

การจำลองและวิเคราะห์การไหลของอากาศภายในบ้านประหยัดพลังงาน

A Simulation and Analysis of Airflow in an Energy-Efficient Home

มานิตา พรหมประสิทธิ์*

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำการจำลองและวิเคราะห์การไหลของอากาศภายในบ้านประหยัดพลังงาน ทำการศึกษาการไหลของอากาศผ่านช่องเปิดการระบายอากาศเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรและความเปลี่ยนแปลงของการไหลของอากาศที่ส่งผลต่อคุณภาพของอากาศภายในอาคารของแบบบ้านประหยัดพลังงาน โดยเลือกใช้โปรแกรมจำลองระบบระบายอากาศ CONTAM ในการสร้างแบบจำลองรูปแบบการไหลของอากาศ แบบบ้านประหยัดพลังงานในกรณีศึกษาเป็นบ้านเดี่ยวสองชั้นขนาดกลางพื้นที่ใช้สอย 130 ตารางเมตร อัตราการไหลของอากาศคงที่เท่ากับ 0.8 เมตร/วินาที ตั้งอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39 ในการศึกษาทำการวิเคราะห์สภาวะการไหลของอากาศ 3 กรณี ได้แก่ (1) จำลองระบบปิดพื้นที่ช่องเปิดการไหลของอากาศ (2) จำลองการเปิดช่องเปิดหน้าต่าง และ (3) จำลองการเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมดของการไหลของอากาศ จากการศึกษาพบว่า การปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมดมีอัตราการไหลเวียนอากาศผ่านช่องว่างของพื้นที่ช่องเปิด เช่น ขอบหน้าต่างหรือประตู มีอัตราการไหลเวียนที่ต่ำมากในช่วง 0-0.9 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ไม่สามารถเกิดการแลกเปลี่ยนอากาศตามเกณฑ์การยอมรับได้ ในกรณีเปิดเฉพาะช่องเปิดหน้าต่างพบว่าการแลกเปลี่ยนอากาศในบริเวณห้องนอน 3 ชั้น 2 ของบ้านที่มีพื้นที่เปิดหน้าต่างมากกว่า 1 จุดในพื้นที่สามารถเกิดการแลกเปลี่ยนอากาศได้สูงถึง 581 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการยอมรับ ในกรณีเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมดพบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของแต่ละพื้นที่สูงขึ้นมากกว่ามาตรฐานการยอมรับเกือบทั้งหมด ยกเว้นห้องครัวและห้องน้ำ เมื่อจำลองแนวทางการปรับปรุงโดยทำการย้ายตำแหน่งหน้าต่างของห้องครัว ไว้ในทิศทางตรงข้ามกันเกิดการไหลของอากาศมากขึ้นทำให้การแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องครัวผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ในส่วนของห้องน้ำแนวทางการปรับปรุงที่ดีที่สุดเพื่อเป็นที่ยอมรับของอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศคือการเปิดประตูห้องน้ำ หากเปิดประตูห้องน้ำ 1/4 ของพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมดสามารถเพิ่มอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศและมีแนวโน้มดีขึ้นเมื่อเปิดประตูห้องน้ำมากขึ้น

* นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

** ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคลหลัก

ABSTRACT

This study is simulated and analyzed the airflow in an energy efficient home. It studies the airflow through openings and analyzes the impact of factors and different airflow rates that affect the indoor air quality in an energy efficient home. The simulation was performed using CONTAM software to create the model for airflow simulation. The case study used a drawing of an energy efficient home which is a two-story home with area of 130 m^2 . The airflow rate was set at 0.8 m/s and a home is located in Bangkok. The study compared the acceptable airflow rate with Ministerial Regulation No. 33 and No. 39. In this study, there are three cases for analyzing airflow phenomenon. These include (1) Simulation of all closed airflow paths, (2) Simulation of opened opening flow paths, and (3) Simulation of all opened opening flow paths. Results from the study are found that in the case of closed all airflow paths has airflow rate from air leakage area at low airflow rate about $0\text{--}0.9 \text{ m}^3/\text{hour}$ that is not accepted according to the criteria. In the case of opened the window flow path is found that the bedroom 3 in the 2nd floor that has more than one opening has better airflow rate than the criteria. It can get air change rate per hour more than $581 \text{ m}^3/\text{hour}$. In the case of all opened airflow paths found that an air change rate per hour of any zone is better than other cases, and mostly pass of criteria except in the kitchen and bathroom. The simulation was performed to improve the airflow rate by changing the position of window in the kitchen, then the airflow rate able to pass the criteria. In bathroom, the best way to improve the airflow is to open the door about $\frac{1}{4}$ of all openings, then it increases airflow rate and trend to have better airflow when open the door in bathroom.

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงทางด้านสภาวะภูมิอากาศส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศ ไทย มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งเกิดสถานการณ์ฝุ่นพิษที่วิกฤติที่มีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานอยู่ บ่อยครั้ง จึงเป็นข้อจำกัดในการออกแบบที่พักอาศัย ทั้งด้านพื้นที่และผลกระทบจากคุณภาพ อากาศภายนอก บ้านพักอาศัยในปัจจุบันจึงมีลักษณะปิดมากขึ้น เพื่อลดการนำความร้อนและ มลภาวะเข้าสู่ภายในตัวบ้าน ทำให้การระบายอากาศภายในตัวบ้านมีอย่างจำกัด ไม่เพียงพอต่อ การหมุนเวียนแลกเปลี่ยนปริมาณอากาศเข้ามาใช้ภายในบ้าน และไม่สามารถก่อให้เกิดความรู้สึก สบายภายในบ้านได้ เครื่องปรับอากาศจึงถูกเลือกใช้เป็นระบบปรับอากาศทางกล ที่ช่วยสร้างภาวะ น่าสบาย ในช่วงเวลาพักอาศัย แต่การใช้เครื่องปรับอากาศนั้น ทำภายใต้สภาวะห้องที่เป็นระบบ ปิด อากาศภายในถูกหมุนเวียนมาใช้อย่างต่อเนื่อง เกิดการสะสมความชื้น ฝุ่นละออง เชื้อโรค หรือสิ่งสกปรกต่างๆ ที่เกิดจากเฟอร์นิเจอร์ วัสดุตกแต่ง ที่มีความหลากหลาย ทำให้คุณภาพ

อากาศภายในบ้านต่ำ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายให้กับผู้พักอาศัย และเพิ่มปริมาณ CO₂ สู่ชั้นบรรยากาศจากการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นปัจจัยการเกิดภาวะโลกร้อนมากขึ้นด้วย ดังนั้นระบบระบายอากาศเป็นส่วนสำคัญในการช่วยสร้างคุณภาพอากาศภายในที่ดี การออกแบบการระบายอากาศทางธรรมชาติที่เหมาะสม ทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศภายในที่มีอุณหภูมิสูงออกสู่ภายนอก ดังนั้นการออกแบบหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายอากาศ จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ที่ควรคำนึงถึง เพื่อให้เกิดความรู้สึกละสบายต่อผู้พักอาศัย ลดการใช้พลังงาน จากการใช้เครื่องปรับอากาศทางกล ลดปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพต่อผู้พักอาศัย และยังส่งผลถึงการลดความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศ ช่วยลดการสร้างมลภาวะทางอากาศต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอีกด้วย ซึ่งปัจจุบันโปรแกรมจำลองระบบระบายอากาศถูกพัฒนาเพื่อสามารถใช้ในการจำลองประสิทธิภาพการระบายอากาศอย่างหลากหลาย เช่น Computer Fluid Dynamics (CFD), CONTAM, BREEZE, COMIS, AIRNET, ESP-r, Tas-Flows, AIOLOS ฯลฯ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการไหลอากาศของบ้านประหยัดพลังงาน โดยเลือกใช้โปรแกรมจำลองระบบระบายอากาศ (CONTAM) พิจารณาอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในที่พักอาศัย เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการระบายอากาศผ่านรูปแบบช่องเปิดระบายอากาศ และสภาวะที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นแนวทางประยุกต์ใช้ในการออกแบบ หรือปรับปรุงประสิทธิภาพระบบระบายอากาศภายในของบ้านพักอาศัย ให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับหรือมีประสิทธิภาพสูงสุดได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษารูปแบบการระบายอากาศ ผ่านช่องเปิดระบายอากาศของแบบบ้านประหยัดพลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
2. จำลองระบบระบายอากาศโดยใช้ CONTAM ในการวิเคราะห์สมรรถนะการระบายอากาศของบ้านพักอาศัย
3. ศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรและความเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของอากาศที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพระบบระบายอากาศภายในบ้านพักอาศัย เปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ยอมรับได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาแบบระบายอากาศของแบบบ้านตัวอย่างขนาดกลางพื้นที่ใช้สอย 130 ตารางเมตร
2. จำลองรูปแบบการไหลของอากาศ ผ่านโปรแกรมจำลองระบบระบายอากาศ
3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในบ้านพักอาศัยที่ยอมรับได้อ้างอิงมาตรฐานกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลการจำลองระบบระบายอากาศของแบบบ้านกรณีศึกษา
2. สามารถใช้โปรแกรมในการจำลองระบบระบายอากาศเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบระบบระบายอากาศต่างๆได้
3. สามารถวิเคราะห์ตัวแปรและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เป็นปัจจัยต่อสมรรถนะของระบบระบายอากาศ
4. เป็นแนวทางเลือกการตัดสินใจสำหรับการออกแบบหรือปรับปรุงรูปแบบระบบระบายอากาศได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Katarzyna Gadyszewska-Fiedoruk และคณะ (2019) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ระบบระบายอากาศภายในอาคารเรียน 3 ชั้น ด้วยโปรแกรมจำลองระบบระบายอากาศ CONTAMW และอ้างอิงมาตรฐานคุณภาพอาคารตาม PN-EN 13779:2008 และกำหนดค่าความเข้มข้นของ CO₂ ไม่เกิน 1,000 ppm เพื่อให้เหมาะสมต่อความรู้สึกสบายของนักเรียนและผู้ใช้อาคาร ในการวิเคราะห์ได้ทำการศึกษาเงื่อนไขการระบายอากาศ ทั้งหมด 6 เงื่อนไข ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านของ Insolation และแบบของ Multi-zone ในช่วงฤดูร้อน ในเมือง Wrocław ผลการศึกษาพบว่า หน้าต่างที่มีการรอยรั่วของอากาศสูง ส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในอาคารต่ำ ความเข้มข้นของ CO₂ มากกว่า 3,000 ppm และการ seal เพื่อลดรอยรั่วบริเวณหน้าต่าง เพื่อลด CO₂ นั้น ทำให้การระบายอากาศมีลักษณะผิดปกติ การแก้ไขด้วยวิธีการติดพัดลมระบายอากาศ ช่วยให้มีการระบายอากาศได้ดีขึ้น แต่ส่งผลกระทบต่อด้านพลังงานความร้อน อุณหภูมิภายในอาคารลดลงอย่างมาก จากการวิเคราะห์จึงพบว่า การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ไม่สามารถให้การระบายอากาศที่เหมาะสมได้ เนื่องจากการละค่าของ CO₂ ภายในอาคารที่เกินเงื่อนไขที่ควบคุม ละอุณหภูมิที่ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกสบายหากทำการควบคุมคุณภาพอากาศโดยเพิ่มการแลกเปลี่ยนอากาศควรทำไปควบคู่กับการเพิ่มเครื่องทำความร้อน และควรพิจารณาความเหมาะสมสำหรับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

พิมลศิริ ประจสาร (2559) ได้ทำการศึกษาวิธีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย จากเอกสารทางวิชาการในระดับนานาชาติช่วง 30 ปี พบว่า พัฒนาการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่งผลดีต่อการศึกษา สามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว ความถูกต้องของ inputs และการตั้งค่าต่างๆของโปรแกรมมีความสำคัญอย่างสูงโดยความถูกต้องเป็นไปตามความน่าเชื่อถือของโปรแกรม

วรสันต์ ชื่นชีพ (2548) ศึกษาการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติของอาคารใต้ดิน โดยศึกษาปัจจัยด้านการออกแบบขนาดช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศ ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มอัตราการระบายอากาศในอาคารใต้ดิน ให้ได้ปริมาณการไหลเวียนอากาศที่เพียงพอ และทั่วถึง

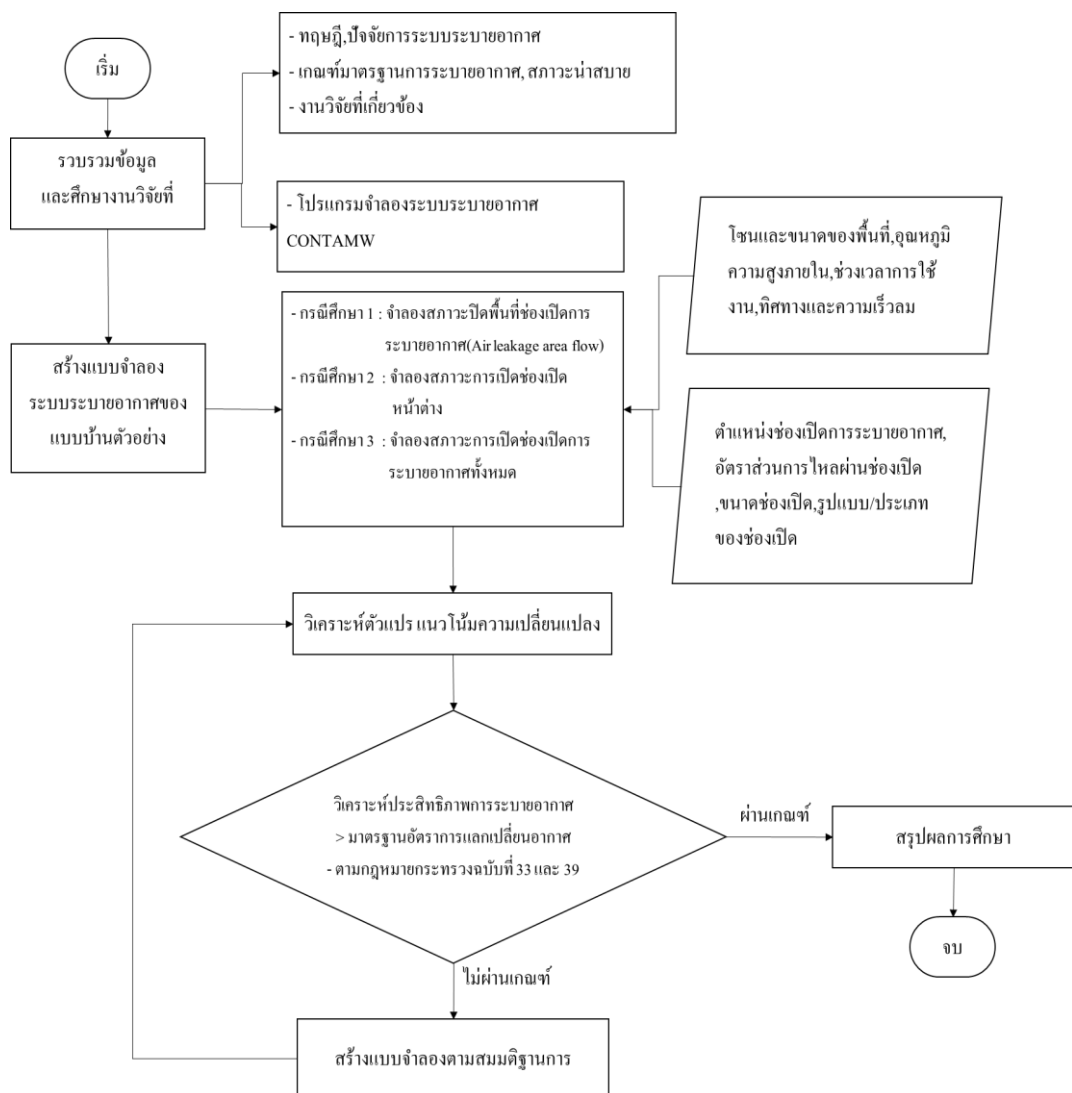
ทุกตำแหน่งด้วยการจำลองโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics: CFD) และวิเคราะห์อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านช่องเปิดในการเจาะจงและดูดอากาศเสีย ในเกณฑ์ที่กำหนด 4 ACH/hr พบว่า ปัจจัยคืออัตราส่วนระหว่างช่องเปิดให้ลมเข้า ต่อช่องเปิดให้ลมออก และอีกปัจจัยที่ส่งผลคือ ขนาดของช่องเปิด ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนช่องเปิดที่ทำให้ได้ปริมาณการไหลของอากาศสูงสุดคือ ช่องเปิดเข้าออกที่มีขนาดเท่ากัน

อัญชิษฐา จ้างประเสริฐ (2558) ศึกษาการรับรู้เกี่ยวกับการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติของผู้บริโภคบ้านเดี่ยวระดับกลาง จากการสำรวจตามแบบสอบถาม พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติและวิธีกล แต่ไม่สามารถอธิบายข้อดี หรือจุดเด่นของบ้านที่ประกอบด้วยระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติได้ และให้ความสำคัญของการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติประกอบการเลือกอยู่ในระดับปานกลาง

จากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเพื่อเป็นตัวเลือกการตัดสินใจของผู้บริโภคบ้าน ยังได้รับความสำคัญ ในระดับปานกลางและเกิดการเข้าใจในขั้นต้น ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการไหลของอากาศและระบบระบายอากาศ ในสถานศึกษา โรงพยาบาลหรืออาคารสำนักงานเป็นหลัก ระบบการไหลของอากาศภายในบ้านพักอาศัยจึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษาเพิ่มเติม โดยเฉพาะในรูปแบบของบ้านประหยัดพลังงานซึ่งเริ่มมีการให้ความสำคัญและปลูกสร้างกันอย่างแพร่หลาย เพื่อพิจารณาการออกแบบบ้านพักอาศัยให้เกิดประสิทธิภาพ ในด้านพลังงานและสร้างคุณภาพอากาศภายในที่ดี ส่งผลดีต่อผู้อยู่อาศัยได้อย่างสูงสุด ผู้วิจัยทำการศึกษาการไหลของอากาศด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรมการจำลองระบบระบายอากาศ CONTAM ซึ่งสามารถวิเคราะห์รูปแบบการไหลของอากาศและคุณภาพอากาศภายในได้อย่างครอบคลุม และมีความสะดวกต่อการพิจารณาประสิทธิภาพของการออกแบบ รวมทั้งสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบการระบายอากาศให้เป็นไปตามเป้าหมายด้านมาตรฐานคุณภาพระบบระบายอากาศได้อย่างรวดเร็ว

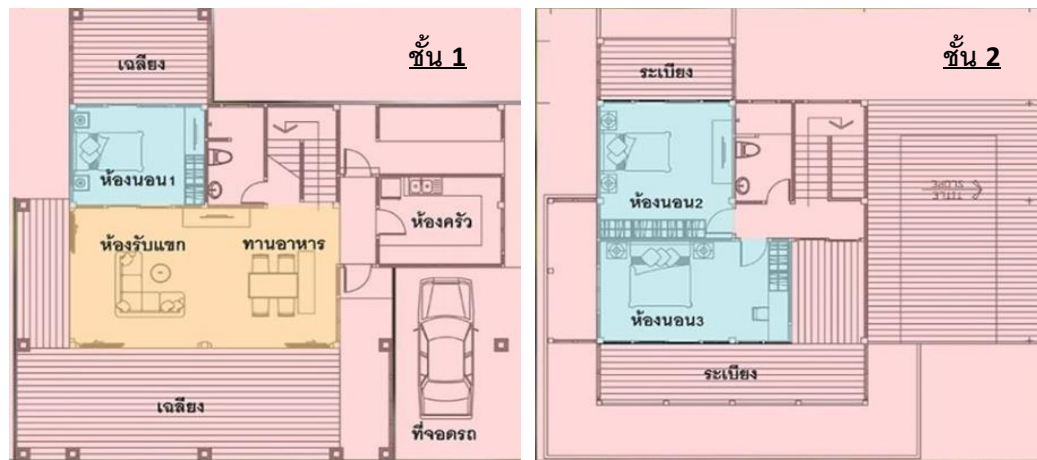
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) โดยการใช้โปรแกรมจำลองระบบระบายอากาศ ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงวิธีการดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลแผนผังโครงสร้างของบ้านกรณีศึกษา



ภาพที่ 2 แผนผังโครงสร้างระบบระบายอากาศแบบบ้านสองชั้นจากแบบบ้านประหยัดพลังงาน. DEDE HOME. 2017

2. ศึกษาลักษณะการระบายอากาศของแบบจำลองบ้านกรณีศึกษา โดยใช้โปรแกรมจำลองระบบระบายอากาศ CONTAM สร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ลักษณะการไหลของอากาศ อัตราการไหลของอากาศ และอัตราการแลกเปลี่ยนของอากาศ ในแต่ละพื้นที่โดยวาดแผนผังโครงสร้างของแบบจำลองระบบระบายอากาศ กำหนดพื้นที่ที่ผังโครงสร้างตามการกันแยกด้วยผนัง โดยกำหนดความสูงระหว่างชั้นของรูปแบบจำลองเป็น 3 เมตรพร้อมทั้งกำหนด Zone ของแต่ละพื้นที่ของผังโครงสร้างตามการกันแยกด้วยผนัง พร้อมระบุตำแหน่งและข้อมูลของช่องเปิดการระบายอากาศ (Flow Path) ในแต่ละพื้นที่ ดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลผังโครงสร้างระบบระบายอากาศแบบบ้านกรณีศึกษา

พื้นที่ระบายอากาศ	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ช่องเปิดการระบายอากาศ
รูปแบบการระบายอากาศของชั้นที่ 1		
1. ห้องนอน 1	13	- ประตูบานเลื่อนคู่แบบรางแขวน ขนาด 2 x 2.1 ตร.ม. - ประตูบานเลื่อนสลับ ขนาด 2 x 2.05 ตร.ม. - หน้าต่างบานเปิดขนาด 1.15 x 0.7 ตร.ม. ความสูงจากระดับพื้นห้อง 0.9 เมตร

ตารางที่ 1 (ต่อ)

พื้นที่ระบายอากาศ	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ช่องเปิดการระบายอากาศ
2. ห้องนั่งเล่น	36	- ประตูบานเลื่อนเดี่ยว ชั้น 3 ชั้น ขนาด 3.8 x 2.5 ตร.ม. จำนวน 2 บาน - ประตูบานเลื่อนเดี่ยว ชั้น 3 ชั้น ขนาด 4.30 x 2.50 ตร.ม. - ประตูบานเลื่อนคู่แบบรางแขวนขนาด 2 x 2.1 ตร.ม. - ประตูบานเลื่อนสลับ ขนาด 2 x 2.5 ตร.ม. - ประตูบานเปิดเชื่อมต่อภายนอกบ้าน ขนาด 0.8 x 2.0 ตร.ม.
3. ห้องครัว	11	- หน้าต่างบานเลื่อนสลับ ขนาด 1.50 x 1.15 ตร.ม. ความสูงจากระดับพื้นห้อง 0.9 เมตร 2 บาน - ประตูบานเปิดเชื่อมต่อภายนอกบ้าน ขนาด 0.8 x 2.0 ตร.ม.
4. ห้องน้ำ 1	6	- หน้าต่างบานกระทุ้ง ขนาด 0.60 x 0.50 ตร.ม. ความสูงจากระดับพื้นห้อง 1.55 เมตร - ประตูบานเปิดห้องน้ำ ขนาด 0.80 x 2.00 ตร.ม.
5. โถงทางเดินชั้น 1	13	- ประตูบานเปิดเหล็ก ขนาด 2.6 x 1.1 ตร.ม. 2 บาน
รูปแบบการระบายอากาศของชั้นที่ 2		
6. ห้องนอน 2	17	- ประตูบานเลื่อนสลับ ขนาด 2 x 2.05 ตร.ม. - ประตูบานเปิดห้องนอน ขนาด 0.80 x 2.00 ตร.ม. - หน้าต่างบานเปิด ขนาด 0.70 x 1.15 ตร.ม. ความสูงจากระดับพื้นห้อง 0.90 เมตร

ตารางที่ 1 (ต่อ)

พื้นที่ระบายอากาศ	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ช่องเปิดการระบายอากาศ
7. ห้องนอน 3	19	- ประตูบานเลื่อนสลับ ขนาด 2 x 2.05 ตร.ม. - ประตูบานเปิดห้องนอน ขนาด 0.80 x 2.00 ตร.ม. - หน้าต่างบานเลื่อนสลับ ขนาด 1.50 x 1.15 ตร.ม. ความสูงจากระดับพื้นห้อง 0.90 เมตร 2 บาน
8. ห้องน้ำ 2	6	- หน้าต่างบานกระทุ้ง ขนาด 0.60 x 0.50 ตร.ม. ความสูงจากระดับพื้นห้อง 1.55 เมตร - ประตูบานเปิดห้องน้ำ ขนาด 0.80 x 2.00 ตร.ม.
9. โถงทางเดินชั้น 2	11	- ประตูบานเลื่อนสลับ ขนาด 2 x 2.05 ตร.ม.

กำหนดรูปแบบการไหลของอากาศ ที่เหมาะสมกับลักษณะของช่องเปิดระบายอากาศ แต่ละช่อง โดยกำหนดการจำลองระบบระบายอากาศตามรูปแบบกรณีศึกษาดังนี้

1) กรณีศึกษาระบบปิดพื้นที่ช่องเปิดการระบายอากาศ ศึกษาการอัตราการไหลและการแลกเปลี่ยนอากาศในรูปแบบปิดช่องเปิดการระบายอากาศทั้งหมด

2) กรณีศึกษาระบบระบายอากาศจำลองการเปิดช่องเปิดหน้าต่าง ศึกษาการอัตราการไหลและการแลกเปลี่ยนอากาศในรูปแบบเปิดช่องเปิดส่วนของหน้าต่าง จำลองสภาวะการอยู่อาศัยในบ้านพักอาศัยปกติ

3) กรณีศึกษาระบบระบายอากาศจำลองการเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด ศึกษาการอัตราการไหลและการแลกเปลี่ยนอากาศในรูปแบบเปิดช่องเปิดอากาศทั้งหมดภายในบ้าน เพื่อศึกษาสภาวะการระบายอากาศสูงสุดของรูปแบบการจำลอง

ในการศึกษาทำการกำหนดสภาพภูมิอากาศและสภาวะแวดล้อมของแบบจำลอง สำหรับการศึกษาที่กำหนดอุณหภูมิภายนอกเป็น 33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในเป็น 28 องศาเซลเซียส อ้างอิงค่าอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของประเทศไทย ข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยของกรุงเทพมหานครเท่ากับ 0.8 เมตร/วินาที อ้างอิงข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา

2. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลระบบระบายอากาศของแบบบ้าน กรณีศึกษา จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศได้แก่การออกแบบพื้นที่ตำแหน่งช่องเปิด และขนาดช่องเปิดของระบบระบายอากาศ ซึ่งส่งผลต่อลักษณะการไหลของอากาศ, อัตราการไหลของอากาศ และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ในแต่ละพื้นที่อ้างอิงเกณฑ์การยอมรับดังนี้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลระบบระบายอากาศ

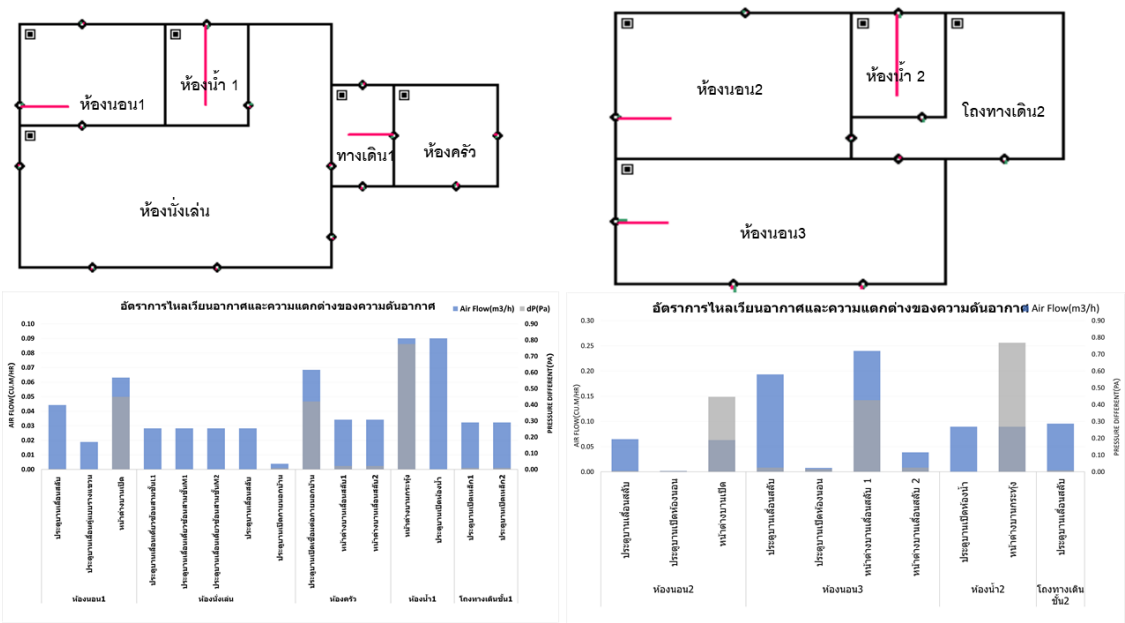
ข้อมูลทีวิเคราะห์	เกณฑ์การยอมรับ
อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับห้องนอน	2 ลบ.ม./ชั่วโมง/ตร.ม.
อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับห้องครัว	30 ลบ.ม./ชั่วโมง/ตร.ม.
อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับห้องน้ำ	10 ลบ.ม./ชั่วโมง/ตร.ม.

อ้างอิงมาตรฐานกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39

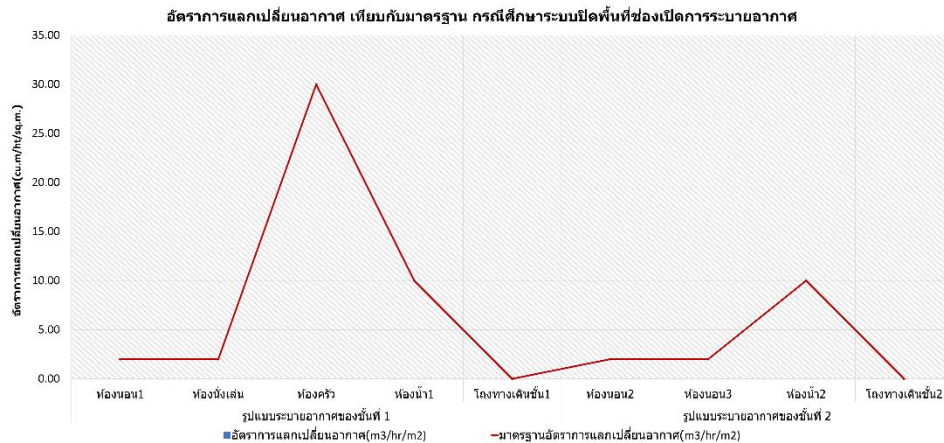
ผลการวิจัย

จำลองในส่วนของความแตกต่างของความดัน ดังเส้นสีชมพู และ อัตราการไหลเวียนของอากาศ ดังเส้นสีเขียว ในของแต่ละกรณีศึกษาดังแสดงในภาพที่ 3

1. กรณีศึกษาระบบปิดพื้นที่ช่องเปิดการระบายอากาศ



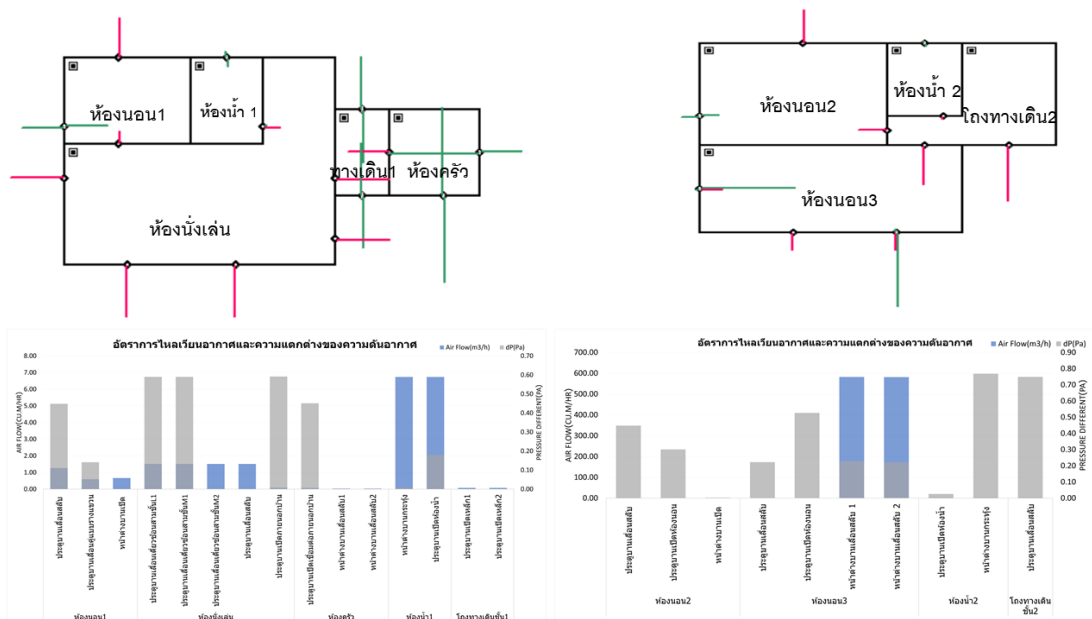
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะความแตกต่างของความดันและการไหลของอากาศ จากการจำลองการไหลของอากาศกรณีศึกษาระบบปิด พื้นที่ช่องเปิดการระบายอากาศ



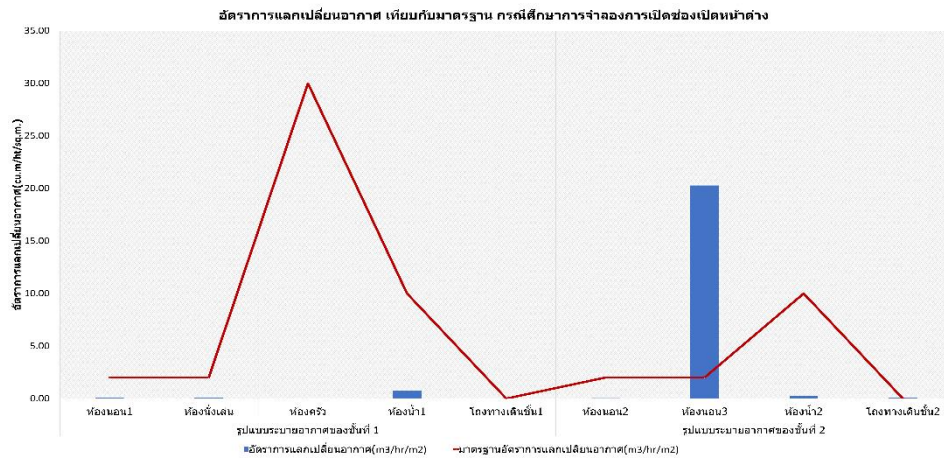
ภาพที่ 4 กราฟแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศเทียบกับมาตรฐาน กรณีศึกษาการไหลของอากาศจำลองระบบปิดพื้นที่ช่องเปิดการระบายอากาศ

พบว่าผลจากการจำลองรูปแบบการไหลของอากาศ (ภาพที่ 4) เมื่อทำการปิดพื้นที่ช่องเปิดการระบายอากาศทั้งหมด มีลักษณะความแตกต่างของความดันเกิดขึ้น และมีอัตราการไหลเวียนอากาศในปริมาณที่ต่ำมาก ให้อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่ำมากใกล้เคียงศูนย์ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ

2. กรณีศึกษา ระบบระบายอากาศจำลองการเปิดช่องเปิดหน้าต่าง (ภาพที่ 5)



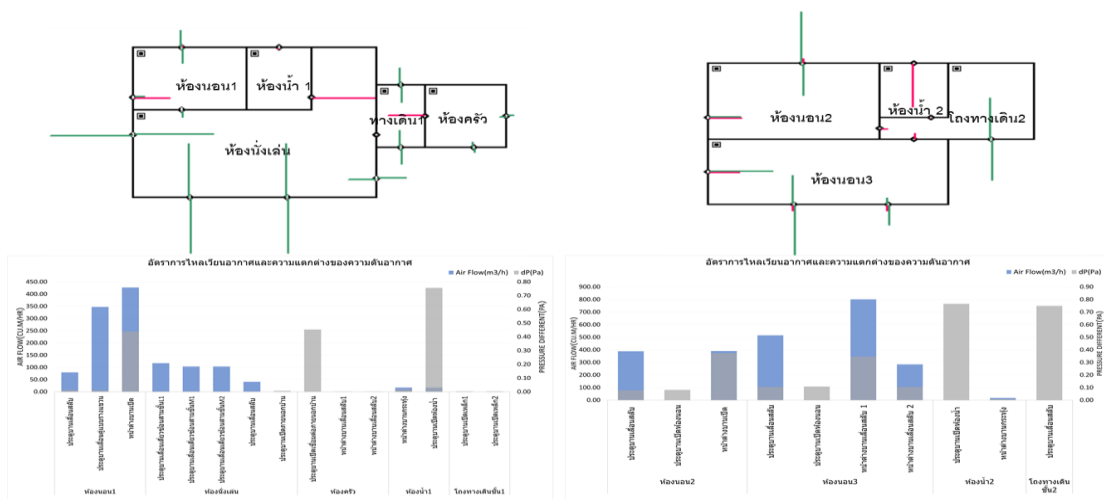
ภาพที่ 5 แสดงลักษณะความแตกต่างของความดันและการไหลของอากาศ จากการจำลองการไหลของอากาศกรณีศึกษาจำลองการเปิดช่องเปิดหน้าต่าง



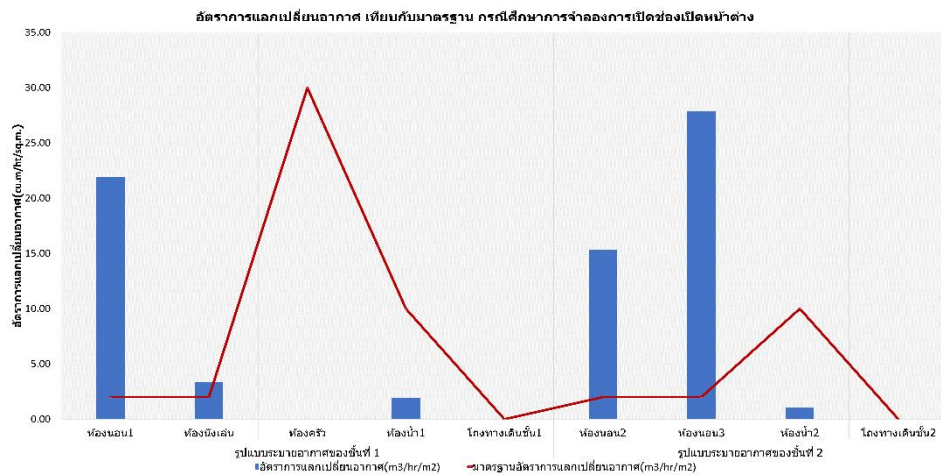
ภาพที่ 6 กราฟแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศเทียบกับมาตรฐาน กรณีศึกษาการไหลของอากาศจำลองการเปิดช่องเปิดหน้าต่าง

ภาพที่ 6 แสดงความแตกต่างของความดันในช่องเปิดระบายอากาศต่างๆเพิ่มสูงขึ้น และพบอัตราการไหลเวียนอากาศในแต่ละพื้นที่ที่ช่องเปิด โดยอัตราการไหลเวียนอากาศ สูงสุดเกิดในห้องนอน3 ชั้นที่ 2 ของแบบบ้านกรณีศึกษา ที่ช่องเปิดการระบายอากาศแบบหน้าต่างบานเลื่อนสลับ เป็น 582 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เริ่มเกิดอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ และมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศถึง 20.27 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานการยอมรับ

3. กรณีศึกษาระบบระบายอากาศจำลองการเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด (ภาพที่ 7)



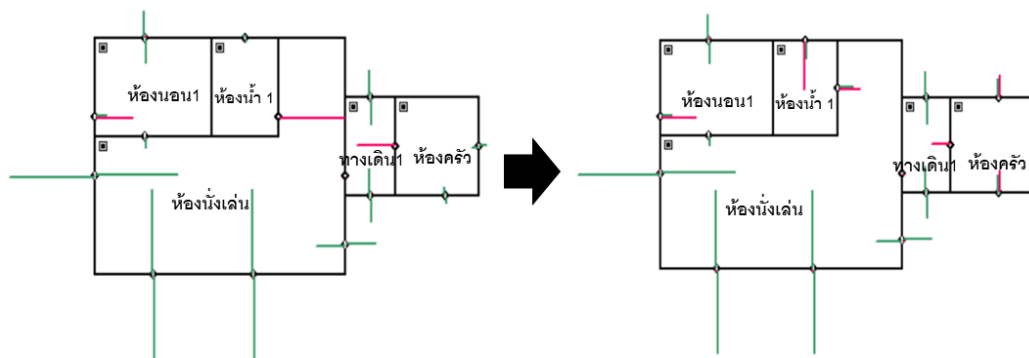
ภาพที่ 7 แสดงลักษณะความแตกต่างของความดันและการไหลของอากาศ จากการจำลองการไหลของอากาศกรณีศึกษาจำลองการเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด



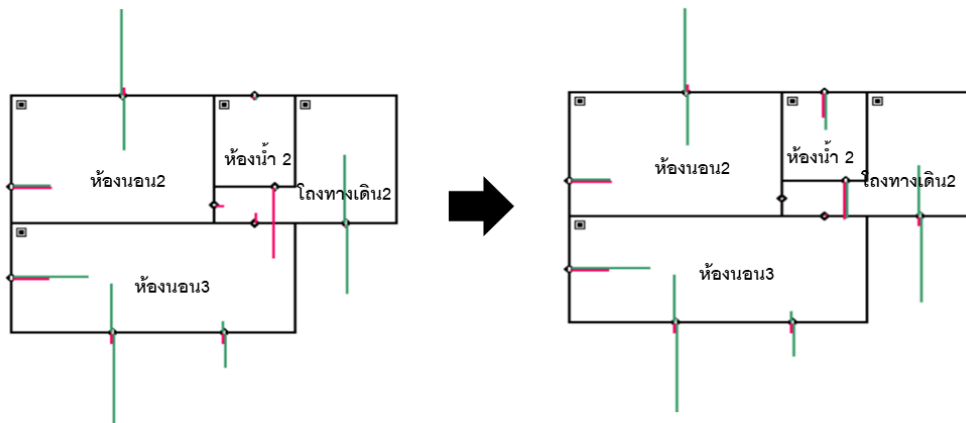
ภาพที่ 8 กราฟแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศเทียบกับมาตรฐาน กรณีศึกษาการไหลของอากาศจำลองการเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด

ภาพที่ 8 แสดงการจำลองการเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด ซึ่งเป็นรูปแบบการจำลองอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงสุดในแต่ละพื้นที่ พบว่าช่องเปิดการระบายอากาศมีความแตกต่างของความดันลดต่ำลง มีอัตราการไหลของอากาศในปริมาณที่สูง โดยห้องนอน3 บริเวณชั้น2 มีอัตราการไหลของอากาศของหน้าต่างบานเลื่อนสลับสูงสุดที่ 800 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงสามารถเป็นที่ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐานได้ และเกิดความแตกต่างของความดันสูงสุดในบริเวณห้องน้ำและห้องครัว ในทางตรงข้ามบริเวณห้องน้ำและห้องครัวมีอัตราการไหลของอากาศในปริมาณที่ต่ำใกล้เคียงศูนย์ อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่ำกว่ามาตรฐาน จึงควรพิจารณาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบการไหลของอากาศ

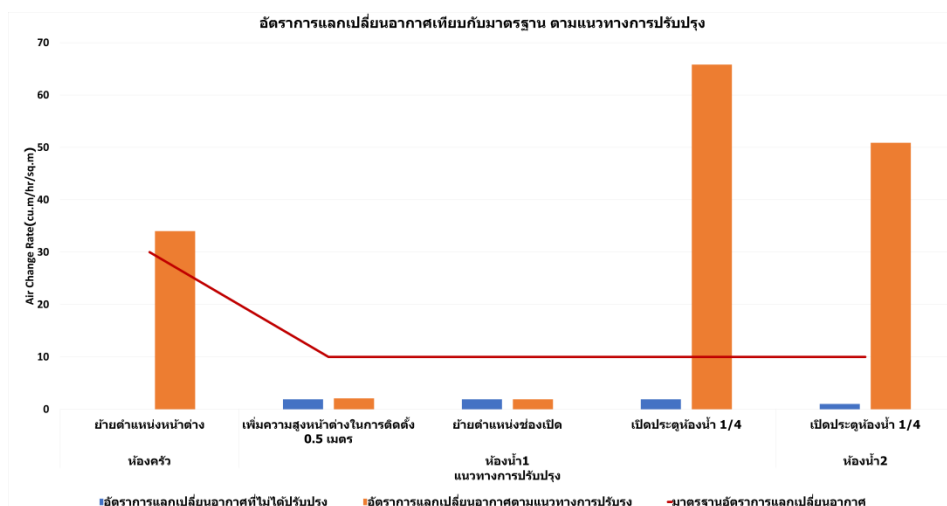
4. กรณีศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบการไหลของอากาศตามเกณฑ์การยอมรับ



ภาพที่ 9 แสดงลักษณะความแตกต่างของความดันและการไหลของอากาศ จากการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ชั้นที่ 1 ของบ้านพักอาศัย



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะความแตกต่างของความดันและการไหลของอากาศ จากการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ชั้นที่ 2 ของบ้านพักอาศัย



ภาพที่ 11 กราฟแสดงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศตามแนวทางการปรับปรุงเทียบกับมาตรฐานการแลกเปลี่ยนอากาศ

จากผลกรณีศึกษาการไหลของอากาศตามแนวทางการปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 9 – 11 พบว่า บริเวณห้องน้ำทั้งในส่วนของชั้น1และ2 สามารถเกิดการไหลของอากาศมากขึ้นเมื่อทำการเปิดประตูห้องน้ำ 1/4 ของความกว้าง และห้องครัวเกิดการไหลของอากาศสูงขึ้นเมื่อทำการย้ายตำแหน่งของหน้าต่างไปในทิศทางตรงข้ามของผนังในพื้นที่ โดยแนวทางการปรับปรุงของแต่ละพื้นที่ข้างต้น สามารถทำให้เกิดอัตราการแลกเปลี่ยนของอากาศในพื้นที่สูงกว่ามาตรฐานการแลกเปลี่ยนอากาศที่ยอมรับได้

สรุปผลงานวิจัย

จากการศึกษาการจำลองและวิเคราะห์ระบบระบายอากาศภายในบ้านพักอาศัย ด้วยโปรแกรมการจำลองระบบระบายอากาศ CONTAM สร้างแบบจำลองและวิเคราะห์รูปแบบการระบายอากาศของแบบบ้านกรณีศึกษา รูปแบบการไหลของอากาศ อัตราการไหลของอากาศและพิจารณาอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของช่องเปิดการระบายอากาศ ในรูปแบบกรณีศึกษา 3 กรณีให้ผลการศึกษาดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 ศึกษาแบบปิดพื้นที่ช่องเปิดการระบายอากาศ จำลองรูปแบบการระบายอากาศต่ำสุดของบ้านพักอาศัย พบว่า มีลักษณะความแตกต่างของความดันเกิดขึ้นในแต่ละห้องของแบบจำลองในปริมาณที่สูง และช่องว่างระหว่างช่องเปิดการระบายอากาศ (Air Leakage Area) ส่งผลให้มีอัตราการไหลเวียนอากาศในปริมาณต่ำมาก ในช่วง 0 – 0.9 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และไม่สามารถให้มีอากาศสะสมหรือแลกเปลี่ยนภายในเพื่อเป็นไปตามมาตรฐานการยอมรับได้

กรณีศึกษาที่ 2 ศึกษาแบบระบายอากาศจำลองการเปิดช่องเปิดหน้าต่าง จำลองรูปแบบการพักอาศัยปกติ พบว่ามีอัตราการไหลเวียนอากาศตามช่องเปิดหน้าต่าง และมีความแตกต่างของความดันภายในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ในบริเวณห้องนอน ชั้น 2 ของบ้านพักอาศัยมีพื้นที่เปิดหน้าต่างภายในห้องมากกว่า 1 จุด ส่งผลให้การแลกเปลี่ยนอากาศสามารถแลกเปลี่ยนผ่านช่องเปิดได้มากจนสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ อัตราการไหลเวียนอากาศสูงสุดถึง 581 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง แต่ผลการศึกษาภาพรวมระบบระบายอากาศของบ้านพักอาศัยยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานการยอมรับได้

กรณีศึกษาที่ 3 ศึกษาแบบระบายอากาศจำลองการเปิดพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด จำลองรูปแบบการระบายอากาศสูงสุด เมื่อพักอาศัย พบว่ามีอัตราการไหลเวียนอากาศตามช่องเปิดการระบายอากาศ และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงเกินมาตรฐานการยอมรับเกือบทั้งหมดของพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน ในพื้นที่ห้องครัวและห้องน้ำมีช่องเปิดการระบายอากาศในหลายจุดแต่ผลการศึกษาพบว่าอัตราการไหลเวียนอากาศมีปริมาณต่ำมากและมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่ำมาก ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่ำกว่ามาตรฐานการยอมรับได้และควรปรับปรุงรูปแบบการระบายอากาศของพื้นที่

กรณีศึกษาแนวทางการปรับปรุงรูปแบบการระบายอากาศมีดังนี้ (1) แนวทางการปรับปรุงรูปแบบการระบายอากาศของห้องครัว ผลการศึกษาแบบจำลองพบว่าการเปลี่ยนตำแหน่งติดตั้งหน้าต่างระบายอากาศในห้องในพื้นที่ตรงข้ามกัน ซึ่งส่งผลให้มีความแตกต่างความดันอากาศระหว่างช่องเปิดสูงขึ้นและส่งผลให้อัตราการไหลเวียนอากาศและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศเพิ่มสูงขึ้น จนเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับได้ และ (2) แนวทางการปรับปรุงรูปแบบการระบายอากาศของห้องน้ำ ผลการศึกษาแบบจำลองพบว่าการเพิ่มความสูงในการติดตั้งหน้าต่างในห้องน้ำ ส่งผลให้อัตราการไหลเวียนอากาศและการ

แลกเปลี่ยนอากาศเพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับ และการขยับพื้นที่ติดตั้งตำแหน่งช่องเปิดของประตูและหน้าต่างตามความเหมาะสมของพื้นที่ ไม่ส่งผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ การเปิดประตูห้องน้ำ ¼ ของพื้นที่ช่องเปิดของประตูสามารถช่วยให้อัตราการไหลเวียนอากาศเพิ่มขึ้น และปรับปรุงอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศให้ของพื้นที่ให้เป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับได้ จากกรณีศึกษารูปแบบจำลองการระบายอากาศทั้งหมด พบว่าขนาดของช่องเปิดการระบายอากาศ ตำแหน่งของช่องเปิด และลักษณะการเปิดช่องเปิดในพื้นที่ ส่งผลให้การแลกเปลี่ยนอากาศภายในแบบจำลองมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยตำแหน่งของช่องเปิดที่อยู่ในพื้นที่ตรงข้ามจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางความดันของอากาศสูงและสามารถแลกเปลี่ยนอากาศได้สูงกว่าตำแหน่งช่องเปิดในฝั่งเดียวกัน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- พิมลศิริ ประจสาร.(2559).*วิธีการศึกษาการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ เพื่อเพิ่มความสะดวก*. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
- อัญชิษฐา จ้างประเสริฐ. (2558).*การรับรู้เกี่ยวกับระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติของผู้อยู่อาศัยในอาคาร* ระดับกลางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. ปทุมธานี : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วรสันต์ ชื่นชีพ.(2548).*การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติของอาคารใต้ดิน*. กรุงเทพฯ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะกรรมการร่างมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ (2559). *มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์*.

ภาษาต่างประเทศ

- Katarzyna Gladyszewska-Fiedoruk, Vasyi Zhelykh and Andrii Pushchinskyi. (2019).
Simulation and Analysis of Various Ventilation Systems Given in an Example
in the Same School of Indoor Air Quality. *Energies*(MDPI)