

การศึกษาความเร็วลมผ่านห้องชุดพักอาศัยในอาคารยูนิเต้ ดาบีตาซียง

The Study of Wind Velocity in Residential Unit in Unité d'Habitation

ศศิธร ศรีเฟื่องฟุ้ง

Sasitorn Srifuengfung

สถาบันวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

Institute for Research and Academic Services, Assumption University

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความสามารถในการถ่ายเทอากาศของห้องชุดอาคารพักอาศัย อาคารยูนิเต้ ดาบีตาซียง (Unité d'Habitation) ว่ารูปทรงและที่ว่างของห้องชุดอาคารพักอาศัยแบบนี้ จะสามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดการระบายอากาศได้หรือไม่ โดยการจำลองการไหลของลมที่พัดผ่านหน่วยพักอาศัยของอาคารพักอาศัยอาคารยูนิเต้ ดาบีตาซียง โดยตั้งค่าตามความเร็วลมในประเทศไทย เพื่อที่จะค้นหาความเป็นไปได้ในการใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ในห้องชุดพักอาศัย ใช้วิธีจำลองผลด้วยโปรแกรมพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics--CFD) ทดสอบการไหลแบบ 2 มิติกับแปลนและรูปตัดของอาคาร เพื่อวิเคราะห์การระบายอากาศ ผลการวิจัยสรุปว่าอาคารชุดพักอาศัยที่มีรูปแบบ แบบอาคารยูนิเต้ ดาบีตาซียง สามารถใช้ลมธรรมชาติในการสร้างสุขอนามัยได้ จากการศึกษาทั้งหมดพบว่า ห้องชุดนี้มีการระบายอากาศแบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้าน (cross ventilation) ได้จริง และยูนิตที่มีรูปตัดเป็นรูป “L” ใช้ด้านพื้นที่ด้านตั้งเป็นด้านรับลม จะมีการไหลของภายในห้องชุดที่ความเร็วสูงกว่า มีการถ่ายเทอากาศได้ดีกว่า จึงเป็นที่ยืนยันว่าการออกแบบอาคารที่เป็นลักษณะนี้สามารถระบายอากาศได้ดี เหมาะที่จะใช้เป็นต้นแบบในการสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่สามารถถ่ายเทอากาศได้อย่างดีในการสร้างอาคารชุดพักอาศัยของรัฐที่จะสร้างให้กับประชาชนในอนาคต ผลการวิจัยนี้นำไปสู่แนวทางของรัฐบาลออกแบบอาคารพักอาศัยในประเทศไทย เพื่อส่งเสริมให้อาคารมีความเร็วลมสูงสุดและมีประสิทธิภาพในการระบายอากาศโดยวิธีทางธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ความเร็วลม, ความเร็วลมในอาคาร, อาคารชุดพักอาศัย, อาคารยูนิเต้ ดาบีตาซียง, เลอ คอร์บูซีเยร์

Abstract

This study investigated how the Unité d 'Habitation residence unit's shape and space affected its ventilation ability that may help to solve the lack of ventilation problems by using the flow of air simulation through the residential unit of the Unité d 'Habitation building. The simulation condition used wind speed and wind direction in Thailand in order to find the possibility of using natural ventilation in the living quarters. The research tool is the Computational Fluid Dynamics (CFD). The research methodology used Two-dimensional flow test on land and section of the residence unit for analyzing the ventilation. The research found that the Unité d 'Habitation residence unit can use natural air to create the hygiene air environment. All of the studies have shown that the unit has cross ventilation, and the “L” shaped

section of the unit that uses vertical double volume facing to the air inlet side has the higher flow speed inside, that means that the residence's unit shape and space can create the better air ventilation. It confirmed that the "L" shape section type could create good cross ventilation. It can be an ideal model of the residence unit shape and space to create a well-ventilated condominium or flat prototype that governments worldwide can construct for their people in the future. This research led to the design of a residential building in Thailand to promote the maximum wind speed and the highest efficiency in natural ventilation in the condominium or flat residential units.

Keywords: wind velocity, wind velocity in building, residential unit, Unité d'Habitation building, Le Corbusier



บทนำ

การพัฒนาการด้านที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเมืองเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ทั้งยังเป็นเครื่องสะท้อนถึงความเป็นอยู่ของประชาชน รวมทั้งความเจริญของระบบเศรษฐกิจความก้าวหน้าในการพัฒนาประเทศ ตลอดจนสวัสดิการสังคม และความมั่นคงของมนุษย์ รัฐบาลของประเทศต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาที่อยู่อาศัยก็เช่นเดียวกัน ภาครัฐที่มีแนวคิดที่จะสร้างต้นแบบของอาคารชุดพักอาศัยที่เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบประเทศไทย และสามารถนำไปใช้ทั่วประเทศ หนึ่งในอาคารชุดพักอาศัยที่สำคัญที่สามารถถึงลมธรรมชาติพัดผ่านห้องชุดพักอาศัยเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีทั้งในด้านสุขอนามัย คุณภาพอากาศ และการลดความร้อนของผู้พักอาศัยในอาคาร

อาคารอุนิเต ดาปิตาซียง (Unité d'Habitation) เป็นต้นแบบอาคารชุดพักอาศัยที่น่าสนใจที่สุดในแวดวงงานสถาปัตยกรรมยุคใหม่ ที่สร้างขึ้นในปี ค.ศ.1947-1952 เนื่องจากเป็นต้นแบบอาคารที่ออกแบบให้ห้องชุดพักอาศัยมีการระบายอากาศแบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้านได้ (cross ventilation) คือ อาคารห้องชุดพักอาศัยนี้ มีการออกแบบให้ไม่ต้องมีโถงทางเดิน (corridor) ทุกชั้น ทำให้มีอาคารบางชั้นเปิดรับลมเปิดทะลุถึงกันทั้งสองฝั่งของอาคารได้ ลมจึงไหลผ่านได้ดี อาคารห้องชุดพักอาศัยทั่วไปจะมีโถงทางเดินที่ใช้เป็นทางสัญจรให้คนเดินเข้าห้องได้ 2 ด้านของทางเดิน (double load) อยู่ทุกชั้นเพื่อใช้

เป็นทางเดินเข้าห้องพักอาศัย ซึ่งเป็นแบบที่ใช้งานสะดวก แต่ช่องโถงทางเดินกลางขวางกั้นทางไหลของลม

อาคารอุนิเต ดาปิตาซียง เป็นผลงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมโดยเลอ คอร์บูซีเยร์ (Le Corbusier) สถาปนิกชาวฝรั่งเศสชื่อดังของโลก ผู้ทรงอิทธิพลที่สุดแห่งศตวรรษที่ 20 ซึ่งองค์การยูเนสโก (UNESCO) ยกย่องให้อาคารแห่งนี้เป็นมรดกโลก เพราะเป็นผลงานที่สะท้อนให้เห็นถึงการแก้ปัญหา ความท้าทายและเทคนิคในด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมในช่วงศตวรรษที่ 20 หรือยุคโมเดิร์น เพื่อตอบสนองความต้องการของคนในสังคม โดยนำเสนอแนวความคิดใหม่ที่แก้ปัญหาเรื่องการระบายอากาศ การเข้าถึงของแสงธรรมชาติ ผสานแนวความคิดจัดพื้นที่ว่างภายในอาคารชุดพักอาศัยที่เป็นอาคารสูง เลอ คอร์บูซีเยร์มีแนวคิดที่ล้ำหน้ามากและสอดคล้องกับแนวคิดปัจจุบัน จึงนับว่าอาคารนี้มีความน่าสนใจมาก ผู้วิจัยจึงเลือกอาคารแห่งนี้มาหาคำตอบ

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า แม้ตามหลักการจะเชื่อว่า แบบแปลนของอาคารนี้จะมีการไหลของลมผ่านได้ดีก็ตาม แต่ก็ยังไม่เคยมีผู้พิสูจน์และยังเป็นที่ยังสงสัยในหมู่แวดวงสถาปนิกทั่วไปอยู่ว่า แนวความคิดในการออกแบบอาคารห้องชุดพักอาศัยแบบนี้ จะทำให้เกิดการไหลของลมแบบพัดผ่านตลอดได้จริงหรือไม่ อย่างไร ความเร็วลมที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในห้องชุดพักอาศัยเหล่านี้ควรเป็นอย่างไร งานวิจัยนี้จึงต้องการคำตอบที่เกี่ยวกับการไหลของลมที่พัดผ่านห้องชุดพักอาศัยของอาคารพักอาศัยชื่ออาคารอุนิเต ดาปิตาซียงตามที่กล่าวมาแล้ว

ข้างต้น แต่ใช้การจำลองสถานการณ์ภูมิอากาศแบบ กรุงเทพมหานคร ในประเทศไทย โดยใช้การจำลองสภาวะ การเคลื่อนที่ของอากาศผ่านสถาปัตยกรรม ศึกษาความเร็ว ลมและเส้นทางการเคลื่อนที่ภายในอาคาร โดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ที่ชื่อ HEAT-X ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ใน การจำลองการเคลื่อนตัวของของไหล 2 และ 3 มิติ และ ใช้การวางทิศทางการวางแนวอาคารเป็นเช่นเดียวกับการวางทิศอาคารในเมืองต้นแบบคือเมืองมาร์แซย์ ประเทศฝรั่งเศส เพื่อนำผลความเร็วลมที่ได้ สามารถ นำมาประยุกต์ใช้กับกรุงเทพมหานครและประเทศไทย ได้เป็นอย่างดีต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาถึงความเร็วลมและรูปแบบการไหล ของลมตามธรรมชาติว่าสามารถพัดผ่านอาคารอุนิเต ดาบิตาซียง ในการไหลลักษณะแบบพัดผ่านได้แบบข้าม ไปอีกด้านได้จริงหรือไม่ และความเร็วลมภายในห้องชุด พักอาศัยเป็นอย่างไร
2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการระบายอากาศ โดยวิธีการทางธรรมชาติในอาคารชุดพักอาศัยประเภท อาคารสูง ผลการศึกษานี้นำไปสู่การออกแบบเพื่อพิสูจน์ ว่ารูปแบบอาคารชุดพักอาศัยแบบอาคารอาคารอุนิเต ดาบิตาซียง มีการไหลของอากาศภายในอาคารที่ดีหรือไม่ อย่างไร เมื่อใช้ความเร็วลมของประเทศไทยมาใช้ในการทดลอง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การระบายอากาศ (ventilation) ในอาคาร คือ การถ่ายเทอากาศเก่าภายในห้องให้อากาศใหม่เข้ามา แทนที่ การไหลของอากาศเกิดจากเปลี่ยนแปลงความดัน การระบายอากาศใช้ความต่างของความดันอากาศทำให้เกิดการระบายอากาศจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง (Givoni, 1998) โดยอาศัยการเจาะช่องเปิด 2 ช่องขึ้นไปเพื่อให้ เกิดแรงดันอากาศที่แตกต่างกัน แล้วเกิดการถ่ายเทอากาศ ภายในอาคารขึ้น (pressure difference) เป็นลักษณะ

การระบายอากาศที่มีแรงดันลมเป็นแรงขับเคลื่อนหลัก (wind-driven ventilation) ซึ่งประกอบไปด้วย ช่องลมเข้า (inlet openings) และช่องลมออก (outlet openings) โดยขนาดและตำแหน่งของช่องลมเข้า และช่องลมออกจะมีผลต่อรูปแบบการไหลของอากาศ (Melaragno, 1982) การระบายอากาศในอาคารที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ แบบที่ลมสามารถพัดทะลุถึงกันทั้งสองฝั่งของอาคาร (cross ventilation) ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยช่องลม เข้า และช่องลมออกของลมที่อยู่ในตำแหน่งตรงกันข้ามกัน ของห้อง ซึ่งหากทางออกของลมมีพื้นที่มากกว่า ทางเข้า ของลมจะเกิดปรากฏการณ์ เวนทูรี (venturi effect) ขึ้นภายในห้องทำให้ความเร็วลมในห้องสูงขึ้น (Prianto, 2002) แต่หากทางออกของลมมีพื้นที่น้อยกว่าทางเข้า ของลม อากาศในห้องจะมีความเร็วที่ต่ำ เกิดปรากฏการณ์ รีเวิร์สเวนทูรี (reverse venturi effect) ทั้งนี้เป็นไปตาม หลักการเบอร์นูลลี (Bernoulli) คือ เมื่ออากาศไหลผ่านพื้นที่ หน้าตัดเปลี่ยนแปลงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความดัน และพื้นที่หน้าตัดจะต้องมีค่ารวมเท่ากันตาม หลักการอนุรักษ์พลังงาน อย่างไรก็ตามปัจจัยที่มีผลต่อ รูปแบบการไหลของลมผ่านอาคาร คือ ทิศทางของลมที่พัด เข้าสู่อาคาร ขนาด ตำแหน่ง และรูปแบบของหน้าต่าง รวมทั้งการจัดแบ่งห้องภายในอาคาร (Fuller, 1993)

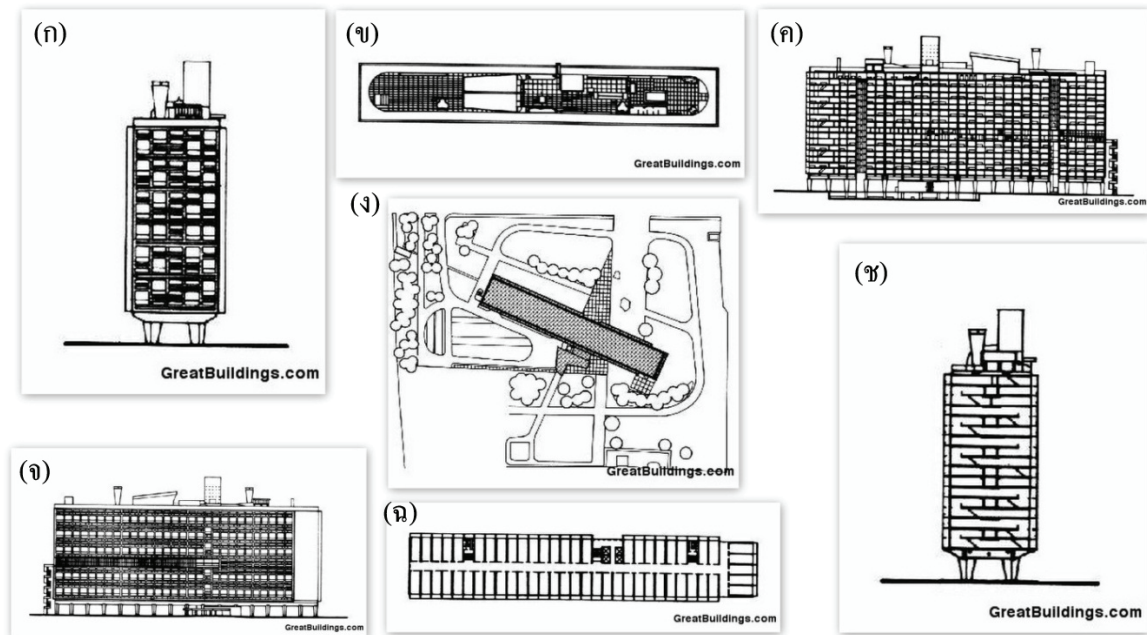
ข้อกำหนดการพัฒนา

1. ศึกษาลักษณะของอาคารชุดพักอาศัยของ อาคารอุนิเต ดาบิตาซียง ซึ่งเป็นอาคารชุดพักอาศัยสูง 18 ชั้น ชั้นล่างเปิดโล่งใน 1 อาคาร ประกอบด้วย 337 ห้องชุดพักอาศัย
2. ศึกษาแบบทางกายภาพภายในที่เป็น ห้องว่างเปล่าเท่านั้น ไม่มีการแบ่งผนังย่อยภายในห้อง หรือจัดวางเฟอร์นิเจอร์เพิ่มเติมจากในแบบ โดยศึกษาเฉพาะ ประสิทธิภาพการระบายอากาศที่เกิดขึ้นภายในอาคาร
3. ศึกษาการจำลองการไหล ลักษณะและ พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอากาศ และความเร็วลม ภายในอาคาร ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในหนึ่งหน่วยพักอาศัย

รายละเอียดของอาคารชุดพักอาศัยยูนิเตดดาบิตาซียงและการวิเคราะห์ลักษณะของอาคารชุดพักอาศัยของอาคารยูนิเตดดาบิตาซียง

อาคารยูนิเตดดาบิตาซียง สร้างเสร็จเมื่อ ค.ศ. 1952 มีลักษณะเป็นอาคารชุดพักอาศัยที่มีการใช้สอยแบบผสม

(mix use) ขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่เมืองมาร์แซย์ (Marseilles) ประเทศฝรั่งเศส ตัวอาคารสูง 18 ชั้น อาคารหันหน้าไปทางทิศตะวันออกและตะวันตก ตัวอาคารยาว 165 เมตร กว้าง 24 เมตร สูง 56 เมตร (มีลักษณะอาคารเป็นดังภาพ 1)



ภาพ 1 แสดงแปลน รูปด้าน รูปตัดและผังบริเวณของอาคารยูนิเตดดาบิตาซียง ที่ตั้งอยู่ที่เมืองมาร์แซย์ ประเทศฝรั่งเศส (มีรายละเอียด คือภาพ ก. ข. แสดงรูปด้านอาคาร ภาพ ฉ. แปลนอาคาร ภาพ ข. แปลนหลังคาอาคาร ภาพ ช. รูปตัดและภาพ ง. ผังบริเวณของอาคาร)

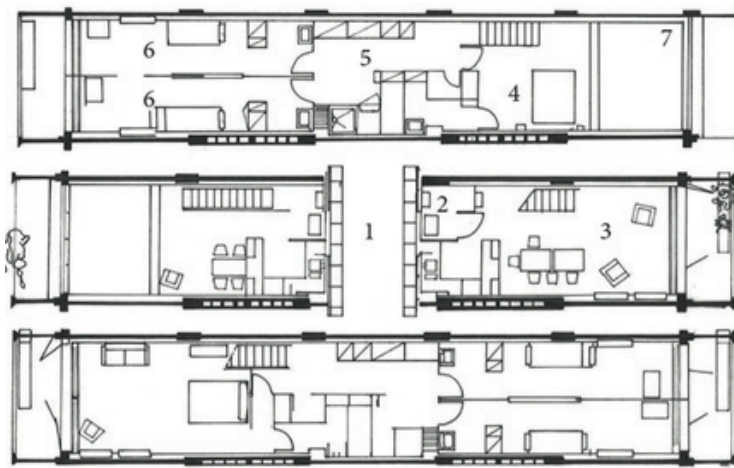
ที่มา จาก *Unite d'Habitation*, โดย Great Buildings, 1994, ค้นจาก http://www.greatbuildings.com/buildings/Unite_d_Habitation.html.

ห้องชุดพักอาศัยของอาคารนี้การออกแบบที่น่าสนใจ คือ ห้องชุดพักอาศัยทุกห้องมี 2 ชั้นแบบ

ดูเพล็กซ์ (duplex) ที่มีลักษณะรูปตัวแอล “L” จัดคว่ำ หางย อินเทอร์ล๊อค (interlock) กันอยู่ (ดังภาพ 2)



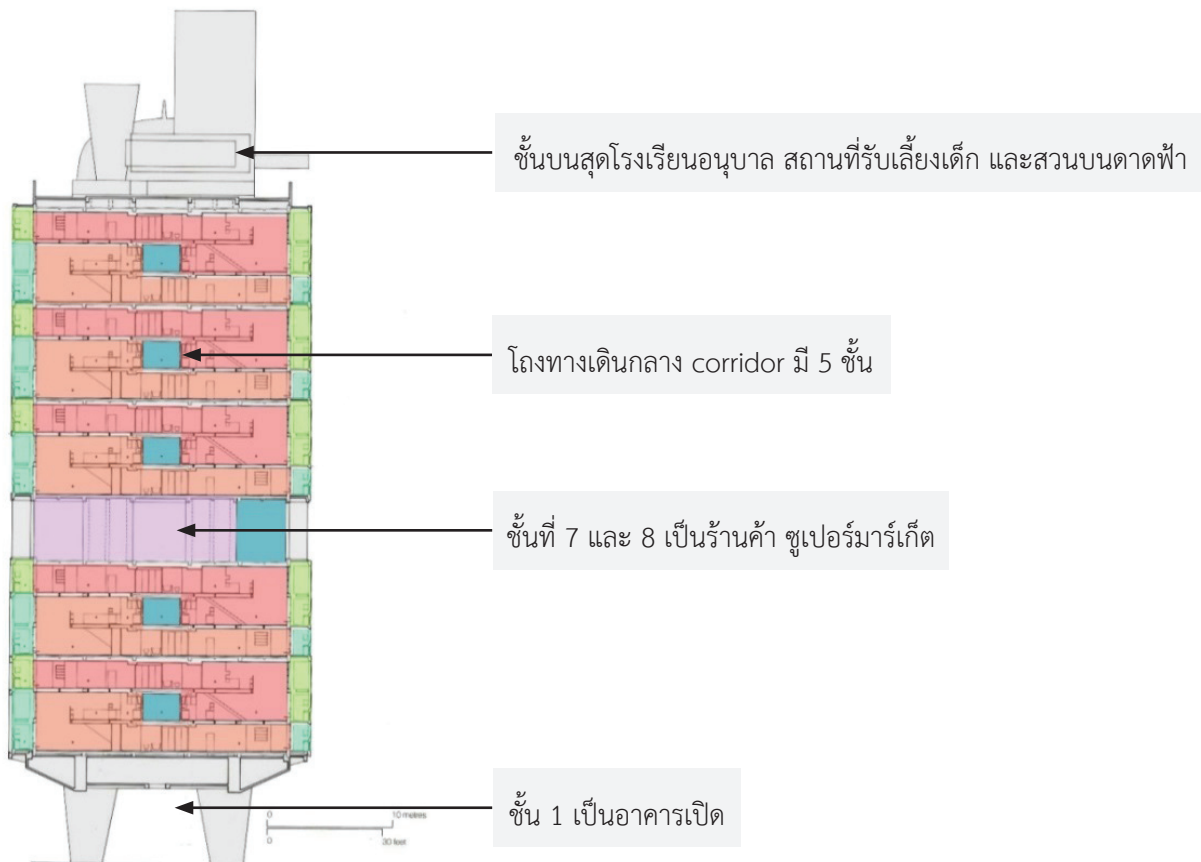
ภาพ 2 แสดงกราฟิกของรูปตัดของห้องชุดพักอาศัยของอาคารยูนิเตดดาบิตาซียง ที่มีลักษณะเป็นรูปตัวแอล “L” จัดคว่ำ หางยเลียนประสาน อินเทอร์ล๊อค (interlock) กันอยู่



ภาพ 3 แสดงแปลนของห้องชุดพักอาศัยของอาคารอุนิเต ดาบีตาซียง แสดงโถงทางเดินกลาง และการจัดที่ว่างภายในห้องชุดพักอาศัย (มีรายละเอียด คือ เลข 1 โถงทางเดิน (corridor) เลข 2 ห้องนอน เลข 3 แสดงห้องรับแขก เลข 4 โถงพักผ่อน เลข 5 ซักรีด เลข 6 ห้องนอนเด็ก)

เมื่อวิเคราะห์ภาพ 2 และ 3 แปลนห้องชุดพักอาศัยพบว่า ที่ตำแหน่งหมายเลข 1 ในภาพ 3 แสดงถึงโถงทางเดินกลางที่เดินเข้าห้องชุดพักอาศัย โดยถ้าเข้าห้องที่อยู่ด้านซ้าย (unit B ในภาพ 2) ก็จะเข้าห้องพักใน

ส่วนห้องรับแขกแล้วมีบันไดภายในเดินลงสู่ชั้นล่างที่มีแปลนเปิดโล่งทะลุถึงกันทั้งสองฝั่งของอาคารได้ ลมจึงไหลผ่านได้ดี และถ้าเข้าห้องที่อยู่ด้านขวา (unit A ในภาพ 2) สองฝั่งของอาคารได้ดีเช่นกัน ในส่วนรูปตัดอาคาร (ดังภาพ 4)



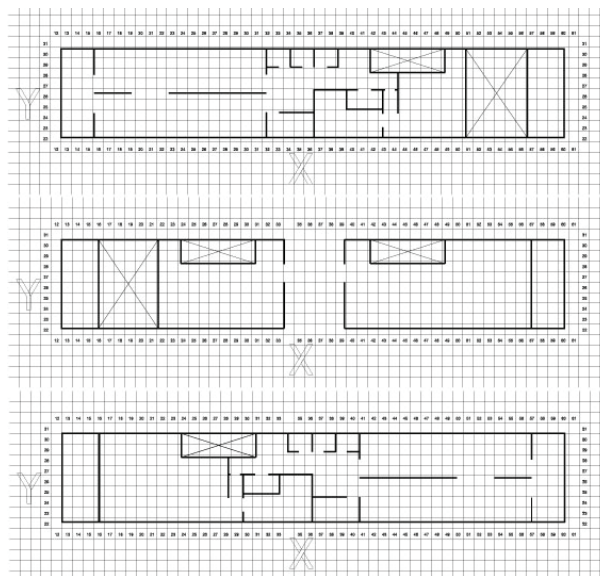
ภาพ 4 แสดงรูปตัดของอาคารอุนิเต ดาบีตาซียง แสดงโถงทางเดิน

ภาพ 4 แสดงให้เห็นว่า อาคารนี้เป็นอาคาร 18 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นใต้ดินใช้จอดรถยนต์และรถจักรยาน รวมถึงห้องเครื่องระบบปรับอากาศ ห้องเครื่องของระบบไฟฟ้าและระบบลิฟต์ ชั้น 1 เป็นอาคารเปิดโล่ง ชั้น 2-6 และชั้น 9-14 เป็นชั้นของห้องชุดพักอาศัยจำนวน 337 ห้องชุด รวมชั้นของห้องชุดพักอาศัยเป็นจำนวน 12 ชั้น อาคารนี้มีโถงทางเดินกลาง (corridor) ร่วมกันทุก ๆ 3 ชั้น ทั้งอาคารจึงมีชั้นที่มีโถงทางเดินกลางเพียง 5 ชั้นเท่านั้น ซึ่งผู้ออกแบบ เลอ คอร์บูซีเยร์ เรียกโถงทางเดินกลางนี้จะวางตัวตลอดตามแนวยาวของอาคาร ในส่วน ชั้นที่ 7 และ 8 ของอาคารอุนิเต ดาบิดาซียงเป็นร้านค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านขายยา ร้านตัดผม ร้านอาหารและร้านซักรีด ที่ชั้น 17 และชั้นบนสุดเป็นโรงเรียนอนุบาล สถานที่รับเลี้ยงเด็ก สวนบนดาดฟ้า ลู่วิ่ง และสระว่ายน้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง วัดความเร็วลมธรรมชาติ หรือ ปรากฏการณ์หรือสภาวะ การเคลื่อนที่ของอากาศ ที่เกิดจากอิทธิพลของความต่าง ของความกดอากาศเท่านั้น ศึกษาการจำลองการไหลเวียนของอากาศภายในอาคาร โปรแกรมที่เลือกใช้คือ

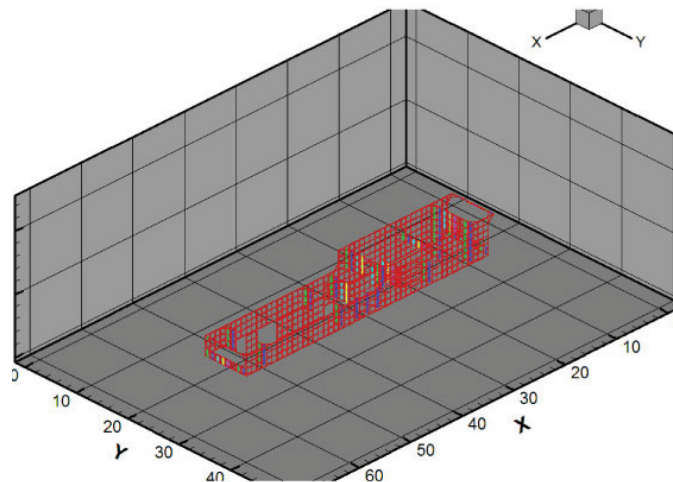
โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics--CFD) ชื่อโปรแกรมคือ Heat X ใช้ ทำนายการไหลของลม ที่ใช้กระบวนการเชิงตัวเลข และขั้นตอนวิธี (algorithm) ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการไหลของของไหล เพื่อการนี้ คอมพิวเตอร์จะถูกนำมา ใช้เพื่อทำการคำนวณนับล้าน ๆ ครั้ง ก่อนที่จะสร้างแบบ จำลองการทำปฏิกิริยาของลมต่อขอบผิวซึ่งกำหนดโดย สภาวะของขอบเขต ซึ่งมีหลักการทำงานโดยทั่วไปของ การคำนวณพลศาสตร์ของไหล สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ ปริมาตรต่าง ๆ ในที่ว่างที่ต้องการศึกษาจะแบ่งออกเป็น ปริมาตรย่อย ๆ ที่เรียกว่า เซลล์ (cell) ในแต่ละเซลล์จะ มีการคำนวณหาค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ ความเร็วอากาศ ในระนาบ x, y และ z ความดันอากาศ และค่าตัวแปรค่า ความเร็วลม ที่ต้องการจะหาคำตอบในแต่ละเซลล์นั้น จะ สร้างขึ้น เป็นสมการในโปรแกรม หลังจากนั้น โปรแกรม จะใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (numerical method) เพื่อ แก้ระบบสมการเหล่านั้น จนได้ผลที่ใกล้เคียงกับความจริง มากที่สุด มาใช้สำหรับการจำลองการเคลื่อนที่ของของไหล วิธีการศึกษาเริ่มจากการศึกษาข้อมูลกายภาพของอาคาร อุนิเต ดาบิดาซียง ทางกายภาพ จากนั้นใช้โปรแกรม notepad เขียน co ordinate ตีตารางกริดทุก 1 ตาราง เมตร (1 เมตร x 1 เมตร) แล้วใช้การเขียน co-ordinate วาดภาพแปลน รูปตัด (ดังภาพ 5) เพื่อใช้ในการจำลองการ ไหลด้วยโปรแกรม CFD ที่ชื่อ Heat X



ภาพ 5 แสดงการแปลงไฟล์ AutoCAD ลงในระบบกริด input ใส่โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

หลังจากนั้น ทำการ input ข้อมูลกล่องห้องชุดพักอาศัยอาคาร ในรูปแบบ co ordinate ในระนาบ x, y และ z ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบกริดที่แบ่งออกเป็นปริมาตรย่อย ๆ (cell) ให้เป็นเส้นที่ลักษณะ 3 มิติ

(ต่างจากเส้น 2 มิติของโปรแกรม Auto cad) คอมพิวเตอร์ จะประมวลโปรแกรม gambit ออกมาเป็นภาพหน่วยพักอาศัยที่มีรูปร่างเป็นรูปตัวแอลที่แสดงช่องหน้าต่าง ช่องเปิดต่าง ๆ ของอาคาร ได้ผลดังภาพ 6



ภาพ 6 แสดงหน่วยพักอาศัยที่มีรูปร่างเป็นรูปตัวแอลที่แสดงช่องหน้าต่าง ช่องเปิดต่าง ๆ ของอาคาร ที่ได้จากประมวลผลของภาพโปรแกรม gambit เพื่อที่จะนำไปใช้ต่อสำหรับ โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

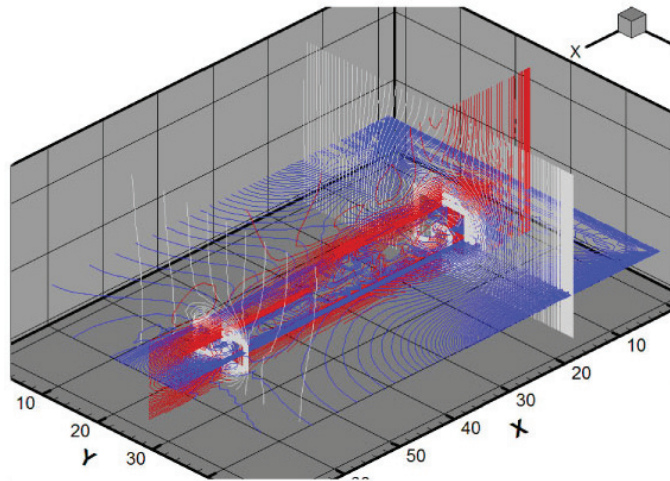
แล้วศึกษารูปแบบการไหลแบบ stream line และความเร็วลมที่เกิดขึ้น โดยการวัดค่าคำตอบที่ระดับความสูง 1 เมตร จากพื้นห้องในทุก 1 ตารางเมตร (1 เมตร x 1 เมตร) ของพื้นที่ใช้งานของแต่ละหน่วยพักอาศัย ด้วย โดยใช้ข้อมูลความเร็วลมของกรุงเทพมหานครจากสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นความเร็วลมตั้งต้น โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้จำลองทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ ทั้งในแนวราบ คือ การจำลองการไหลของลมที่พัดในแปลนอาคารผ่านหน้าต่างและผนังภายในห้องชุดพักอาศัย และในแนวตั้ง คือ การจำลองการไหลของลมที่พัดในรูปตัดของอาคาร แล้ววัดค่าความเร็วลมที่แสดงเป็นทั้งตัวเลขและแถบสีในจุดต่าง ๆ ที่สนใจภายในอาคาร ได้แก่ ทางเข้า และทางออกของลม ที่หน้าต่าง ทั้ง 2 ฝั่งของอาคาร และตำแหน่งต่าง ๆ ภายในห้อง รวมทั้งศึกษาวิเคราะห์รูปแบบการไหลของลมในรูปแบบเส้น stream line ดังแสดงในผลการศึกษาต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics --CFD) ชื่อโปรแกรมคือ Heat X จำลองลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศกับอาคารอุנית ดาบิดาเซียย ที่นำมาเป็นกรณีศึกษา

ผลการวิจัย

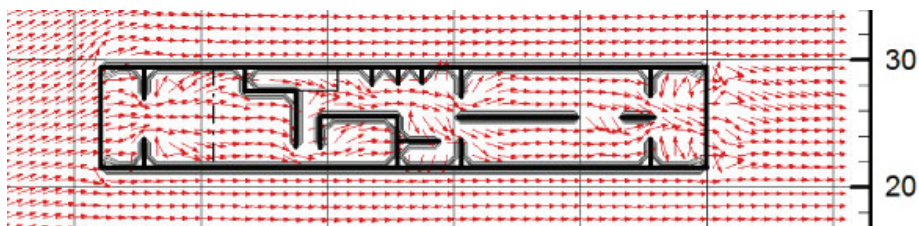
ผลการศึกษาการทดลองการจำลองการไหลของลมผ่านอาคารชุดพักอาศัย ของอาคารอุנית ดาบิดาเซียย รายละเอียด ดังนี้ คือ หลังจากการประมวลผลด้วยโปรแกรมหน่วยพักอาศัยที่มีรูปร่างเป็นรูปตัวแอลที่แสดงช่องหน้าต่าง ช่องเปิดต่าง ๆ ของอาคาร ที่ได้จากประมวลผลของภาพโปรแกรม gambit เพื่อที่จะนำไปใช้ต่อสำหรับโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล Heat X แบบ 3 มิติ ได้ผลการไหลที่ช่องเปิดเข้าและออกของลมจากหน้าต่าง ทั้ง 2 ด้านของห้องชุดพักอาศัย เป็นดังภาพวงกลมเส้นประในภาพ 11 แสดงผลเป็น Contour Plot ในภาพ 7



ภาพ 7 แสดง Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through 3D Unit

ต่อมาประมวลผลของภาพโปรแกรม gambit ในแปลน เพื่อที่จะนำไปใช้ต่อสำหรับโปรแกรมคำนวณ พลศาสตร์ของไหล Heat X แล้วจึงจำลองการไหลแบบ 2 มิติ ในแปลนอาคาร ในภาพ 8 แสดงเวกเตอร์การไหล

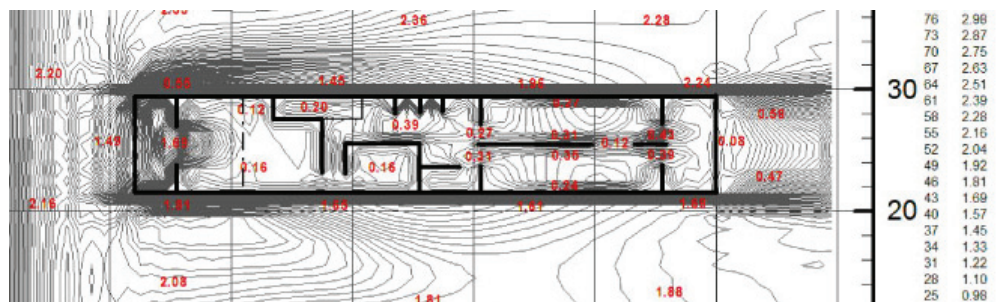
ผ่านแปลนห้องชุด สร้างแหล่งกำเนิดลม ที่มุมซ้ายล่าง ของปริมาตรขอบเขต มีความเร็วตั้งต้น มีค่าความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที ได้ผลดังภาพ



ภาพ 8 แสดง Vector Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (floor plan)

จากภาพ 8 ที่แสดงเวกเตอร์การไหลผ่านแปลน ห้องชุด ปะทะผนังภายใน ส่งผลให้ลูกศรของเวกเตอร์ การไหลของลมเปลี่ยนทิศทางการไหลไป และที่บริเวณ ทางเข้าของลม คือ ด้านซ้ายของแปลน แสดงหน้าต่าง ที่เป็นช่องเปิดที่ลมไหลเข้ามาในห้องชุดพักอาศัยนี้ ลูกศรของเวกเตอร์การไหลแสดงให้เห็นว่า ลมไหลเข้าทาง

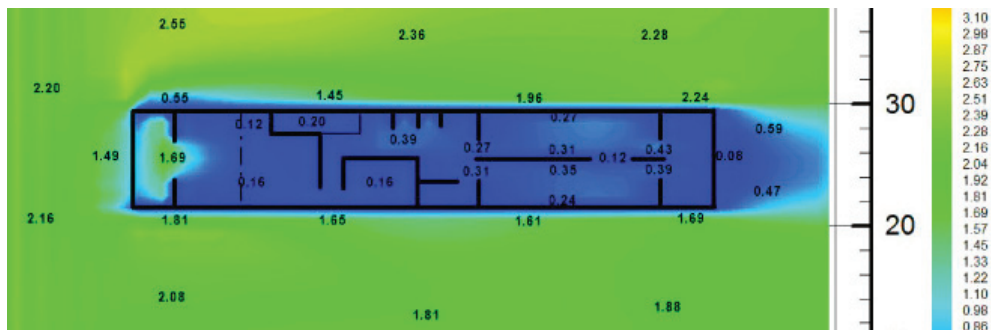
หน้าต่างด้านซ้ายของแปลน แล้วไหลต่อผ่านผนังภายใน แล้วจึงไหลออกจากห้องชุดพักอาศัยนี้ทางด้านขวา ลูกศรของเวกเตอร์การไหลแสดงให้เห็นว่าแปลนห้องชุด นี้มีการระบายอากาศแบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้าน ได้ (cross ventilation) ได้จริง



ภาพ 9 แสดง Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (floor plan)

ภาพ 9 แสดง Contour Plot ผ่านแปลนห้องชุดที่แสดงค่าความเร็วลมเป็นตัวเลขในบริเวณนั้น ๆ ของแปลน โดยการศึกษาใช้ความเร็วลมภายในพื้นที่เมือง (inner

urban area) ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที โดยจะเห็นว่าความเร็วลมภายนอกแปลนอาคารมีค่าใกล้เคียง 2 เมตรต่อวินาที



ภาพ 10 แสดง Flood Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Floor Plan แถบสีและตัวเลขด้านขวาของภาพแสดงค่าความเร็วลมมีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

ภาพ 10 แสดง Flood Contour Plot ของแปลน โดยภาพที่ 3 แสดงในรายละเอียดของห้องต่าง ๆ ในแปลน แสดงสีที่แสดงถึงความเร็วลม โดยที่สีน้ำเงินหมายถึงความเร็วลมที่ต่ำที่สุด คือ 0 เมตรต่อวินาทีไล่เฉดสีจากน้ำเงินไป ฟ้ำเข้ม ฟ้ำอ่อน ฟ้ำอมเขียว เขียว เขียวอ่อน เหลือง ส้ม แดง หมายถึงความเร็วลมที่สูงที่สุด คือ 3.57 เมตรต่อวินาที ดังแสดงในแถบสีและตัวเลขที่แสดงด้านขวาของภาพ จากภาพจะเห็นว่าความเร็วลมภายในอาคารมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.12-0.39 เมตรต่อวินาที ที่แสดงเป็นสีฟ้ำเข้ม ส่วนบริเวณด้านรับลมของอาคารคือฝั่งซ้ายของแปลน มีค่าความเร็วลม 1.49 เมตรต่อวินาที และบริเวณหน้าต่างทางเข้าของลม มีค่าความเร็วลม 1.09 เมตรต่อวินาที แสดงด้วยสีฟ้ำอ่อน

ความเร็วลมภายในอาคาร เริ่มจากตรงบริเวณหน้าอาคารก่อนถึงหน้าต่างทางเข้าของลมด้านซ้ายของแปลน มีค่าความเร็วลม 1.49 เมตรต่อวินาที ถัดมาตรงบริเวณหน้าต่างทางเข้าของลมมีค่าความเร็วลมลดลงเป็น 1.09 เมตรต่อวินาที (ดังตำแหน่งหมายเลข 7 ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) ก่อนลมจะไหลเข้าไปภายในห้องชุด มีค่าความเร็วลม 0.12-0.16 เมตรต่อวินาที ในห้องโถงรับแขก (ดังตำแหน่งหมายเลข 4 ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) ที่บันไดมีค่าความเร็วลม 0.20 เมตรต่อวินาที บริเวณห้องน้ำ มีค่าความเร็วลม 0.16 เมตรต่อวินาที บริเวณโถงอเนกประสงค์ (ดังตำแหน่งหมายเลข 5

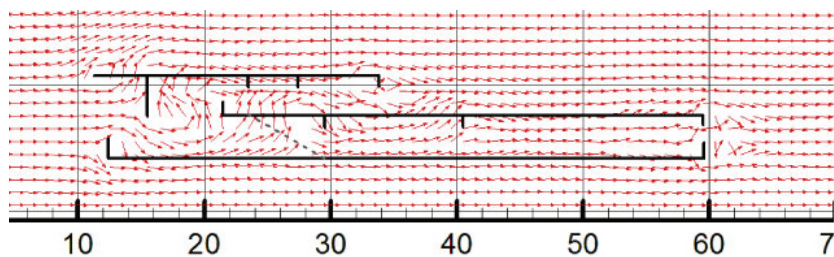
ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) มีค่าความเร็วลม 0.39 เมตรต่อวินาที บริเวณประตูเข้าห้องนอน มีค่าความเร็วลม 0.31 และ 0.27 เมตรต่อวินาที และบริเวณห้องนอน (ดังตำแหน่งหมายเลข 6 ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) มีค่าความเร็วลม 0.27, 0.31, 0.36, 0.24, 0.12 เมตรต่อวินาที (ตามลำดับ) ตรงบริเวณหน้าต่างทางออกของลมมีค่าความเร็วลมมีค่าความเร็วลม 0.43, 0.39 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมตรงบริเวณ ด้านหลังอาคารด้านหลังหน้าต่างทางออกของลมด้านขวาของแปลน มีค่าความเร็วลม 0.08, 0.58, 0.47 เมตรต่อวินาที จะเห็นได้ว่าความเร็วลมตรงบริเวณ หน้าอาคารก่อนถึงหน้าต่างทางเข้าของลมด้านซ้ายของแปลนไปจนถึงหน้าต่างทางออกของลมด้านขวาของแปลน มีค่าความเร็วลมลดลงจาก 1.49 เป็น 0.08, 0.58, 0.47 เมตรต่อวินาที ที่ถึงแม้ความเร็วลมจะลดลงแต่ก็ยังยืนยันว่ามีลมพัดแบบมีการระบายอากาศแบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้าน (cross ventilation) ได้จริง ในส่วนความเร็วลมภายนอกอาคาร ความเร็วลมภายนอกมีค่าความเร็วลม ตั้งแต่ 1.08-2.79 เมตรต่อวินาที ในบริเวณใกล้ผนังด้านนอกอาคาร แสดงด้วยสีฟ้ำอ่อน มีค่าความเร็วลมไล่จากซ้ายไปขวา ด้านบน มีค่าความเร็วลม 0.55, 1.45, 1.96, 2.24 เมตรต่อวินาที (ตามลำดับ) และด้านล่างมีค่าความเร็วลม 1.81, 1.65, 1.61, 1.69 เมตรต่อวินาที (ตามลำดับ) ในบริเวณอากาศโดยรอบอาคารแสดงด้วยสีเขียว มีค่าความเร็วลมไล่จากซ้ายไปขวา ด้านบน

มีค่าความเร็วลม 2.20, 2.65, 2.36, 2.28 เมตรต่อวินาที (ตามลำดับ) และ ด้านล่างมีค่าความเร็วลม 2.16, 2.08, 1.81, 1.88 เมตรต่อวินาที (ตามลำดับ)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าแหล่งกำเนิดลม ที่มุมซ้ายล่างของปริมาตรขอบเขต มีความเร็วตั้งต้น มีค่าความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที ลมจะพัดจากล่างขึ้นบน ซ้ายไปขวา จะสังเกตเห็นได้ว่า ลมภายนอกอาคารด้านปะทะลม (ด้านล่างของแปลน) มีค่าความเร็วต่ำกว่าด้านหลังของอาคารเล็กน้อย แสดงว่าได้ไม่ส่งผลมากนัก และในส่วนด้านทางออกของลม คือในแปลนด้านขวา แสดงเงาของลม

(wind shadow) เป็นสีฟ้าเข้ม แสดงว่าเกิดการบังลม อับลมด้านหลังอาคาร

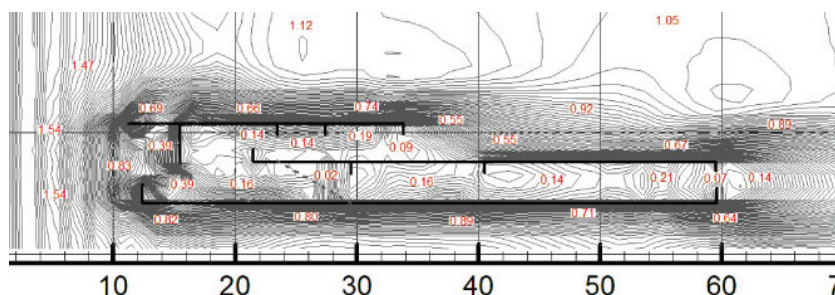
ต่อมาเป็นการทดลองการจำลองการไหล Vector Plot แบบ 2 มิติ ผ่านรูปตัดห้องชุดพักอาศัย ที่มีรูปร่างเหมือนตัวแอล “L” เพียง 1 ยูนิต ตั้งค่าแหล่งกำเนิดลมที่มีค่าความเร็วตั้งต้น มีค่าความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที ไหลด้วยความเร็วเท่ากันตลอดทั้งความสูงของภาพรูปตัดที่เรียกว่า รูปแบบการไหลแบบ uniform โดยไหลจากด้านซ้ายไปด้านขวาของภาพ แสดงได้ดังภาพ 11



ภาพ 11 แสดง Vector Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (longitudinal section)

จากภาพ 11 จะเห็นลูกศรเวกเตอร์ความเร็วลม ไหลจากด้านซ้ายของภาพ เข้าสู่ภายในที่ประมาณตำแหน่งเลข 10 ที่ด้านล่างของภาพ และไหลออกทางด้านขวาของห้องชุดพักอาศัย ที่ประมาณตำแหน่งเลข 60 ที่ด้านล่าง

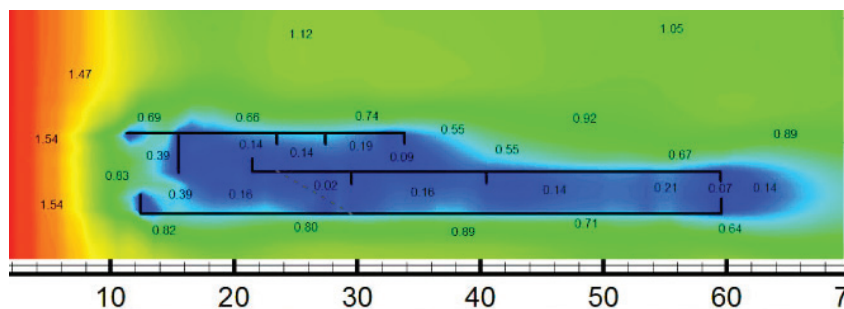
ของภาพ จากภาพเวกเตอร์นี้ ช่วยยืนยันว่ามีลมพัดแบบ มีการระบายอากาศแบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้าน (cross ventilation) ได้จริง



ภาพ 12 แสดง Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (longitudinal section)

ภาพ 12 แสดง Contour Plot ผ่านรูปตัดห้องชุด ที่แสดงค่าความเร็วลมเป็นตัวเลขในบริเวณนั้น ๆ ของรูปตัดโดยการศึกษานี้ใช้ความเร็วลมภายในพื้นที่เมือง

(inner urban area) ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที โดยจะเห็นว่าความเร็วลมภายนอกแปลนอาคารมีค่าใกล้เคียง 2 เมตรต่อวินาที



ภาพ 13 แสดง Flood Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (longitudinal section)

ภาพ 13 แสดง Flood Contour Plot ที่แสดงสีที่แสดงถึงความเร็วลม โดยที่สีน้ำเงินหมายถึงความเร็วลมที่ต่ำที่สุด คือ 0.02 เมตรต่อวินาที สีไล่เฉดสีจากน้ำเงินไปฟ้า เข้ม ฟ้าอ่อน ฟ้าอมเขียว เขียว เขียวอ่อน เหลือง ส้ม แดง หมายถึงความเร็วลมที่สูงที่สุด คือ 1.72 เมตรต่อวินาที ดังแสดงใน legend ที่แสดงด้านล่างของภาพ จากภาพจะเห็นว่าความเร็วลมภายในอาคารมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.14-0.21 เมตรต่อวินาที ที่แสดงเป็นสีฟ้าเข้ม

ส่วนความเร็วลมภายนอกอาคาร ความเร็วลมภายนอกมีค่าความเร็วลม ตั้งแต่ 1.47- 1.54 เมตรต่อวินาที ในบริเวณใกล้ด้านรับลมของอาคาร แสดงด้วยสีแดง บริเวณหน้าต่างทางเข้าของลมที่ฝั่งที่อาคารมี 2 ชั้น ด้านรับลมของอาคาร มีค่าความเร็วลม 0.83 เมตรต่อวินาทีแสดงด้วยสีเขียว ถัดมาเป็นช่องหน้าต่างบริเวณทางเข้าของลมทั้ง 2 ชั้นของอาคารมีค่าความเร็วลม 0.39 เมตรต่อวินาทีแสดงด้วยสีฟ้าอ่อน บริเวณทางออกของลม มีค่าความเร็วลม 0.07 เมตรต่อวินาที แสดงด้วยสีฟ้าเข้ม และ ด้านหลังมีค่าความเร็วลม 0.14 เมตรต่อวินาที (ตามลำดับ) แสดงด้วยสีน้ำเงิน แสดงถึงพื้นที่บังลม อับลมด้านหลังอาคาร

ความเร็วลมภายในอาคาร บริเวณหน้าต่างทางเข้าของลม มีค่าความเร็วลม 0.39 เมตรต่อวินาที แสดงด้วยสีฟ้าอ่อน จากภาพจะเห็นว่าความเร็วลมภายในอาคารมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.12-0.39 เมตรต่อวินาที ที่แสดงเป็นสีฟ้าเข้ม ส่วนบริเวณทางออกของลมทางด้านขวาของรูปตัดในภาพ มีค่าความเร็วลม 0.07 เมตรต่อวินาที ตรงบริเวณหน้าต่างทางออกของลม และบริเวณหลังอาคารด้านทางออกของลม มีสีฟ้าเข้ม

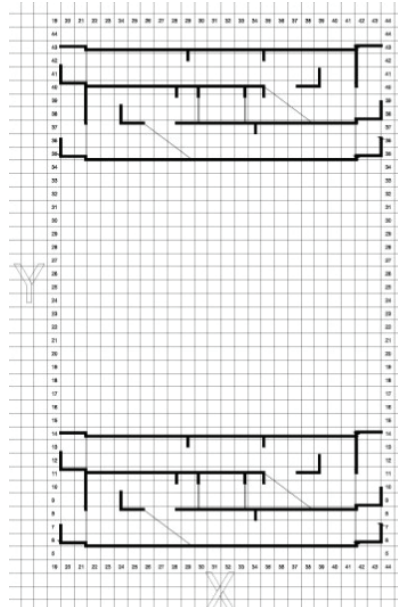
ความเร็วลมภายในอาคาร เริ่มจากตรงบริเวณหน้าอาคารก่อนถึงหน้าต่างทางเข้าของลมด้านซ้ายของ

แปลน มีค่าความเร็วลม 0.83 เมตรต่อวินาที ถัดมาตรงบริเวณหน้าต่างทางเข้าของลมมีค่าความเร็วลมลดลงเป็น 0.39 เมตรต่อวินาที (ดังตำแหน่งหมายเลข 7 ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) ก่อนลมจะไหลเข้าไปภายในห้องชุด มีค่าความเร็วลม 0.14-0.16 เมตรต่อวินาที ในห้องโถงรับแขก (ดังตำแหน่งหมายเลข 4 ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) ที่บันไดมีค่าความเร็วลม 0.19 เมตรต่อวินาที บริเวณห้องน้ำ มีค่าความเร็วลม 0.14 เมตรต่อวินาที บริเวณโถงอเนกประสงค์ (ดังตำแหน่งหมายเลข 5 ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) มีค่าความเร็วลม 0.09 เมตรต่อวินาที บริเวณประตูเข้าห้องนอน มีค่าความเร็วลม 0.18 และ 0.16 เมตรต่อวินาที และบริเวณห้องนอน (ดังตำแหน่งหมายเลข 6 ในแปลนแสดงผังห้องในภาพ 3) มีค่าความเร็วลม 0.14, 0.21 เมตรต่อวินาที (ตามลำดับ) ตรงบริเวณหน้าต่างทางออกของลมมีค่าความเร็วลมมีค่าความเร็วลม 0.07 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมตรงบริเวณด้านหลังอาคารด้านหลังหน้าต่างทางออกของลมด้านขวาของรูปตัด มีค่าความเร็วลมลดลงต่ำลง จะเห็นได้ว่าความเร็วลมตรงบริเวณ หน้าอาคารก่อนถึงหน้าต่างทางเข้าของลมด้านซ้ายของแปลนไปจนถึงหน้าต่างทางออกของลมด้านขวาของรูปตัด มีค่าความเร็วลมลดลงจาก 0.39 เป็น 0.07 เมตรต่อวินาที ที่ถึงแม้ความเร็วลมจะลดลงแต่ก็ยังยืนยันว่ามีลมพัดแบบมีการระบายอากาศแบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้าน (cross ventilation) ได้จริง

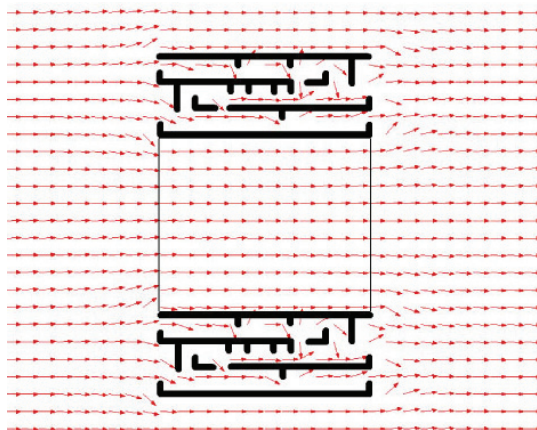
ต่อมาเป็นการทดลองการจำลองการไหล Vector Plot แบบ 2 มิติ ผ่านรูปตัดทั้งอาคารของอาคารห้องชุดพักอาศัย ที่มีรูปร่างเหมือนตัวแอล “L” อินเทอร์ล็อกกัน 2 ยูนิต (ดังภาพ 14) เพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงของจริง

มากขึ้น และตั้งค่าแหล่งกำเนิดลมที่มีค่าความเร็วตั้งต้น
มีค่าความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาทีไหลด้วยความเร็วเท่ากัน
ตลอดทั้งความสูงของภาพรูปตัด ที่เรียกว่า รูปแบบ

การไหลแบบ uniform โดยไหลจาก ด้านซ้ายไปด้านขวา
ของภาพ



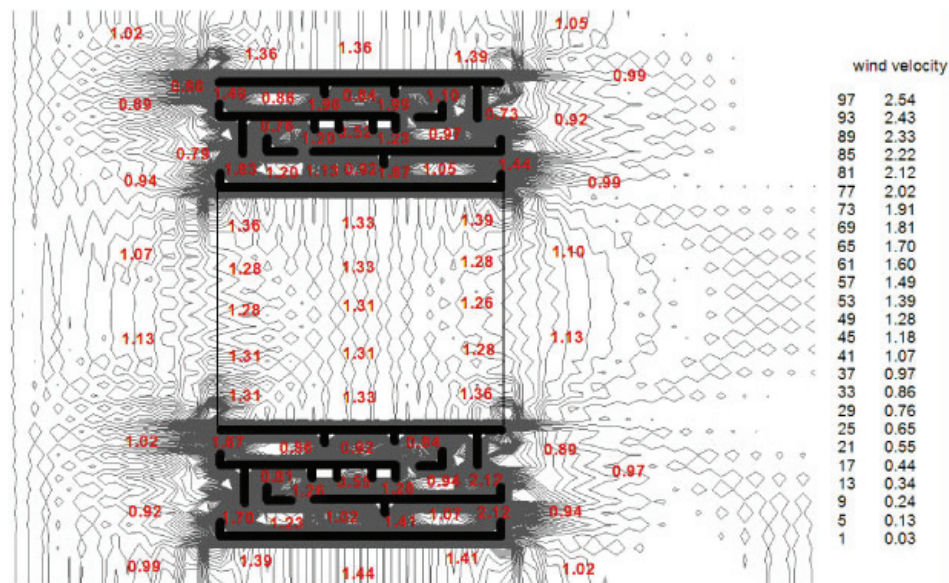
ภาพ 14 แสดง AutoCAD Drawing Files: Moisturized Section Grid Unit Counting For CFD Coordinated Inputted



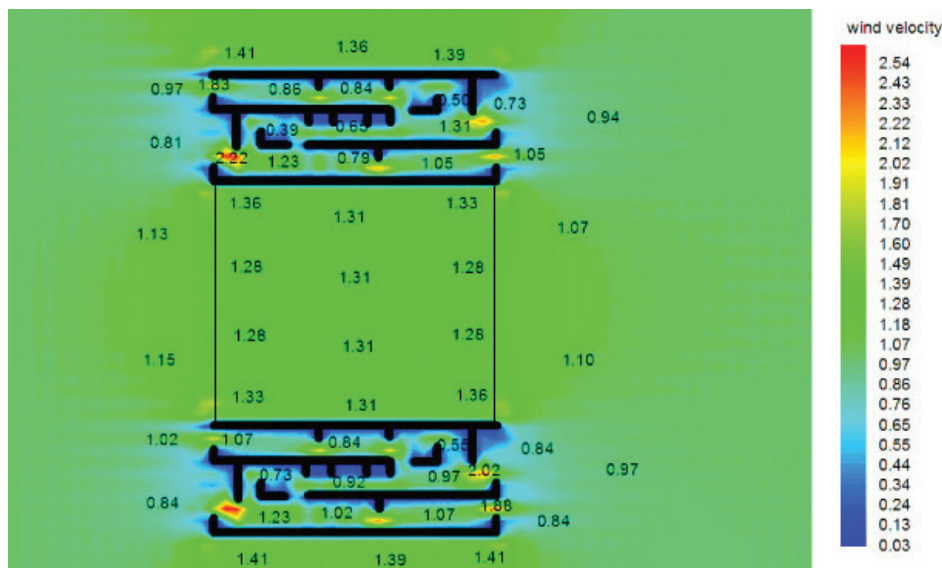
ภาพ 15 แสดง Vector Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (longitudinal section)

จากภาพ 15 แสดงรูปตัดอาคาร แสดงห้องชุดพัก
อาศัยรูปตัวแอล 2 ยูนิตประกบกัน จากภาพ จะเห็นว่าลูกศร
เวกเตอร์ความเร็วลมไหลจากด้านซ้ายของภาพ เข้าสู่ภายใน
และไหลออกทางด้านขวาของห้องชุดพักอาศัย จากภาพ

เวกเตอร์นี้ ช่วยยืนยันว่ามีลมพัดแบบมีการระบายอากาศ
แบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้าน(cross ventilation)
ได้จริง



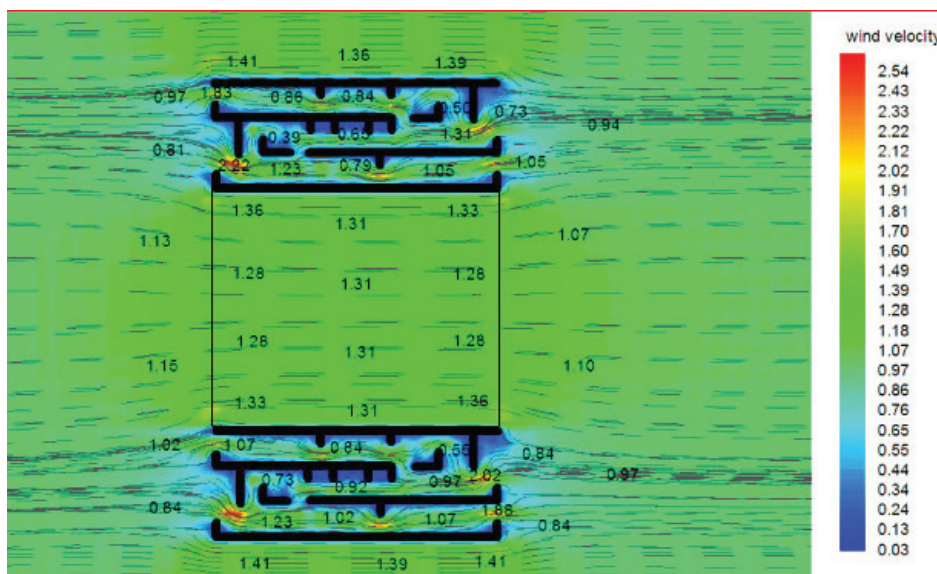
ภาพ 16 แสดง Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (longitudinal section)



ภาพ 17 แสดง Flood Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (longitudinal section)

ภาพ 17 แสดง Flood Contour Plot ที่แสดงสีที่แสดงถึงความเร็วลม แสดง legend ที่แสดงข้างขวาของภาพ โดยที่สีน้ำเงินหมายถึงความเร็วลมที่ต่ำที่สุด คือ 0.03 เมตรต่อวินาทีไล่เฉดสีจากน้ำเงินไป ฟ้ำเข้ม ฟ้ำอ่อน ฟ้ำอมเขียว เขียว เขียวอ่อน เหลือง ส้ม แดง หมายถึงความเร็วลมที่สูงที่สุด คือ 2.54 เมตรต่อวินาที จากภาพรูปตัดด้านล่าง จะเห็นว่าความเร็วลมภายในอาคาร มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.73-2.02 เมตรต่อวินาที ที่แสดงเป็น

สีเขียว และมีจุดสีแดงในบริเวณที่ลมมีความเร็วสูง ส่วนภาพรูปตัดด้านบน จะเห็นว่าความเร็วลมภายในอาคารมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.39-2.02 เมตรต่อวินาที ที่แสดงเป็นสีเขียว และมีจุดสีแดงในบริเวณที่ลมมีความเร็วสูง ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า บริเวณที่ลมมีความเร็วสูงนี้จะอยู่บางบริเวณใกล้ปากทางเข้าและออกของลม ที่ยูนิตล่างซ้ายด้านลมเข้า และด้านออกของทั้งยูนิตบนและล่าง



ภาพ 18 แสดง stream line บน Flood Contour Plot Showing the CFD- Simulated Airflow Through Unit (longitudinal section)

จากการวิเคราะห์ผล ภาพรูปตัดจากภาพ 18 ภาพสุดท้าย ภาพล่างจะเห็นได้ว่า ลมจะไหลได้ดีในยูนิต ตัวแอล “L” ตัวล่างได้ดีว่าบน สังเกตจากจุดสีแดงในภาพ โดยลมจะพัดเข้าจากบริเวณหน้าต่างทางซ้ายของภาพ มีค่าความเร็วลม 2.02 เมตรต่อวินาที แล้วความเร็วลมค่อยลดลง เป็น ค่าความเร็วลม 1.23, 1.02, 1.07 เมตรต่อวินาที แล้วพัดออกจากหน้าต่างด้านหลังห้องชุดพักอาศัย ค่าความเร็วลม 1.88 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบกับภาพบน ลมจะพัดเข้าจากบริเวณหน้าต่างทางซ้ายของภาพ มีค่าความเร็วลม 2.02 เมตรต่อวินาที แล้วความเร็วลมค่อยลดลง เป็น ค่าความเร็วลม 1.23, 0.79, 1.05 เมตรต่อวินาที แล้วพัดออกจากหน้าต่างด้านหลังห้องชุดพักอาศัย ค่าความเร็วลม 1.05 เมตรต่อวินาที

ส่วนยูนิตบนที่เป็นรูป “L” คว่า ภาพล่างจะเห็นว่าลมจะพัดเข้าจากบริเวณหน้าต่างทางซ้ายของภาพ มีค่าความเร็วลม 1.07 เมตรต่อวินาที แล้วความเร็วลมค่อยลดลง เป็น ค่าความเร็วลม 0.84, 0.55, 0.87 เมตรต่อวินาที แล้วพัดออกจากหน้าต่างด้านหลังห้องชุดพักอาศัย ค่าความเร็วลม 2.02 เมตรต่อวินาที ส่วนภาพบน ลมจะพัด

เข้าจากบริเวณหน้าต่างทางซ้ายของภาพ มีค่าความเร็วลม 1.83 เมตรต่อวินาที แล้วความเร็วลมค่อยลดลง เป็นค่าความเร็วลม 0.86, 0.84, 0.50, 1.31 เมตรต่อวินาที แล้วพัดออกจากหน้าต่างด้านหลังห้องชุดพักอาศัย ค่าความเร็วลม 0.73 เมตรต่อวินาที

การอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ห้องชุดนี้มีการระบายอากาศแบบพัดผ่านได้แบบข้ามไปอีกด้านได้ (cross ventilation) ได้จริง และ ยูนิตที่มีรูปตัดเป็นรูป “L” ใช้ด้านพื้นที่ด้านตั้งเป็นด้านรับลม จะมีการไหลของภายในห้องชุดที่ความเร็วสูงกว่า มีการถ่ายเทอากาศได้ดีกว่า และ ยูนิตที่มีรูปตัดเป็นรูป “L” ใช้ด้านพื้นที่ด้านตั้งเป็นด้านรับลม จะมีการถ่ายเทอากาศได้ดีกว่า จึงเป็นที่ยืนยันว่าการออกแบบอาคารที่เป็นลักษณะนี้สามารถระบายอากาศได้ดี เหมาะที่จะใช้เป็นต้นแบบในการสร้างอาคารชุดพักอาศัยที่สามารถถ่ายเทอากาศได้อย่างดีในการสร้างอาคารชุดพักอาศัยของรัฐที่จะสร้างให้กับพลเมืองในอนาคต



References

- Fuller, M. (1993). *Environmental control systems: Heating, cooling, lighting*. New York: McGraw-Hill.
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. New York: John Wiley & Sons.
- Great Buildings. (1994). *Unite d'habitation*. Retrieved from http://www.greatbuildings.com/buildings/Unite_d_Habitation.html
- Melaragno, M. (1982). *Wind in architectural and environmental design*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Prianto, E. (2002). Characteristic of airflow as the effect of balcony, opening design and internal division on indoor velocity: A case study of traditional dwelling in urban living quarter in tropical humid region. *Energy and Buildings*, 34(4), 401-409.

