

### สรุปการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในบ้านพักอาศัย โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศกรุงเทพมหานคร และลักษณะทางกายภาพของบ้านเดี่ยวสองชั้นรอบกรุงเทพมหานคร เพื่อนำไปสู่การประมวลผลด้วยโปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล และสรุปเป็นขอบเขตสภาวะน่าสบายในช่วงความเร็วลมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบ้านเดี่ยวสองชั้นรอบกรุงเทพมหานคร ด้วยอิทธิพลรูปแบบการระบายอากาศ และขนาดช่องเปิดต่าง ๆ กัน โดย รวมทั้งสิ้น 74 กรณีศึกษาสามารถวิเคราะห์และสรุปผลได้ตามวัตถุประสงค์งานวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอสรุปผลจากการศึกษาวิจัย
  - 1) ความเป็นไปได้ในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ
  - 2) ผลการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในบ้านเดี่ยว 2 ชั้น
    - (1) รูปแบบการระบายอากาศ
    - (2) สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอย
    - (3) สัดส่วนขนาดพื้นที่ช่องเปิดเข้าต่อพื้นที่ช่องเปิดออก
2. แนวทางการออกแบบการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

#### 7.1 ข้อเสนอสรุปผลจากการศึกษาวิจัย

##### 7.1.1 ความเป็นไปได้ในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

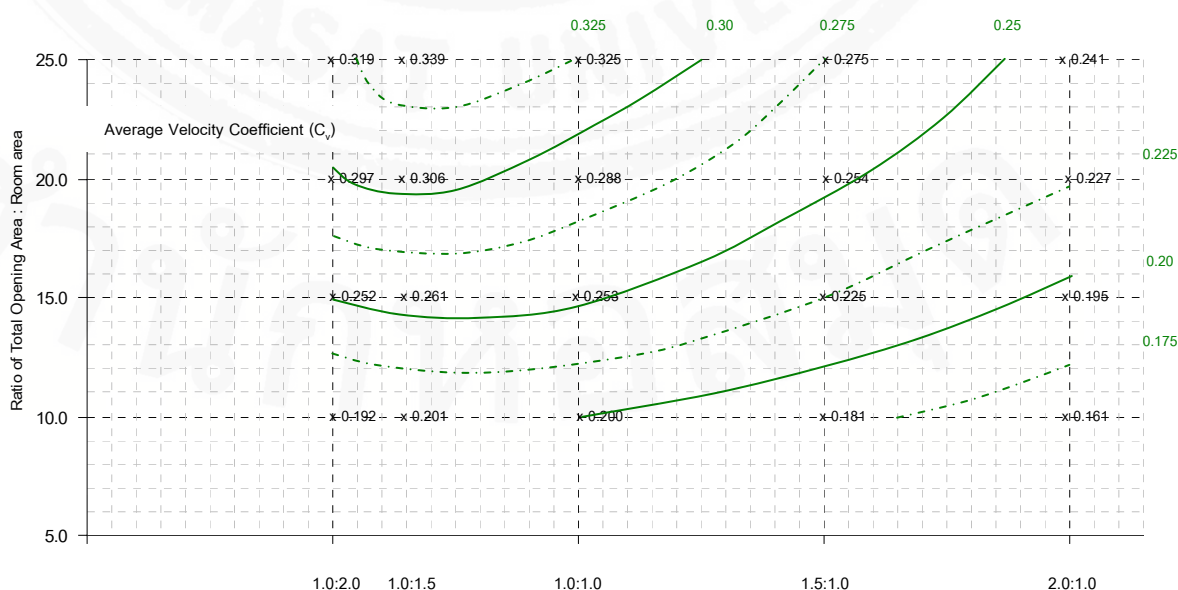
จากการศึกษาขอบเขตสภาวะน่าสบายของคนไทย และสภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร สรุปได้ว่า ความเร็วลมประจำของกรุงเทพมหานคร คือ 0.0-1.5 เมตรต่อวินาที โดยมาทางทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งสามารถทำให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ร้อยละ 6.85-43.23 ต่อปี โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของเคดารีและคณะ (Khedari, J. and others, 2000)

### 7.1.2 ผลการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติในบ้านเดี่ยว 2 ชั้น

1. รูปแบบการระบายอากาศ เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยกรณีต่าง ๆ และช่องเปิดที่เหมือนกันที่เกิดขึ้นในพื้นที่ใช้สอยขนาด 32 ตารางเมตร สรุปได้ว่าการระบายอากาศแบบข้ามฟากมีประสิทธิภาพสูงสุดในการสร้างความเร็วลมเฉลี่ยภายในบ้านได้ถึง 0.703 เมตรต่อวินาที เนื่องจากช่องเปิดที่อยู่ตรงข้ามกันสามารถทำให้ลมกระจายได้ทั่วพื้นที่ และส่งผลให้ความเร็วลมในแต่ละจุดวัดมีค่ามากกว่า การระบายอากาศรูปแบบที่มีช่องเปิดสามด้านและแบบที่มีช่องเปิดสองด้านได้สูงสุดถึงร้อยละ 15 (เมื่อเพิ่มพื้นที่ช่องเปิดรวมเป็นร้อยละ 20 ของพื้นที่ใช้สอย) ซึ่ง 2 รูปแบบนี้ผลความเร็วลมแตกต่างกันน้อยมากไม่เกินร้อยละ 3 ส่วนกรณีการระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสองด้านในพื้นที่ใช้สอยขนาด 16 ตารางเมตร พบว่า มีประสิทธิภาพกว่าพื้นที่ใช้สอยขนาด 32 ตารางเมตร เมื่อมีช่องเปิดเข้าเท่ากับหรือใหญ่กว่าช่องเปิดออกเท่านั้น และในกรณีการระบายอากาศที่มีความเร็วลมต่ำสุด คือ การระบายอากาศที่มีช่องเปิดด้านเดียวในพื้นที่ขนาด ตารางเมตร ความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้ประมาณ 0.042-0.062 เมตรต่อวินาที ซึ่งไม่สามารถทำให้เกิดความรู้สึกสบายได้ เนื่องจากลมไม่สามารถเข้า-ออกจากตัวห้องได้ จึงไม่เหมาะในการนำมาใช้กับการระบายอากาศ ดังนั้น การระบายอากาศแบบข้ามฟากมีความเป็นไปได้ในการทำให้เกิดความน่าสบายที่สุด ซึ่งตรงกับสมมุติฐานที่กำหนดไว้ และสามารถสร้างเป็นแผนภูมิ เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้และวัดประสิทธิภาพการระบายอากาศ (ดังภาพที่ 7.1 - 7.5)

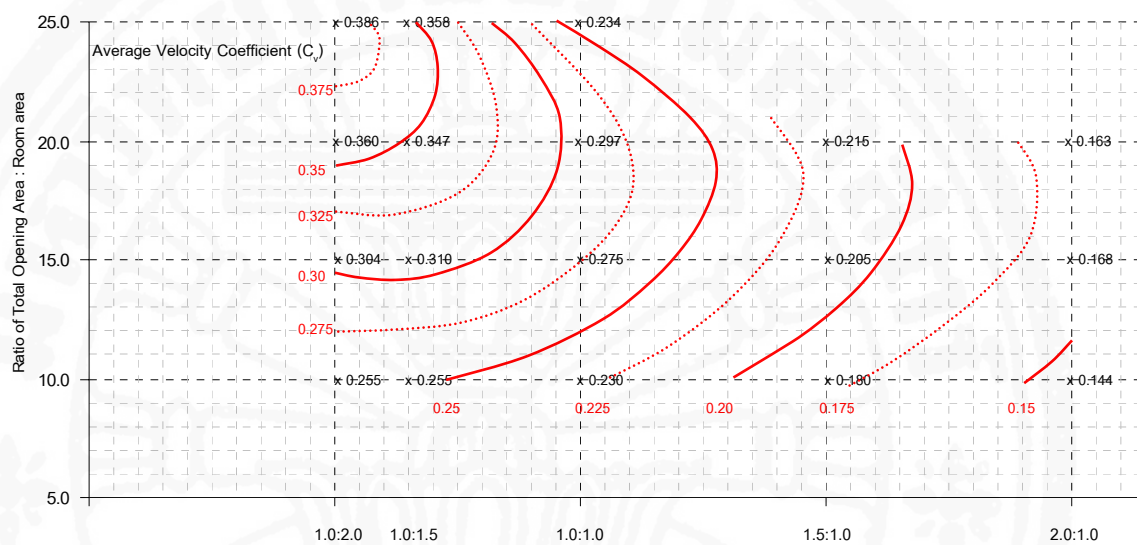
ภาพที่ 7.1

ค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วลมเฉลี่ยของการระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสองด้าน  
ในพื้นที่ใช้สอยขนาด 16 ตารางเมตร



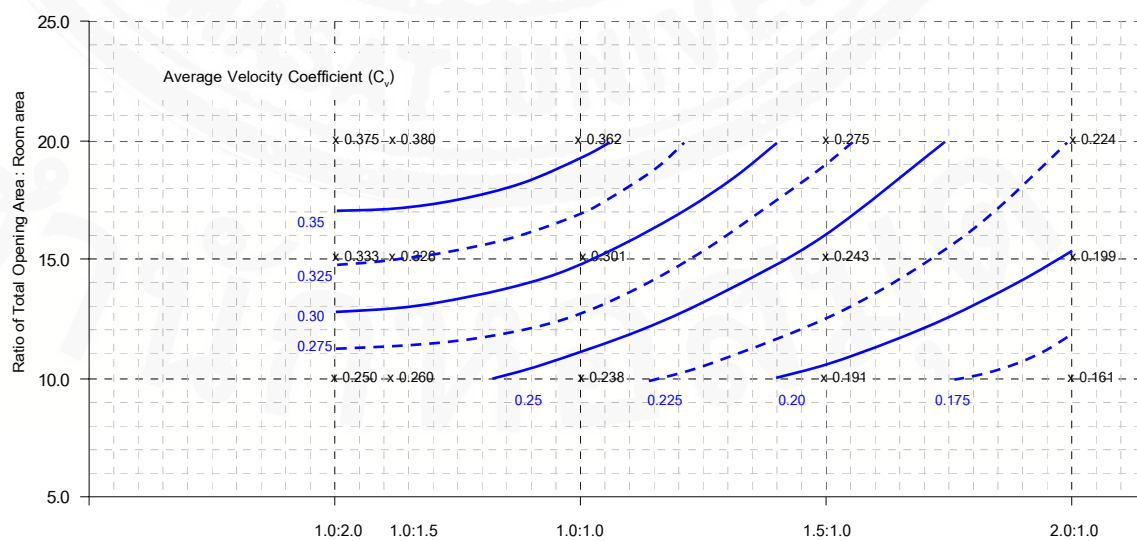
ภาพที่ 7.2

ค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วลมเฉลี่ยของการระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสองด้าน  
ในพื้นที่ใช้สอยขนาด 32 ตารางเมตร



ภาพที่ 7.3

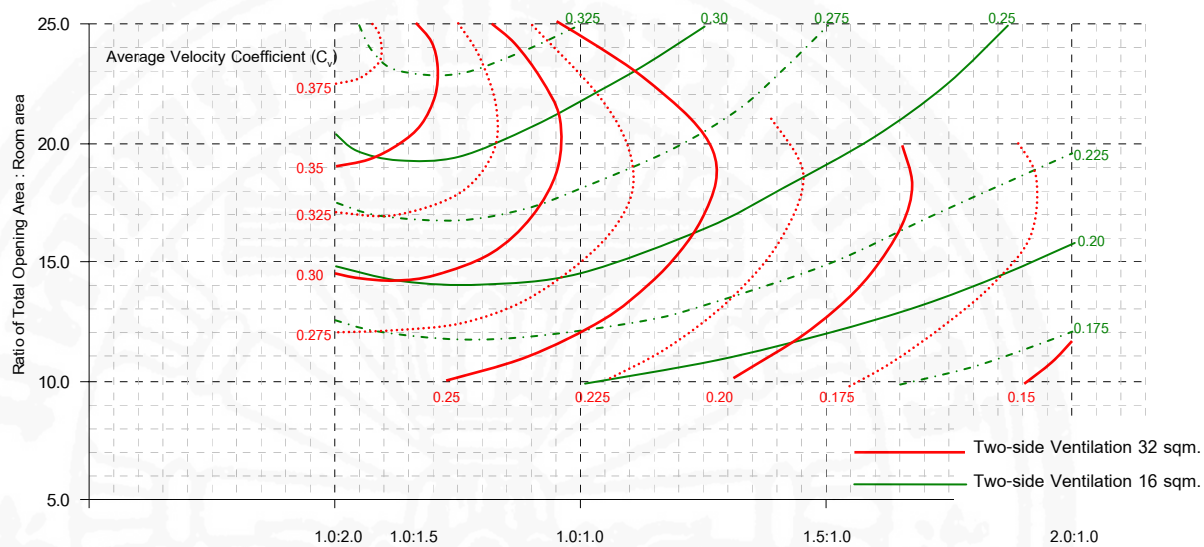
ค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วลมเฉลี่ยของการระบายอากาศแบบข้ามฟาก  
ในพื้นที่ใช้สอยขนาด 32 ตารางเมตร



ภาพที่ 7.4

การวัดประสิทธิภาพการระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสองด้าน

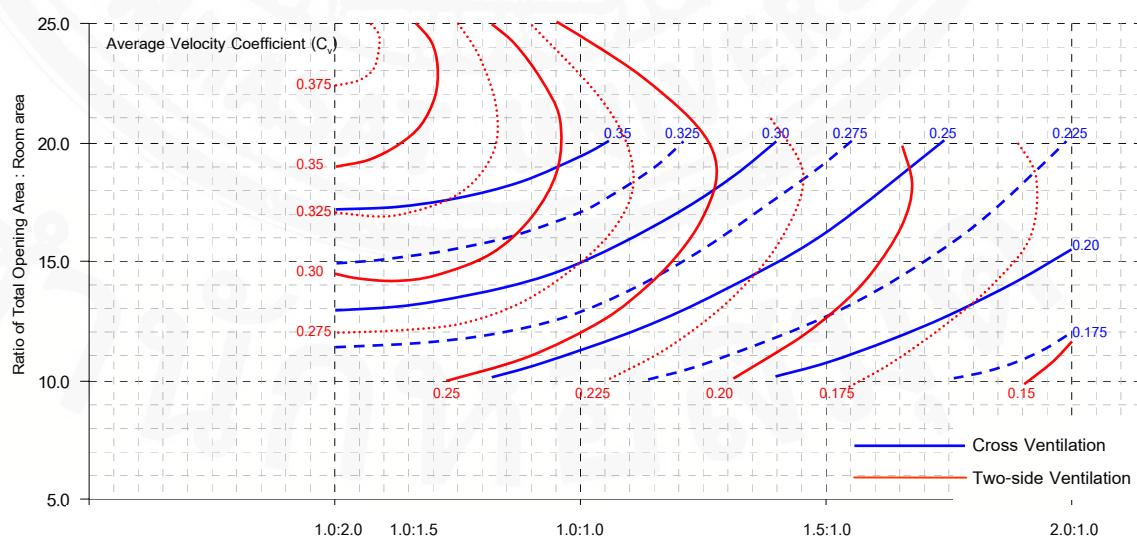
ในพื้นที่ใช้สอยขนาด 16 และ 32 ตารางเมตร



ภาพที่ 7.5

การวัดประสิทธิภาพการระบายอากาศแบบข้ามฟากและแบบที่มีช่องเปิดสองด้าน

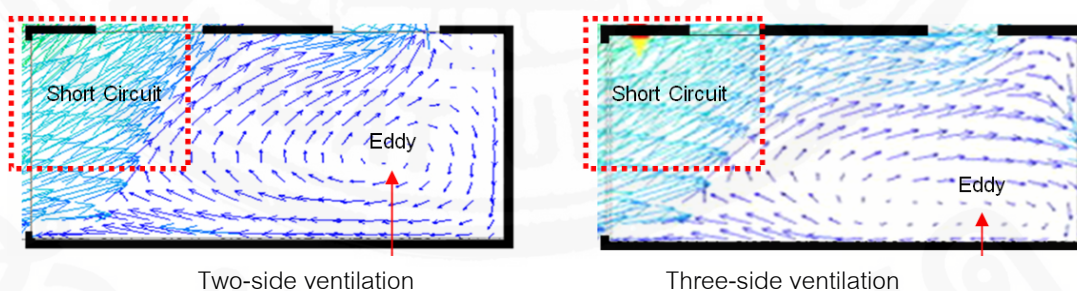
ในพื้นที่ใช้สอยขนาด 32 ตารางเมตร



2. สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอย การเพิ่มสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอย ช่วยเพิ่มความเร็วลมให้เข้ามาในห้องและมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงขึ้นอีกด้วย แต่การระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดด้านเดียวมีความเร็วที่เพิ่มขึ้นน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการระบายอากาศแบบอื่น ๆ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการระบายอากาศในพื้นที่ 32 ตารางเมตร สัดส่วนช่องเปิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 20 ของพื้นที่ใช้สอย โดยเริ่มคงที่สำหรับการระบายอากาศแบบข้ามฟาก และลดลงในส่วนของการระบายอากาศแบบที่มีช่องเปิดสามด้านและสองด้าน ตามลำดับ เนื่องจากช่องเปิดลมออกมีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ลมสามารถไหลออกไปได้มากในส่วนที่เป็นช่องลมออกช่องแรก ทำให้เหลือลมน้อยในการไหลไปบริเวณหลังห้องหรือเกิดการลัดวงจรของลม (short circuit) (ดังภาพที่ 7.2) ทั้งนี้อิทธิพลของรูปทรงบ้านยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการลัดวงจรของลมยิ่งขึ้นด้วย กล่าวคือ รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสของบ้านโดยทั่วไปมีพื้นที่ความกดอากาศต่ำ (negative pressure) อยู่บริเวณด้านข้างบ้านและด้านหลังบ้าน พื้นที่ความกดอากาศต่ำด้านข้างบ้านจะช่วยให้อากาศไหลออกบริเวณช่องเปิดด้านข้างบ้านมากยิ่งขึ้น เมื่อช่องเปิดมีขนาดใหญ่มากขึ้น อากาศก็จะไหลออกทางช่องเปิดด้านข้างมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับสมมุติฐานบางส่วน โดยขัดแย้งในกรณีที่ว่า การเพิ่มพื้นที่ช่องเปิดรวมมีประสิทธิภาพการระบายการได้บางกรณีเท่านั้น

ภาพที่ 7.6

ลักษณะการลัดวงจรของลมที่เกิดกับรูปแบบการระบายอากาศแบบที่มี  
ช่องเปิดสองด้านและแบบที่มีช่องเปิดสามด้าน



3. สัดส่วนขนาดพื้นที่ช่องเปิดเข้าต่อพื้นที่ช่องเปิดออก กรณีที่ขนาดพื้นที่ช่องเปิดรับลมเข้าเล็กกว่าพื้นที่ช่องเปิดลมออกนั้น สามารถเพิ่มความเร็วลมเฉลี่ยภายในพื้นที่ใช้สอย และรูปแบบการระบายอากาศทุกรูปแบบ ตรงตามหลักการเวนทูรีเอฟเฟคที่เพิ่มความดันบริเวณช่องเปิดโดยการบีบลมเข้าทำให้ความเร็วลมเฉลี่ยภายในห้องสูง และสามารถกระจายลมได้ทั่วพื้นที่ใช้สอย โดยผลการทดลองในปัจจุบันนี้ขัดแย้งกับสมมุติฐานและงานวิจัยของ เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสต์ (2545)

ที่กำหนดไว้ว่า ขนาดช่องเปิดเข้า-ออกที่เท่ากัน มีประสิทธิภาพการระบายอากาศสูงสุด เนื่องจากสภาพกรณีศึกษาที่ ลักษณะกายภาพบ้านต่างกัน อีกทั้งงานวิจัยดังกล่าวยังมีอิทธิพลการจัดผังบริเวณจึงส่งผลให้ความเร็วลมที่เข้ามาต่างกัน

## 7.2 แนวทางการออกแบบบ้านที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

1. การออกแบบบ้านพักอาศัยควรออกแบบพื้นที่ใช้สอยให้มีช่องเปิดอย่างน้อย 2 ด้าน เน้นการระบายอากาศแบบข้ามฟาก และหลีกเลี่ยงการออกแบบที่มีช่องเปิดด้านเดียว
2. ในกรณีพื้นที่ใช้สอยแบบที่มีช่องเปิดสองด้าน ตำแหน่งช่องเปิดควรอยู่ห่างกันมากที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการลัดวงจร (short circuit) กรณีที่มีช่องเปิดอยู่ด้านตรงข้ามกันจะมีการระบายอากาศดีที่สุด
3. สัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้สอยควรมีค่าประมาณร้อยละ 20
4. กำหนดและออกแบบให้ช่องเปิดรับลมประจำถิ่นมีขนาดเล็กกว่าขนาดช่องเปิดลมออก
5. ตำแหน่งที่มีความเร็วลมสูงภายในห้อง พบในบริเวณใกล้กับช่องเปิดลมเข้า และบริเวณใกล้กับผนังด้านที่ติดกับสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของรูปทรงอาคาร พื้นที่ดังกล่าวจึงเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่จะวางเฟอร์นิเจอร์หลักของห้อง เช่น เตียงนอน โต๊ะอาหาร ชุดรับแขก โซฟานั่งเล่น เป็นต้น

## 7.3 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

1. เนื่องจากการศึกษาขอบเขตสภาวะน่าสบายได้ศึกษาเฉพาะปัจจัยของสภาพภูมิอากาศภายนอก แต่เนื่องด้วยภูมิภาคเขตร้อน-ชื้น ที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 80 ต่อปี แต่อุณหภูมิสูงไม่มาก เมื่อสภาพอากาศดังกล่าวเข้าสู่อาคารที่มีความร้อนภายในห้องที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและร่างกายมนุษย์ ซึ่งสูงกว่าสภาพอากาศภายนอก จึงมีโอกาสดังกล่าวที่ช่วงขอบเขตสภาวะน่าสบายสามารถที่จะขยายได้เพิ่มขึ้น ดังนั้น ควรมีการศึกษาสภาวะน่าสบายที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม
2. งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะรูปแบบการระบายอากาศและปัจจัยด้านช่องเปิด พบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติมาใช้ในบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ดังนั้น การพัฒนางานวิจัยในอนาคตควรเพิ่มการคำนึงถึงปัจจัยด้านการวางผังโครงการ หรือลักษณะการเกาะกลุ่มอาคารบ้านพักอาศัย และประเภทช่องเปิดที่ส่งผลต่อความเร็วลมและรูปแบบการใช้งานในห้องนั้น