออกแบบอาคารอยู่อาศัยในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น วิธีการแก้ปัญหาการลดความร้อนในช่องว่างใต้หลังคาถ่ายเทความร้อนสู่ภายในอาคารทำได้หลายวิธี ได้แก่ การกำหนดความชันของคาหลังคา (วิระยุทธ พันธุ์ศรี, 2556) การพับแผ่นหลังคาเพิ่มร่มเงาให้กับตัวมันเอง การทำหลังคาสองชั้น (วิทยา พวงสมบัติ, 2549 ก) การติดตั้งฉนวนกันความร้อน ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ (พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์, 2550) การลดความร้อนอีกวิธีหนึ่ง คือ การระบายอากาศใต้หลังคา (พาสนา ตันทลักษ์ณ์, 2527) ด้วยการใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติ ซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หนึ่งในวิธีการระบายอากาศใต้หลังคา คือ การทำช่องระบายอากาศที่ฝ้าชายคา มีการศึกษาประสิทธิผลในการลดความร้อนจากหลังคาโดยวิธีการระบายอากาศ และการใช้ฉนวนกันความร้อน การลดความร้อนจากหลังคาโดยวิธีการระบายอากาศ สามารถลดความร้อนได้ (พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์, 2550) การลดความร้อนจากหลังคาโดยวิธีการทำช่องระบายอากาศที่ฝ้าชายคามีประสิทธิผลในการลดความร้อนไม่มากนัก (วิกรม จานงจิตต์, 2545) การใช้ฝ้าชายคาระบายอากาศไม่เสื่อมความนิยม จากที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการทำช่องระบายอากาศที่ฝ้าชายคานั้นยังมีรูปแบบเดิม เช่น ไม้ระแนงเว้นช่องระบายอากาศ ฝ้าชายคามีรูระบายอากาศ จึงเห็นควรที่จะนำฝ้าชายคาระบายอากาศมาพัฒนาปรับเปลี่ยนให้มีประสิทธิผลสูงที่สุด

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 ออกแบบและพัฒนาต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศ

2.2 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลการไหลของอากาศผ่านฝ้าชายคาแบบที่บกับต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศที่มีขนาดช่องเปิดแตกต่างกัน

## 3. วิธีการวิจัย เครื่องมือวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย

### 3.1 กำหนดขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาเฉพาะฝ้าชายคาระบายอากาศแบบแนวนอนขนานพื้น

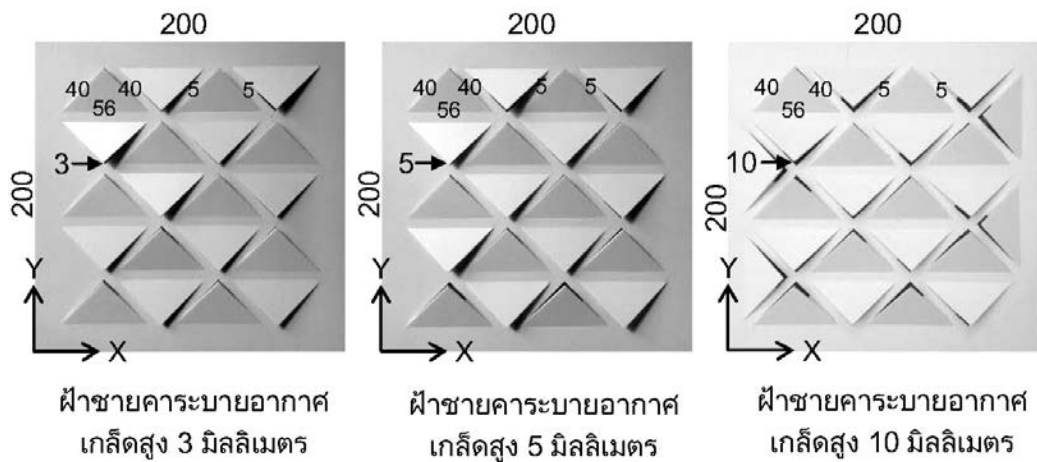
3.1.1 ต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบ ขนาด 200 x 200 มิลลิเมตร ความสูง 3 และ 10 มิลลิเมตร ไม่ติดตั้งมุ้งลวด

3.1.2 ฝ้าชายคาแบบที่บ ขนาด 200 x 200 x 2 มิลลิเมตร

3.1.3 กล่องทดสอบการไหลของอากาศผ่านฝ้าชายคาระบายอากาศ ขนาดกว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 1,300 มิลลิเมตร สูง 120 มิลลิเมตร ภายในกล่องติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ขนาด 120 x 120 มิลลิเมตร

ในการดำเนินงานวิจัย แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ออกแบบฝ้าชายคาระบายอากาศ เป็นเกล็ดรูปปากฉลาม แล้วพัฒนาช่องระบายอากาศ เป็น 3 รูปแบบ โดยให้มีขนาดและรูปแบบการจัดเรียงเกล็ดเหมือนกัน ยกเว้นการพับเกล็ดแต่ละแบบให้มีความสูงที่แตกต่างกัน ดังนี้ แบบที่ 1 ฝ้าชายคาระบายอากาศที่มีเกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร แบบที่ 2 ฝ้าชายคาระบายอากาศที่มีเกล็ดสูง 5 มิลลิเมตร และแบบที่ 3 ฝ้าชายคาระบายอากาศที่มีเกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร จากนั้นผลิตต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศ ด้วยแผ่นพลาสติก ขนาด 200 x 200 x 2 มิลลิเมตร (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศ  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

ช่วงที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการไหลของอากาศผ่านต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศด้วยกล่องทดสอบขนาด 200 x 1,300 x 120 มิลลิเมตร ภายในกล่องติดตั้งพัดลม ที่มีการควบคุมกระแสลม 5 ระดับ ทำการเปรียบเทียบ 4 กรณี คือ ฝ้าชายคาแบบทึบ ฝ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร ฝ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 5 มิลลิเมตร และฝ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร รวมการเปรียบเทียบทั้งหมด 4 การทดลอง จะใช้เวลาเก็บข้อมูล ประมาณ 1 วัน

### 3.2 สถานที่และห้องทดลอง

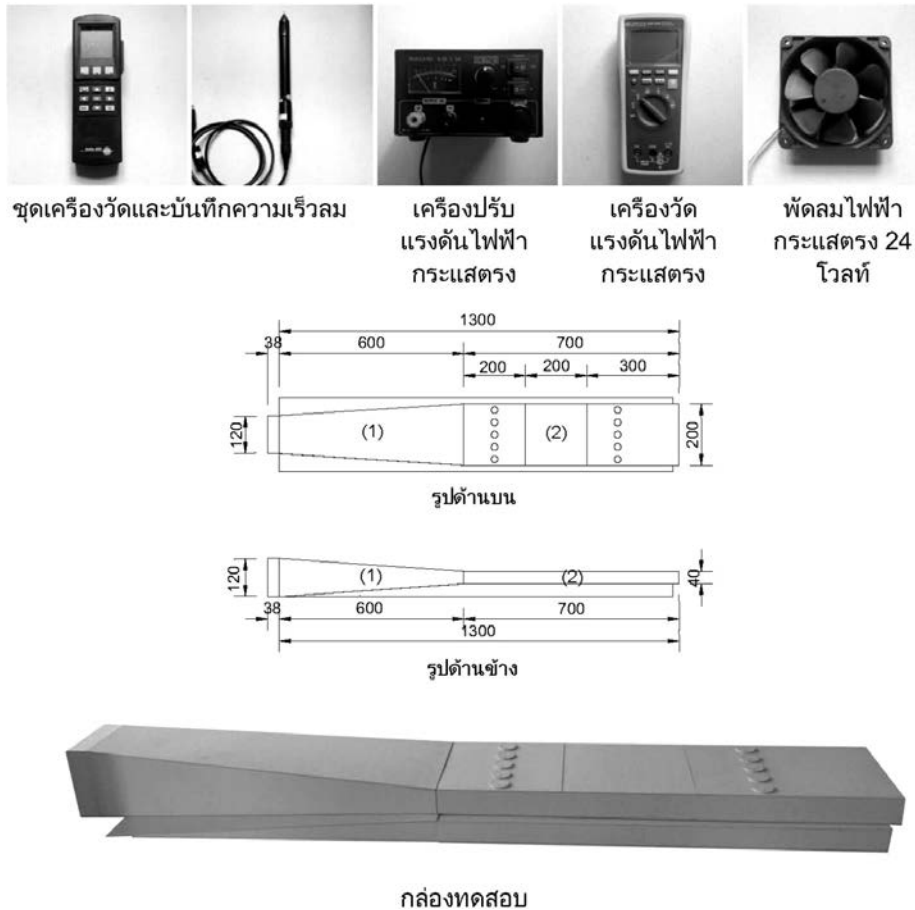
สถานที่ทดลองใช้ห้อง CBIT ชั้น 6 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ลักษณะห้องทดลองเป็นห้องปิดไม่มีกระแสลมภายในห้อง กับไม่มีกระแสลมภายนอกห้องพัดผ่านเข้ามาภายในห้อง (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ห้อง CBIT ชั้น 6 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

### 3.3 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

ในการทดลองใช้เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ (รูปที่ 3) ดังนี้



รูปที่ 3 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

3.3.1 ชุดเครื่องวัดและบันทึกความเร็วลม ของ Testo รุ่น 400 (Multi Function Meter for Hot – Wire Anemometer with Hot wire probe, 32” telescopic handle, probe head diameter 20 m.m., Measuring Range: 0 to 10 m/s) สำหรับวัดความเร็วของกระแสลม

3.3.2 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (Variable DC Power Supply) 0 -30 VDC, 3A สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง และปรับแรงดันไฟฟ้า

3.3.3 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (FLUKE CNX300 Wireless Multi Meter) สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แสดงผลการปรับแรงดันไฟฟ้าเป็นตัวเลข (Digital)

3.3.4 พัดลมไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ขนาด 120 x 120 x 38 มิลลิเมตร (DC FAN 24V 0.35A) สำหรับติดตั้งภายในกล่อง ผลิตกระแสลมในกล่องทดสอบ

3.3.5 กระดาษแข็งขนาด 200 x 200 x 2 มิลลิเมตร สำหรับเป็นแผ่นผ้าชายคาแบบทึบ

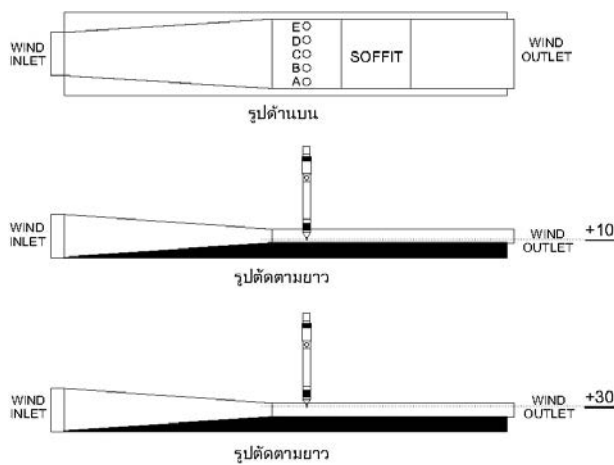
3.3.6 กล่องทดสอบ ทำจากกระดาษแข็งหนา 2 มิลลิเมตร ขนาด 200 x 1,300 x 120 มิลลิเมตร สำหรับทดสอบการไหลของอากาศผ่านต้นแบบผ้าชายคาระบายอากาศ

ในการทดสอบใช้กล่องทดสอบ เป็นตัวควบคุมขอบเขตพื้นที่ของการทดสอบ โดยกล่องทดสอบประสิทธิภาพการไหลของอากาศผ่านฝ้าชายคาระบายอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนผลิตกระแสลม (WIND INLET) กับเป็นท่อส่งลม ยาว 600 มิลลิเมตร ปลายกล่องด้านหนึ่ง มีความกว้าง 120 มิลลิเมตร สูง 120 มิลลิเมตร ติดตั้งพัดลมไฟฟ้า ขนาด 120 x 120 มิลลิเมตร ปลายกล่องอีกด้านหนึ่งเป็นช่องเปิด กว้าง 200 มิลลิเมตร เท่ากับต้นแบบฝ้าชายคาระบายอากาศ สูง 40 มิลลิเมตร เชื่อมต่อกับกล่องทดสอบส่วนที่สอง ส่วนที่สองเป็นส่วนทดสอบประสิทธิภาพ ความกว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 700 มิลลิเมตร สูง 40 มิลลิเมตร ปลายกล่องด้านหนึ่งเป็นช่องเปิดเชื่อมต่อกับกล่องทดสอบส่วนที่หนึ่ง ปลายกล่องอีกด้านหนึ่งเป็นช่องเปิด ให้เป็นช่องลมออกจากกล่องทดสอบ (WIND OUTLET) (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ประกอบเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

การหาความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าโดยการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของพัดลมกับความเร็วลม ติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลมเพื่อการปรับแรงดันไฟฟ้า (รูปที่ 5) เพื่อหาค่าความเร็วลมที่นำมาใช้ทดสอบ กำหนดตำแหน่งวัดค่าทดสอบบนกล่องทดสอบ 5 จุด 10 ตำแหน่ง (จุด A-E) เพื่อไว้ใส่เครื่องมือวัดความเร็วลมและบันทึกค่าอัตราการไหลของอากาศที่ด้านหน้าฝ้าชายคา โดยมีระยะห่างออกมา 10 เซนติเมตร ในช่วงที่มีการใส่เครื่องมือที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ตำแหน่งช่องที่เหลือจะมีการปิดไว้เพื่อการบันทึกค่าความเร็วลมครั้งละ 1 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 20 วินาที ทำการบันทึกผลก็จะได้ผลทดสอบที่ใช้ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าเพื่อหาค่าความเร็วที่นำมาใช้ทดสอบ (ปวีณา อโศกวิธนะ, 2554)



รูปที่ 5 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดและบันทึกความเร็วลมในกล่องทดสอบ  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

ความเร็วลมเฉลี่ยที่ใช้ทดสอบได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า 5 ระดับ 7 9 11 14 และ 16 โวลท์ ความเร็วลมในกล่องทดสอบ ที่ระดับ +10 มิลลิเมตร ที่นำมาใช้ทดสอบ 1.94 2.43 2.82 3.52 และ 4.10 เมตร/วินาที (ตารางที่ 1) ความเร็วลมในกล่องทดสอบ ที่ระดับ +30 มิลลิเมตร ที่นำมาใช้ทดสอบ 2.00 2.39 2.72 3.52 และ 3.84 เมตร/วินาที (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +10 มิลลิเมตร ในกล่องทดสอบ

VOLT	INLET					AVERAGE		VOLUME (m <sup>3</sup> /s)
	WIND VELOCITY					WIND VELOCITY		
	A	B	C	D	E	(m/s)	(Km/h)	
	LOWER	LOWER	LOWER	LOWER	LOWER			
16	4.22	4.02	3.82	4.07	4.38	4.10	14.760	0.03280
14	3.61	3.46	3.26	3.53	3.76	3.52	12.672	0.02816
11	3.00	2.90	2.52	2.70	2.96	2.82	10.152	0.02256
9	2.64	2.44	2.10	2.37	2.61	2.43	8.748	0.01944
7	2.02	2.01	1.70	1.91	2.06	1.94	6.984	0.01552

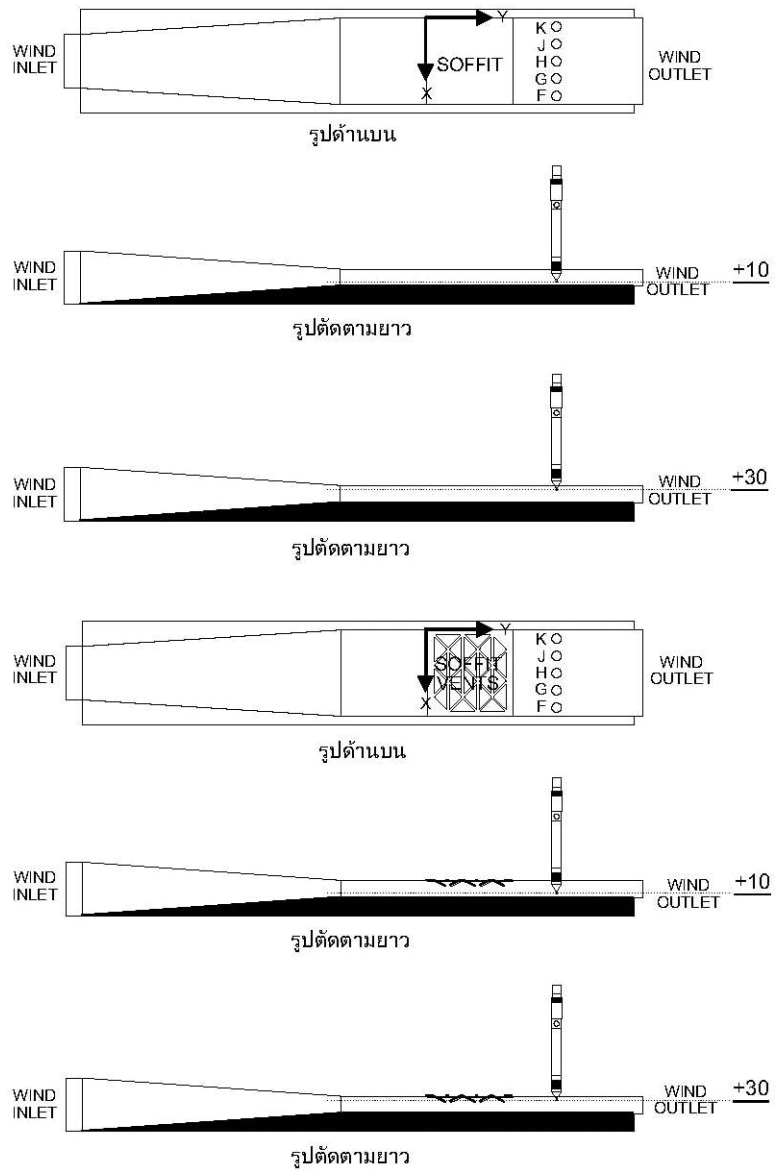
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

ตารางที่ 2 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +30 มิลลิเมตร ในกล่องทดสอบ

VOLT	INLET					AVERAGE		VOLUME (m <sup>3</sup> /s)
	WIND VELOCITY					WIND VELOCITY		
	A	B	C	D	E	(m/s)	(Km/h)	
	UPPER	UPPER	UPPER	UPPER	UPPER			
16	3.91	3.85	3.66	3.78	4.02	3.84	13.824	0.03072
14	3.54	3.47	3.33	3.54	3.71	3.52	12.672	0.02816
11	2.73	2.69	2.56	2.73	2.89	2.72	9.792	0.02176
9	2.44	2.37	2.21	2.39	2.53	2.39	8.604	0.01912
7	2.09	1.98	1.87	1.98	2.06	2.00	7.200	0.01600

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

การติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร็วลมผ่านฝ้ายชยา ในการวัดค่าทดสอบมีการกำหนดตำแหน่งวัดค่าทดสอบบนกล่องทดสอบ 5 จุด 10 ตำแหน่ง (จุด F-K) เพื่อไว้ใส่เครื่องวัดความเร็วลมและบันทึกค่าอัตราการไหลของอากาศที่ด้านหลังฝ้ายชยา โดยมีระยะห่างออกมา 10 เซนติเมตร ในช่วงที่มีการใส่เครื่องมือที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ตำแหน่งช่องที่เหลือจะมีการปิดไว้เพื่อการบันทึกค่าความเร็วลมครั้งละ 1 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 20 วินาที ทำการบันทึกผลก็จะได้ค่าเฉลี่ยการไหลของอากาศผ่านฝ้ายชยาแต่ละตำแหน่ง (รูปที่ 6) จากนั้นนำผลที่ได้ ณ ตำแหน่งต่างๆ มาหาค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศ (ปวีณา อโศกวัฒน์, 2554)



รูปที่ 6 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดและบันทึกความเร็วลมผ่านฝ้าชายคา  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

การทดลองที่ 1

ทดสอบการไหลของอากาศผ่านฝ้าชายคาแบบทึบ (ตารางที่ 3-4 และรูปที่ 7)

ตารางที่ 3 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +10 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาแบบทึบ

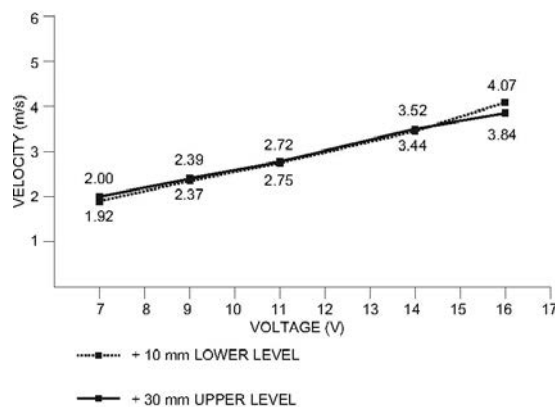
INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m3/s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F LOWER	G LOWER	H LOWER	J LOWER	K LOWER	(m/s)	(Km/h)		
4.10	16	4.00	4.00	3.75	4.07	4.25	4.07	14.652	0.03256	<b>99.268</b>
3.52	14	3.52	3.52	3.23	3.40	3.55	3.44	12.384	0.02752	<b>97.727</b>
2.82	11	2.86	2.80	2.50	2.80	2.81	2.75	9.900	0.02200	<b>97.517</b>
2.43	9	2.39	2.40	2.22	2.37	2.46	2.37	8.532	0.01896	<b>97.530</b>
1.94	7	1.92	1.96	1.74	1.95	2.05	1.92	6.912	0.01536	<b>98.969</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

ตารางที่ 4 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +30 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาแบบทึบ

INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m3/s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F UPPER	G UPPER	H UPPER	J UPPER	K UPPER	(m/s)	(Km/h)		
3.84	16	3.91	3.85	3.66	3.78	4.02	3.84	13.824	0.03072	<b>100</b>
3.52	14	3.54	3.47	3.33	3.54	3.71	3.52	12.672	0.02816	<b>100</b>
2.72	11	2.73	2.69	2.56	2.73	2.89	2.72	9.792	0.02176	<b>100</b>
2.39	9	2.44	2.37	2.21	2.39	2.53	2.39	8.604	0.01912	<b>100</b>
2.00	7	2.09	1.98	1.87	1.98	2.06	2.00	7.200	0.01600	<b>100</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)



รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมผ่านฝ้าชายคาแบบทึบ

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)



การทดลองที่ 2

ทดสอบการไหลของอากาศผ่านผ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5-6 และรูปที่ 8)

ตารางที่ 5 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +10 มิลลิเมตรผ่านผ้าชายคาระบายอากาศ เกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร

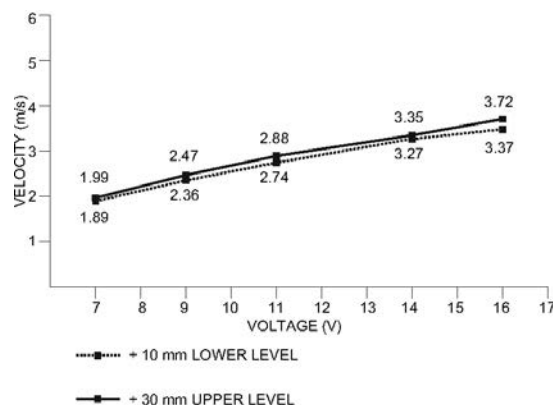
INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m <sup>3</sup> /s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F LOWER	G LOWER	H LOWER	J LOWER	K LOWER	(m/s)	(Km/h)		
4.10	16	3.64	3.46	3.25	3.37	3.65	3.47	12.492	0.02776	<b>84.634</b>
3.52	14	3.44	3.27	3.07	3.21	3.36	3.27	11.772	0.02616	<b>92.897</b>
2.82	11	2.89	2.78	2.54	2.67	2.80	2.74	9.864	0.02192	<b>97.163</b>
2.43	9	2.49	2.38	2.17	2.30	2.44	2.36	8.496	0.01888	<b>97.119</b>
1.94	7	1.96	1.92	1.74	1.91	1.93	1.89	6.804	0.01512	<b>97.422</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

ตารางที่ 6 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +30 มิลลิเมตรผ่านผ้าชายคาระบายอากาศ เกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร

INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m <sup>3</sup> /s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F UPPER	G UPPER	H UPPER	J UPPER	K UPPER	(m/s)	(Km/h)		
3.84	16	3.66	3.73	3.55	3.61	4.05	3.72	13.392	0.02976	<b>96.875</b>
3.52	14	3.23	3.39	3.20	3.29	3.66	3.35	12.060	0.02680	<b>95.170</b>
2.72	11	2.81	2.85	2.75	2.85	3.12	2.88	10.368	0.02304	<b>105.882</b>
2.39	9	2.40	2.49	2.37	2.45	2.65	2.47	8.892	0.01976	<b>103.347</b>
2.00	7	1.96	2.05	1.90	1.94	2.10	1.99	7.164	0.01592	<b>99.500</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมผ่านผ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

การทดลองที่ 3

ทดสอบการไหลของอากาศผ่านฝ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 5 มิลลิเมตร (ตารางที่ 7-8 และรูปที่ 9)

ตารางที่ 7 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +10 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาระบายอากาศ เกล็ดสูง 5 มิลลิเมตร

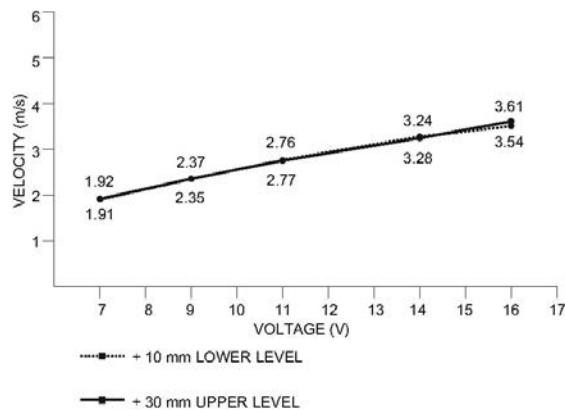
INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m3/s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F LOWER	G LOWER	H LOWER	J LOWER	K LOWER	(m/s)	(Km/h)		
4.10	16	3.76	3.55	3.24	3.45	3.68	3.54	12.744	0.02832	<b>86.341</b>
3.52	14	3.50	3.33	2.99	3.17	3.43	3.28	11.808	0.02624	<b>93.181</b>
2.82	11	2.92	2.82	2.54	2.70	2.89	2.77	9.972	0.02216	<b>98.226</b>
2.43	9	2.47	2.40	2.15	2.32	2.41	2.35	8.460	0.01880	<b>96.707</b>
1.94	7	2.03	1.96	1.72	1.90	1.96	1.91	6.876	0.01528	<b>98.453</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

ตารางที่ 8 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +30 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาระบายอากาศ เกล็ดสูง 5 มิลลิเมตร

INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m3/s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F UPPER	G UPPER	H UPPER	J UPPER	K UPPER	(m/s)	(Km/h)		
3.84	16	3.62	3.60	3.33	3.40	4.09	3.61	12.996	0.02888	<b>94.010</b>
3.52	14	3.09	3.22	3.11	3.12	3.67	3.24	11.664	0.02592	<b>92.045</b>
2.72	11	2.72	2.76	2.60	2.62	3.08	2.76	9.936	0.02208	<b>101.470</b>
2.39	9	2.32	2.40	2.24	2.26	2.65	2.37	8.532	0.01896	<b>99.163</b>
2.00	7	1.89	2.02	1.81	1.78	2.11	1.92	6.912	0.01536	<b>96.000</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมผ่านฝ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 5 มิลลิเมตร

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

การทดลองที่ 4

ทดสอบการไหลของอากาศผ่านต้นแบบผ้าชายคาระบายอากาศที่มีเกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร (ตารางที่ 9-10 และรูปที่ 10)

ตารางที่ 9 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +10 มิลลิเมตรผ่านผ้าชายคาระบายอากาศ เกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร

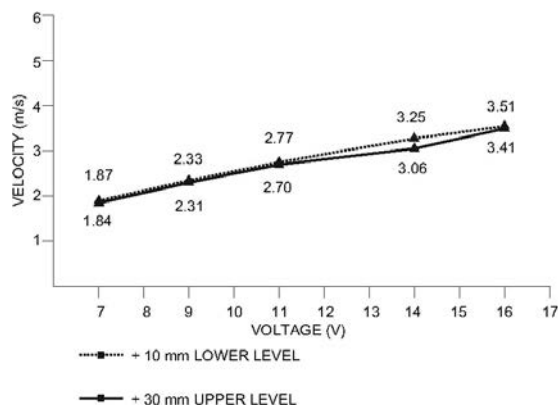
INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m <sup>3</sup> /s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F LOWER	G LOWER	H LOWER	J LOWER	K LOWER	(m/s)	(Km/h)		
4.10	16	3.56	3.43	3.03	3.34	3.68	3.41	12.276	0.02728	<b>83.170</b>
3.52	14	3.46	3.27	2.90	3.13	3.48	3.25	11.700	0.02600	<b>92.329</b>
2.82	11	2.95	2.80	2.45	2.71	2.93	2.77	9.972	0.02216	<b>98.226</b>
2.43	9	2.45	2.38	2.08	2.28	2.47	2.33	8.388	0.01864	<b>95.884</b>
1.94	7	1.97	1.94	1.63	1.83	1.98	1.87	6.732	0.01496	<b>96.391</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

ตารางที่ 10 บันทึกความเร็วลมที่ระดับ +30 มิลลิเมตรผ่านผ้าชายคาระบายอากาศ เกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร

INLET		OUTLET WIND VELOCITY					AVERAGE WIND VELOCITY		VOLUME (m <sup>3</sup> /s)	OUTLET: INLET WIND VELOCITY (%)
WIND (m/s)	VOLT	F UPPER	G UPPER	H UPPER	J UPPER	K UPPER	(m/s)	(Km/h)		
3.84	16	3.53	3.61	3.20	3.23	3.97	3.51	12.636	0.02808	<b>82.031</b>
3.52	14	3.10	3.09	2.80	2.78	3.53	3.06	11.016	0.02448	<b>86.931</b>
2.72	11	2.68	2.78	2.44	2.50	3.10	2.70	9.720	0.0216	<b>99.264</b>
2.39	9	2.31	2.40	2.16	2.07	2.60	2.31	8.316	0.01848	<b>96.652</b>
2.00	7	1.85	1.97	1.68	1.64	2.06	1.84	6.624	0.01472	<b>92.000</b>

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

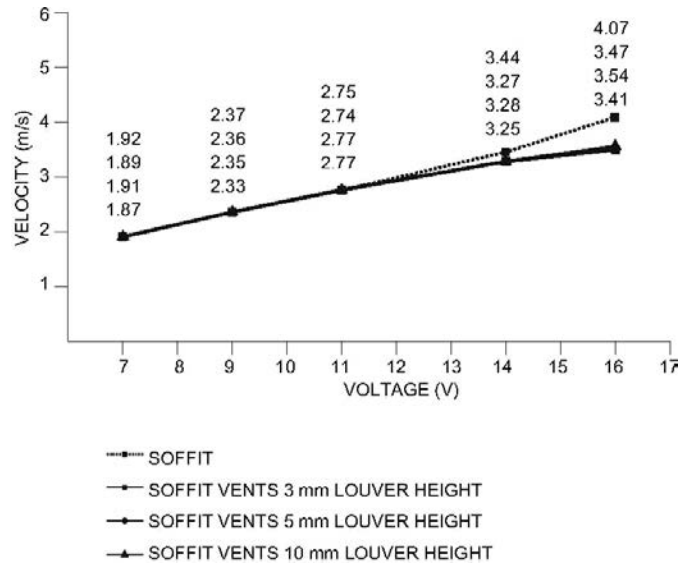


รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมผ่านผ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร

ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

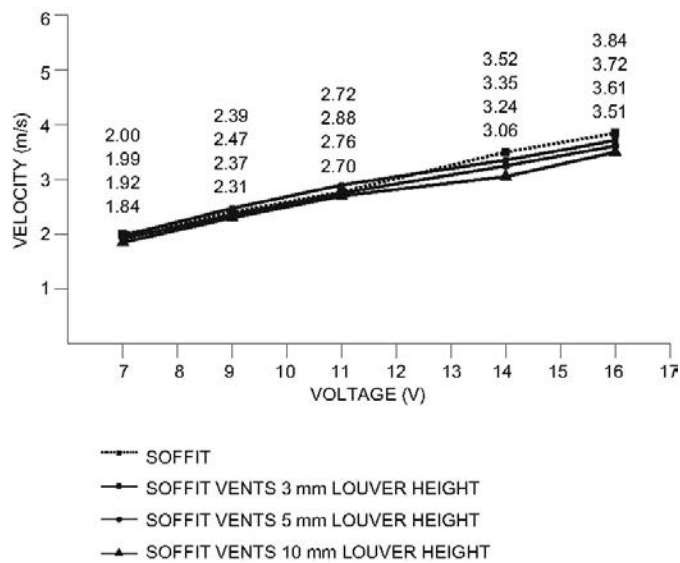
#### 4. ผลการวิจัย

เปรียบเทียบการไหลของอากาศที่ระดับ +10 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาแบบทึบ กับฝ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 3, 5 และ 10 มิลลิเมตร (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมที่ระดับ +10 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาแบบทึบกับฝ้าชายคาระบายอากาศ  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

เปรียบเทียบการไหลของอากาศที่ระดับ +30 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาแบบทึบ กับฝ้าชายคาระบายอากาศเกล็ดสูง 3, 5 และ 10 มิลลิเมตร (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมที่ระดับ +30 มิลลิเมตรผ่านฝ้าชายคาแบบทึบกับฝ้าชายคาระบายอากาศ  
ที่มา: ผู้วิจัย (2560)

## 5. การอภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

เปรียบเทียบอัตราการไหลของอากาศผ่านฝ้าชายคาแต่ละแบบ ฝ้าชายคาแบบทึบ อัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศ ที่ระดับ +10 มิลลิเมตร ลดลง 1-2 เปอร์เซ็นต์ กับที่ระดับ +30 มิลลิเมตรคงที่ มีอัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศผ่านฝ้าชายคาค่อนข้างคงที่

ฝ้าชายคากระบายอากาศเกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร อัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศ ที่ระดับ +10 มิลลิเมตร ช่วงความเร็ว 1.94-2.82 เมตร/วินาที ลดลง 3 เปอร์เซ็นต์ และช่วงความเร็ว 3.52-4.10 เมตร/วินาที ลดลง 7-15 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับ +30 มิลลิเมตร ช่วงความเร็ว 2.00-2.72 เมตร/วินาที คงที่ และช่วงความเร็ว 3.52-3.84 เมตร/วินาที ลดลง 3-5 เปอร์เซ็นต์ อัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศที่ผ่านฝ้าชายคาลดลงเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น แตกต่างจากฝ้าชายคาแบบทึบ

ฝ้าชายคากระบายอากาศเกล็ดสูง 5 มิลลิเมตร อัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศ ที่ระดับ +10 มิลลิเมตร ช่วงความเร็ว 1.94-2.82 เมตร/วินาที ลดลง 2-3 เปอร์เซ็นต์ และช่วงความเร็ว 3.52-4.10 เมตร/วินาที ลดลง 7-14 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับ +30 มิลลิเมตร ช่วงความเร็ว 2.00-2.72 เมตร/วินาที ลดลง 1-4 เปอร์เซ็นต์ และช่วงความเร็ว 3.52-3.84 เมตร/วินาที ลดลง 6-8 เปอร์เซ็นต์ อัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศที่ผ่านฝ้าชายคาลดลงเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มเหมือนฝ้าชายคากระบายอากาศเกล็ดสูง 3 มิลลิเมตร

ฝ้าชายคากระบายอากาศเกล็ดสูง 10 มิลลิเมตร อัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศ ที่ระดับ +10 มิลลิเมตร ช่วงความเร็ว 1.94-2.82 เมตร/วินาที ลดลง 2-4 เปอร์เซ็นต์ และช่วงความเร็ว 3.52-4.10 เมตร/วินาที ลดลง 8-17 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับ +30 มิลลิเมตร ช่วงความเร็ว 2.00-2.72 เมตร/วินาที ลดลง 1-8 เปอร์เซ็นต์ และช่วงความเร็ว 3.52-3.84 เมตร/วินาที ลดลง 13-18 เปอร์เซ็นต์ อัตราความเร็วลมเฉลี่ยและปริมาตรของอากาศที่ผ่านฝ้าชายคาลดลงเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มเหมือนฝ้าชายคากระบายอากาศเกล็ดสูง 3 และ 5 มิลลิเมตร

ผลการทดลองความสูงของเกล็ดระบายอากาศ ชี้ให้เห็นว่าความสูงของเกล็ดระบายอากาศมากส่งผลต่ออัตราการไหลและปริมาตรของอากาศผ่านฝ้าชายคากระบายอากาศที่ลดลงมาก เกล็ดระบายอากาศมีส่วนช่วยเพิ่มอัตราการไหลและปริมาตรของอากาศไหลเข้าภายในฝ้าชายคากระบายอากาศ

ข้อเสนอแนะ กรณีที่ควรศึกษาเพิ่มเติม การศึกษาอุณหภูมิ อัตราความเร็วและปริมาตรลมที่ไหลเข้าฝ้าชายคากระบายอากาศ

### เอกสารอ้างอิง

- ปวีณา อโศกวัฒน์. (2554). การออกแบบและพัฒนาชุดช่องเปิดระบายอากาศสำหรับผนังอาคาร. (รายงานการศึกษาอิสระ ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- พันธุฑา พุฒิไพโรจน์. (2550). การศึกษาประสิทธิภาพในการลดความร้อนจากหลังคาโดยวิธีการระบายอากาศและการใช้ฉนวนกันความร้อน. วารสารวิจัยพลังงาน. 4(1). 59-72.
- พาศนา ตันทลักษณ์. (2527). ภาวะภูมิอากาศกับการออกแบบอาคาร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พีทักซ์อักษร.
- วิกรม จ้านงจิตต์. (2545). ประสิทธิภาพของการออกแบบการระบายอากาศช่องใต้หลังคาเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากหลังคา. (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- วิทยา พวงสมบัติ. (2549 ก). การลดความร้อนสะสมในบ้านพักอาศัยโดยการระบายอากาศผ่านหลังคารับแสงอาทิตย์. วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี. 33 (186), 168-171.



- วิทยา พวงสมบัติ. (2549 ข). การลดความร้อนสะสมในบ้านพักอาศัยโดยการระบายอากาศผ่านหลังคารับแสงอาทิตย์. วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี. 33 (187), 144.
- วีระยุทธ พันธุ์ศรี. (2556). อิทธิพลของมวลสารและองค์ประกอบหลังคาต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน. (รายงานการศึกษาอิสระ ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).