

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลองสถานการณ์ (Simulation Research) ร่วมกับการการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะช่องเปิด กับประสิทธิภาพการไหลเวียนกระแสลม ความเร็วลมและอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ (Air Change per Hour : ACH) และเพื่อศึกษาตัวแปร โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาแนวทางการใช้ตัวแปรที่เหมาะสม เพื่อสรุปแนวทางการออกแบบสำหรับหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลต่อไป

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัย สามารถแบ่งขั้นตอนของการวิจัยได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

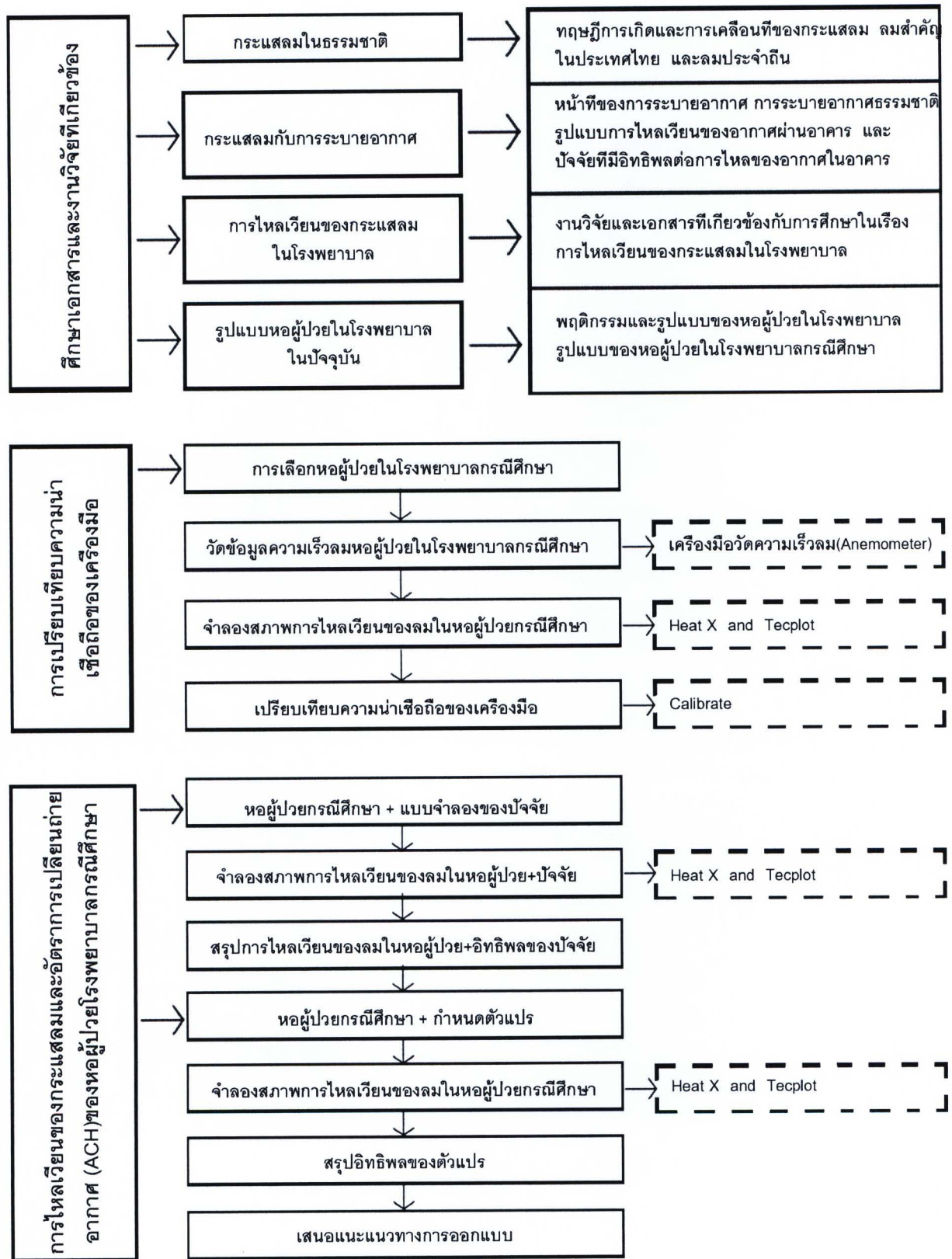
ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยกระแสลมในธรรมชาติ กระแสลมกับการระบายอากาศ การไหลเวียนของกระแสลมในโรงพยาบาล รูปแบบหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลในปัจจุบัน

ส่วนที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการวัดสภาพจริงจากหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลกรณีศึกษา ประกอบด้วย การคัดเลือกหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลกรณีศึกษา การเก็บข้อมูลความเร็วลมภายในและภายนอกหอผู้ป่วยในโรงพยาบาล พร้อมกับการสร้างแบบจำลองของหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลกรณีศึกษาและการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการเปรียบเทียบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติ

ส่วนที่ 3 เป็นการศึกษาปัจจัยส่วนประกอบของหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนกระแสลมโดยจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การกำหนดปัจจัยโดยอาศัยข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การกำหนดตัวแปรที่จะทำการศึกษา การสร้างแบบจำลองของตัวแปรและปัจจัยต่างๆ การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์และสรุปอิทธิพลของตัวแปร

ส่วนที่ 4 เป็นการคัดเลือกตัวแปรที่ทำให้การไหลเวียนกระแสลมมีประสิทธิภาพสูงสุด จากการศึกษาในส่วนที่ 3 มาสรุปเพื่อเสนอแนะแนวทางสำหรับออกแบบหอผู้ป่วยในโรงพยาบาล ในปัจจุบันต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในแต่ละส่วนสามารถสรุปได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยและตัวแปรที่ทำการศึกษา ทั้งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรคงที่ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัจจัยและตัวแปรที่จะทำการศึกษาในแต่ละการทดลอง ดังนี้

3.1.1 กระแสลมในธรรมชาติ

การศึกษากระแสลมในธรรมชาติ ประกอบด้วย ทฤษฎีการเกิดลมและการเคลื่อนที่ของลม ลมสำคัญในประเทศไทย และลมประจำถิ่นสำหรับพื้นที่ภาคต่างๆในประเทศไทย เพื่ออธิบายลักษณะของกระแสลมที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและเป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ลมประจำถิ่นของพื้นที่ภาคต่างๆในประเทศไทย ซึ่งเป็นลมที่ใช้ประโยชน์สำหรับการระบายอากาศธรรมชาติภายในอาคาร สำหรับงานวิจัยนี้กระแสลมถือเป็นตัวแปรคงที่ซึ่งอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์ลมประจำถิ่นจากงานวิจัยที่ผ่านมาเพื่อกำหนดทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยภายนอกสำหรับทำการศึกษาวิจัยต่อไป

3.1.2 กระแสลมกับการระบายอากาศ

การศึกษากระแสลมกับการระบายอากาศ ประกอบด้วย หน้าที่ของการระบายอากาศการระบายอากาศธรรมชาติ รูปแบบการไหลเวียนของอากาศผ่านอาคาร และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลของอากาศในอาคาร เพื่อให้เห็นถึงความสำคัญของกระแสลมต่อการระบายอากาศ และวิธีการใช้ประโยชน์จากกระแสลม เพื่อปรับทิศทางและคุณสมบัติของลมให้มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศสูงสุด ซึ่งต้องอาศัยปัจจัยและวิธีการต่างๆ โดยเฉพาะปัจจัยที่เป็นส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรม เพื่อกำหนดกลุ่มของตัวแปรต้นที่จะทำการศึกษาวิจัยต่อไป

3.1.3 การระบายอากาศในโรงพยาบาล

การศึกษาหลักเกณฑ์การระบายอากาศในโรงพยาบาล และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศในโรงพยาบาล โดยทำการวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกลุ่มของตัวแปรต้นสำหรับการศึกษาวิจัยในขั้นตอนต่อไป

3.2 กลุ่มตัวอย่างกรณีศึกษา

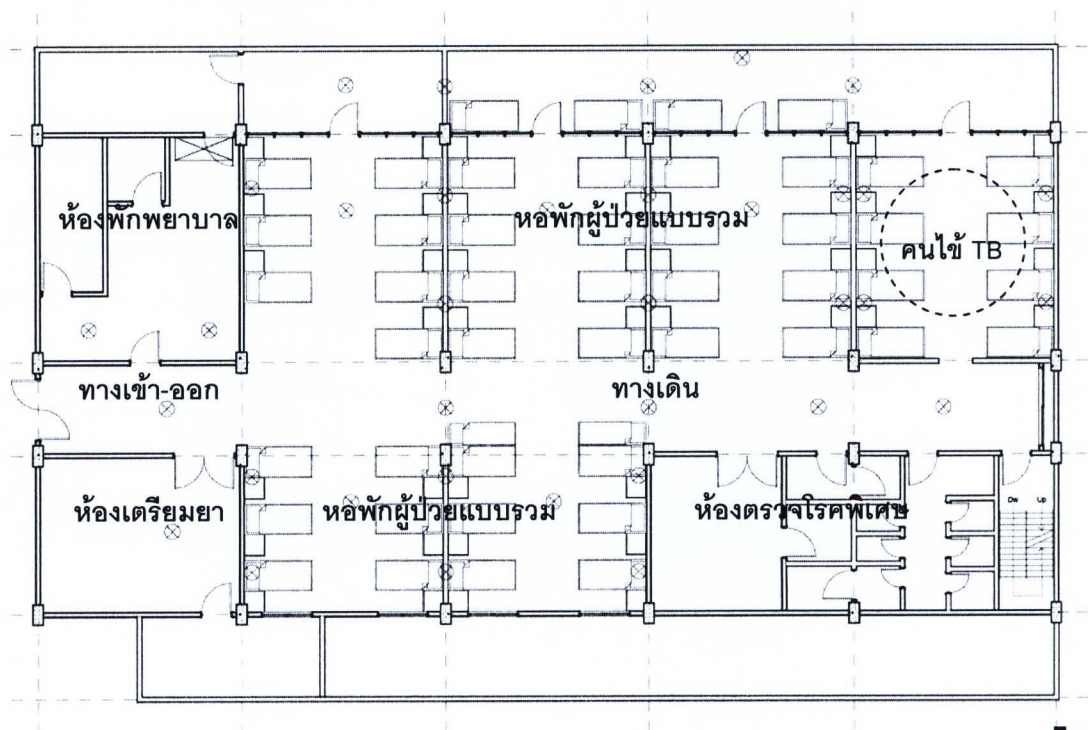
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการสุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ (purpose example) โดยโดยอาศัยหลักเกณฑ์เบื้องต้นดังนี้

หอผู้ป่วยโรงพยาบาลที่ทำการศึกษานี้ เป็นหอผู้ป่วยประเภทสามัญ ที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ โดยอ้างอิงข้อมูลจากงานวิจัย “Natural Ventilation in Thai Hospitals: A Field Study”¹

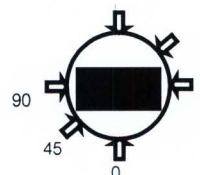
กลุ่มตัวอย่างโรงพยาบาลที่เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ มีจำนวน 5 แห่ง แบ่งออกเป็นภาคกลาง 2 แห่ง ภาคใต้ 2 แห่ง และภาคตะวันออกเฉียงใต้ 1 แห่ง มีจำนวนหอผู้ป่วยกรณีศึกษาทั้งหมด 6 แบบ แสดงดังรูปที่ 3.1 ถึง 3.6 โดยทั้งหมดจะมีการวางผังพื้นที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

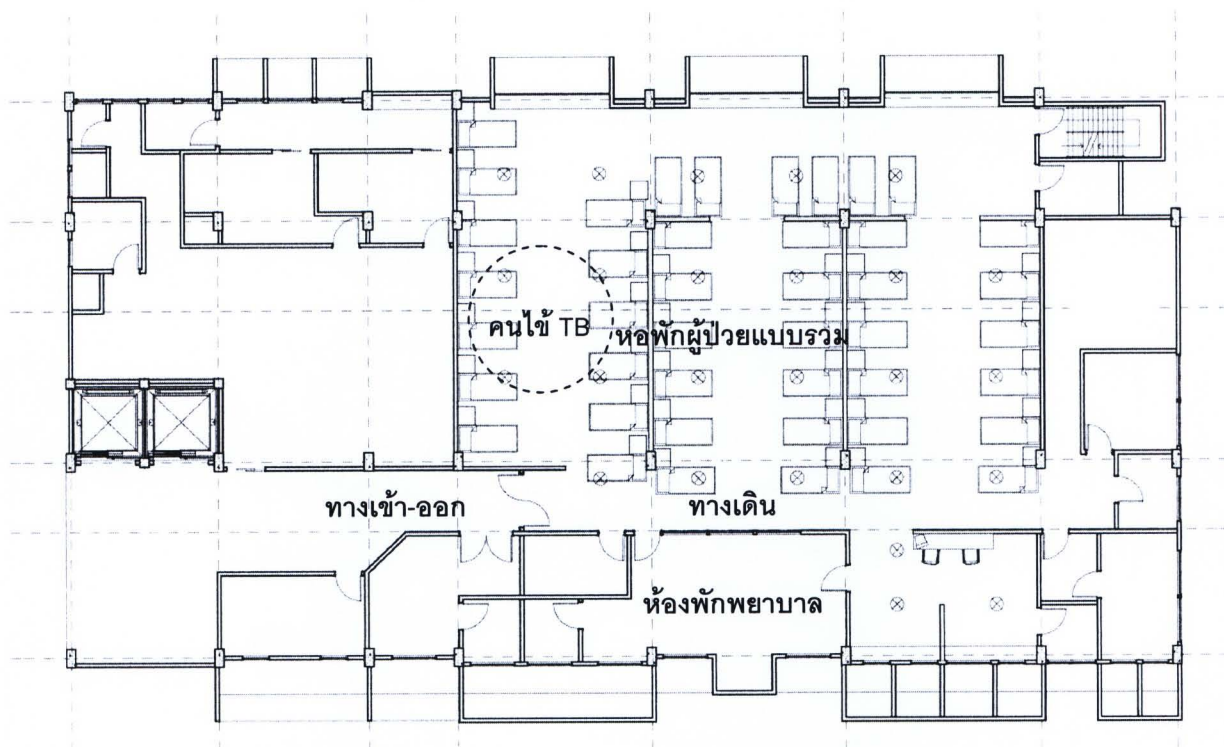
¹ Vorapat INKAROJIRIT and Polpat Nil-Ubon , Natural Ventilation in Thai Hospitals: A Field Study ,Faculty of Architecture, Chulalongkorn University

1. รูปร่างของผังพื้นโดยรวมมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ด้านยาววางตัวอยู่ในทิศเหนือ (180 องศา) -ใต้ (0 องศา) ด้านแคบวางในแนวทิศตะวันออก (270 องศา)-ตะวันตก (90 องศา)
2. ห้องพักรักษาตัวของผู้ป่วย (Ward) แบบห้องรวมและระเบียบอาคาร จะมีการจัดวางไว้ทางทิศเหนือเสมอ ผนังอาคารทางทิศนี้จะเป็นช่องเปิดยาวตลอดทั้งแนว โดยมีความสูงจากระดับพื้นถึงขอบด้านล่างช่องเปิดที่ระยะ 1.20 เมตร สะดวกต่อการระบายอากาศ
3. ห้องพักรักษาตัวของผู้ป่วย (Ward) แบบห้องเดี่ยวและส่วนพยาบาลดูแล (Nurse Station) ซึ่งเป็นส่วนที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ รวมไปถึงห้องน้ำ มีการจัดวางไว้ทางทิศใต้ (0 องศา) เสมอ ทำให้ทิศนี้มีปริมาณช่องเปิดต่อ พื้นที่ผิวน้อยมาก
4. ประตูทางเข้า-ออกของผู้ป่วย มีการจัดวางไว้ 2 รูปแบบ คือ ทางด้านยาวของผังพื้นทางทิศใต้ (0 องศา) แบบนี้จะมีระเบียบทางเดินภายนอกที่ติดกับส่วนห้องพักรักษาพยาบาล (Nurse Station) และทางด้านแคบของผังพื้นทั้งทางด้านทิศตะวันออก (270 องศา)และตะวันตก (90 องศา) แบบนี้จะไม่มีการมีระเบียบทางเดินภายนอกที่ติดกับส่วนพยาบาลดูแล (Nurse Station)
5. ช่องทางเดินภายในของผู้ป่วยจะอยู่บริเวณตรงกลางระหว่างห้องพักรักษาตัวของผู้ป่วย (Ward) แบบห้องรวมกับส่วนพยาบาลดูแล (Nurse Station)
6. พื้นที่สำหรับวางเตียงผู้ป่วยในกรณีแบบห้องรวม มี 2 แบบ คือ แบบ 3 ช่วงเสา และ 4 ช่วงเสา ในแต่ละช่วงจะมีผนังภายในกันพื้นที่เป็นสัดส่วน โดยแต่ละช่วงเสามีระยะมาตรฐานที่ 6.50 - 7.00 เมตร

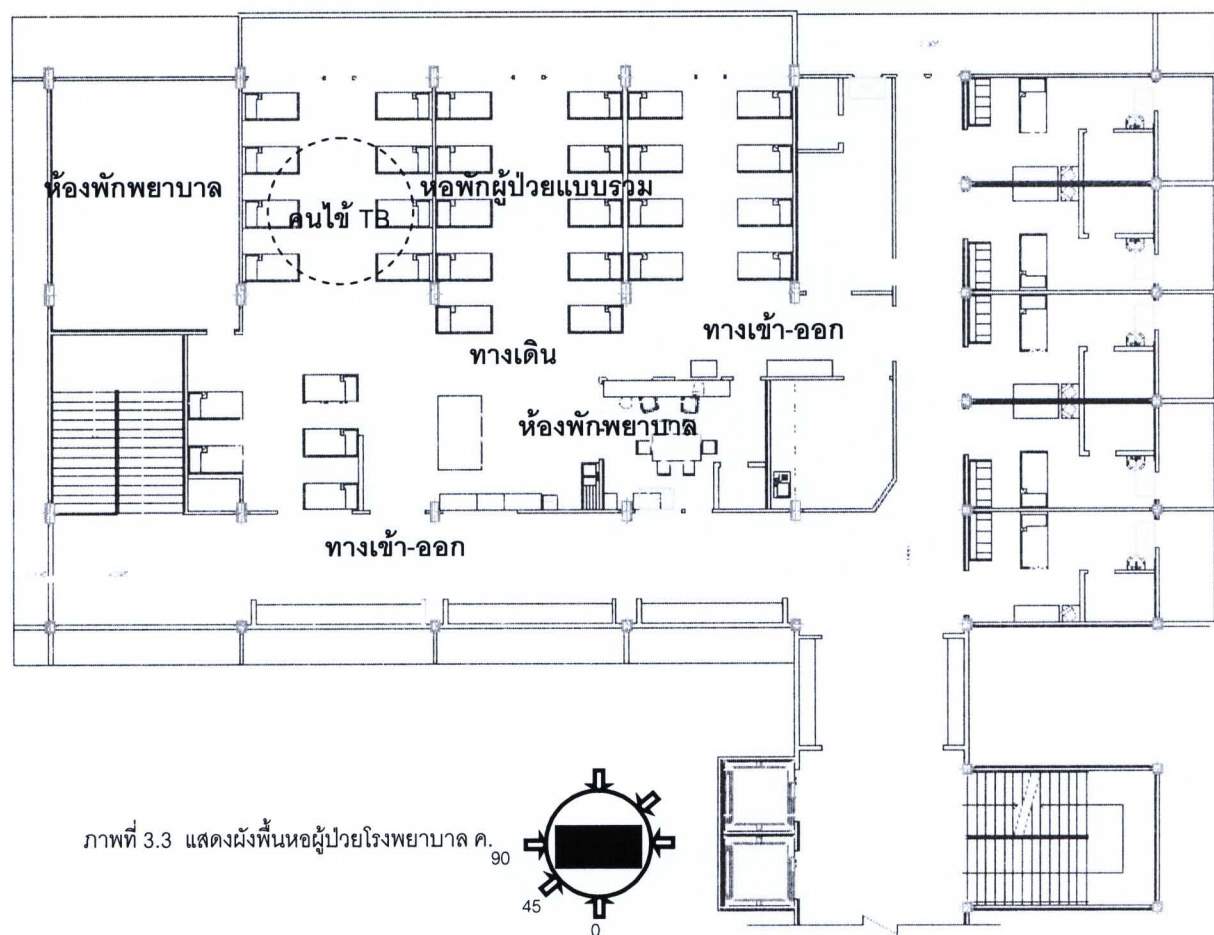


ภาพที่ 3.1 แสดงผังพื้นหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ก.

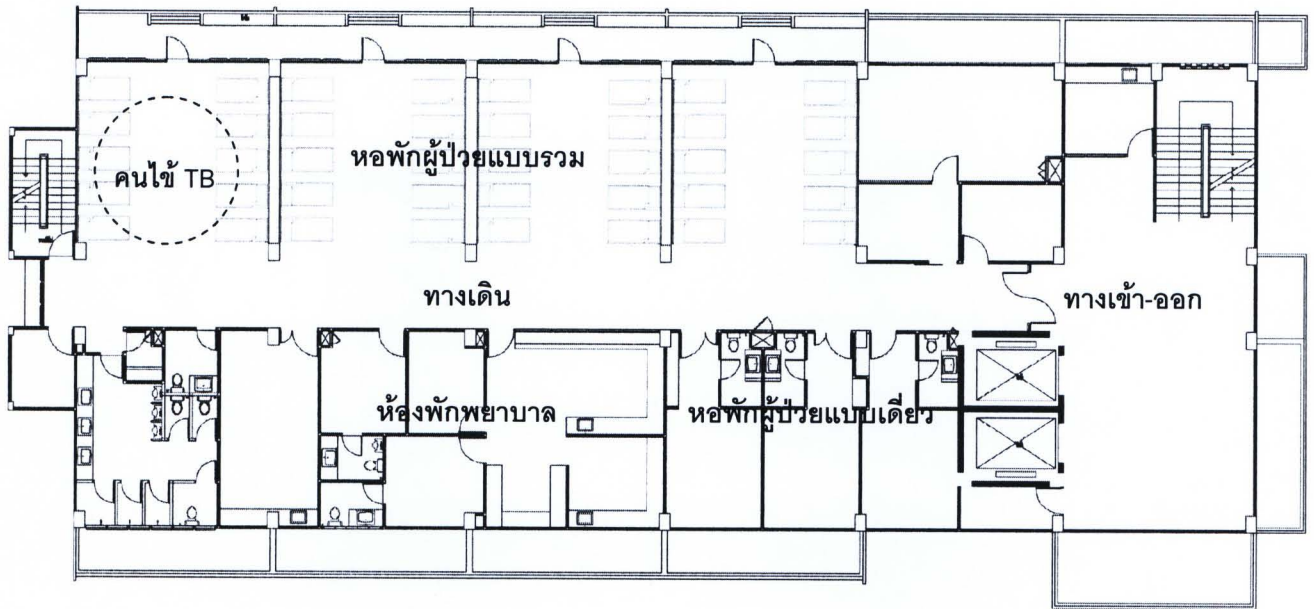




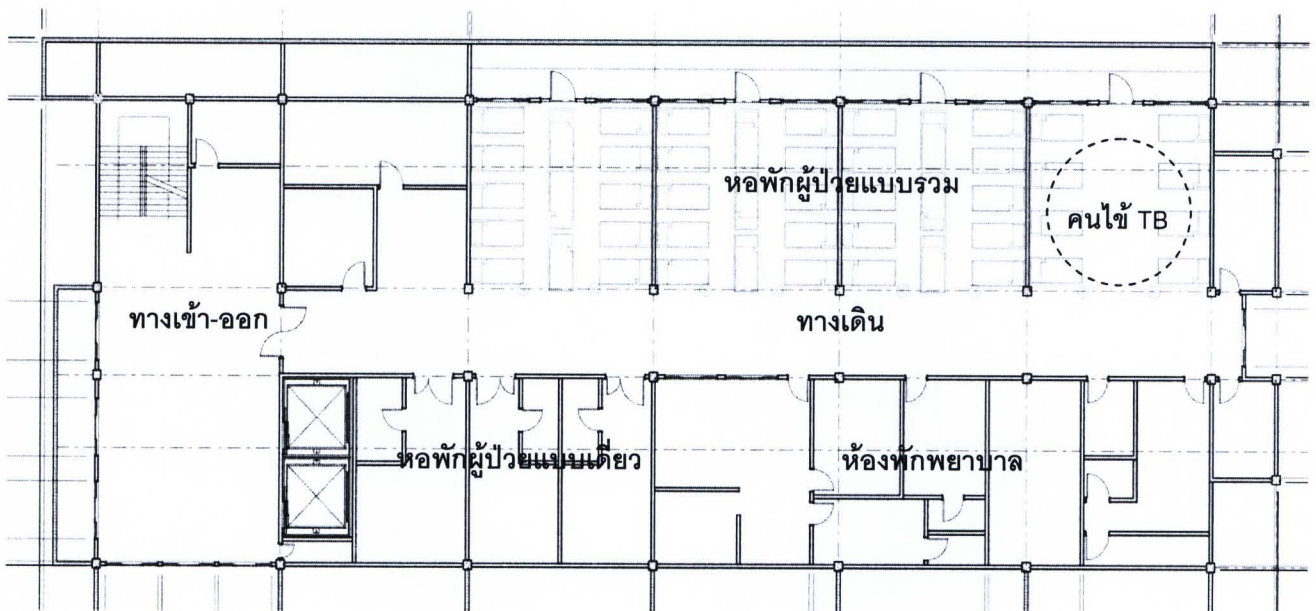
ภาพที่ 3.2 แสดงผังพื้นที่หอผู้ป่วยโรงพยาบาล ข.



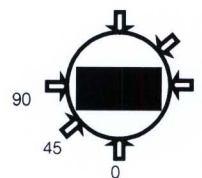
ภาพที่ 3.3 แสดงผังพื้นที่หอผู้ป่วยโรงพยาบาล ค.

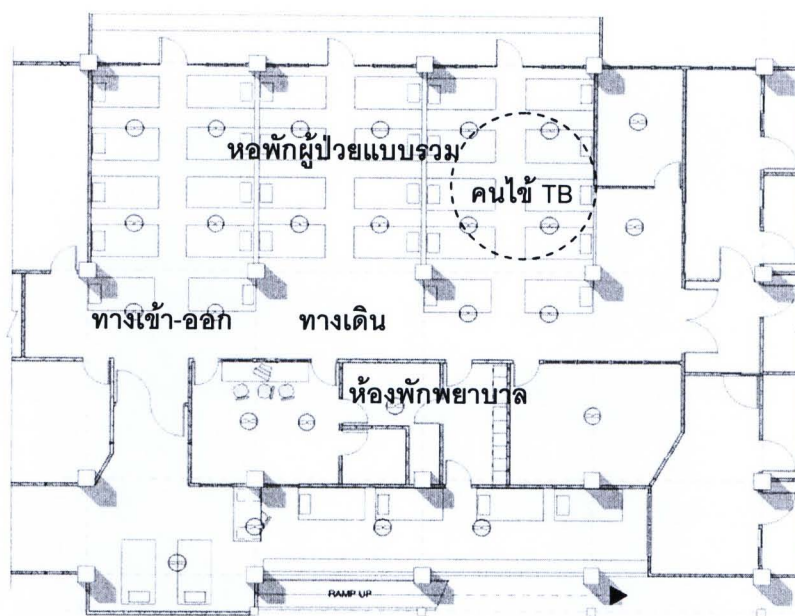


ภาพที่ 3.4 แสดงผังพื้นที่หอผู้ป่วยโรงพยาบาล ง.

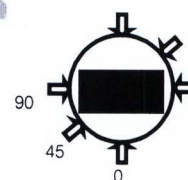


ภาพที่ 3.5 แสดงผังพื้นที่หอผู้ป่วยโรงพยาบาล จ.





ภาพที่ 3.6 แสดงผังพื้นหอผู้ป่วยโรงพยาบาล จ.



3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือช่วยวิจัยใน 2 ลักษณะ ได้แก่

1. เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ เครื่องมือวัดความเร็วลมแบบแท่ง ยี่ห้อ Testo (Testo 350-XL, Testo454) สำหรับวัดความเร็วลมภายในอาคาร โดยใช้ร่วมกับเครื่องกำเนิดควัน (Ventilation Smoke Tube Kit) สำหรับดูทิศทางการลม (Vorapat INKAROJIRIT and Polpat Nil-Ubon ,Natural Ventilation in Thai Hospitals: A Field Study.)

2. เครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองและช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ HEATX สำหรับประมวลผลซึ่งใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Tecplot version 2008 เพื่อแสดงผล และ โปรแกรม Microsoft excel 97 สำหรับการวิเคราะห์เชิงสถิติทั่วไป ซึ่งเครื่องมือแต่ละตัวมีรายละเอียดทั่วไปในการใช้งาน ดังนี้

• เครื่องวัดความเร็วลมแบบแท่งยี่ห้อ Testo (Testo 350-XL, Testo454)

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลความเร็วลมภายในอาคาร ในลักษณะการอ่านข้อมูล ณ สภาพปัจจุบัน (real time) โดยอาศัยตัวรับสัญญาณของเครื่องมือจะทำหน้าที่รับข้อมูลความเร็วลม และสามารถทำการอ่านข้อมูลโดยอัตโนมัติ โดยจะต้องระมัดระวังไม่ใช้งานให้เซนเซอร์กระทบกับแสงอาทิตย์โดยตรง

• เครื่องกำเนิดควัน (Ventilation Smoke Tube Kit)

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการดูทิศทางการลมภายในอาคาร ในลักษณะการสังเกต ใช้ในการพันดูทิศทางการเคลื่อนที่ของลมในขณะนั้น

• โปรแกรมคอมพิวเตอร์ HEATX

การวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท CFD (computational fluid dynamics) ที่ชื่อ HEATX ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นโดยภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัย Texas A&M ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเครื่องมือหลักในการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาทิศทางและความเร็วลมภายในอาคาร โดยมีเงื่อนไขในการจำลองสถานการณ์สำหรับงานวิจัยนี้คือ

1. เป็นการจำลองสถานการณ์ในลักษณะ 2 มิติ
2. กำหนดให้โปรแกรมคำนวณเฉพาะความเร็วลม โดยกำหนดความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 0.50 , 1.00 , 1.50 และ 2.00 เมตรต่อวินาที

รายละเอียดการป้อนข้อมูลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถดูได้จากภาคผนวก ข

• โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Tecplot version 2008

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแปลงข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม HEATX ให้แสดงผลออกมาในรูปแบบกราฟฟิค ซึ่งสามารถแสดงได้ทั้งในรูปแบบของเส้นชั้น (contour line) ลูกศรแสดงขนาดและทิศทาง (vector) และเส้นแสดงทิศทาง (stream trade) ของตัวแปรต่างๆ ทั้งความเร็วลมและความดัน สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้การแสดงผลใน 2 ลักษณะ ได้แก่ เส้นชั้นของความเร็วลม เพื่อศึกษาความเร็วลมภายในอาคาร ณ ตำแหน่งต่างๆ และเส้นแสดงทิศทางเพื่อศึกษาลักษณะการไหลเวียนของกระแสลมที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

3.4 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้อาศัยเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บข้อมูลหลายชนิด ดังนั้นเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากชนิดของเครื่องมือ จึงต้องทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือแต่ละชนิดและทำการปรับค่าให้เสมือนหนึ่งว่าใช้เครื่องมือตัวเดียวกันวัด (Calibration) ดังนี้

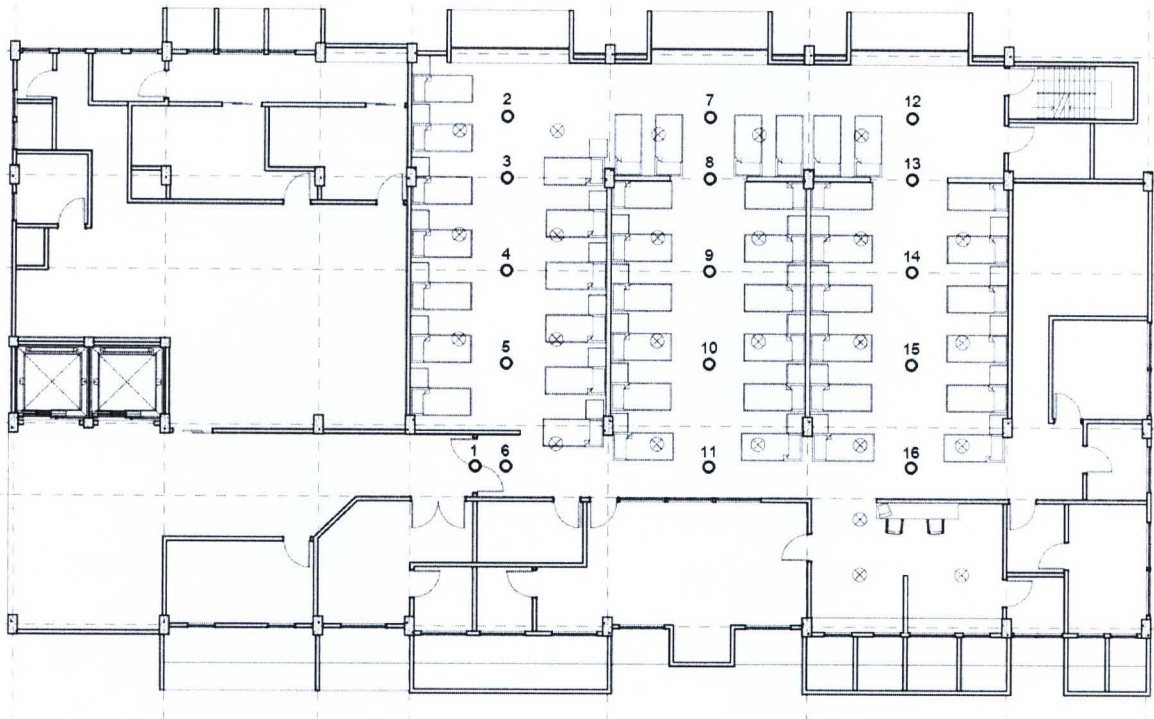
• การเทียบมาตรฐานของกรณีศึกษากับแบบจำลองของกรณีศึกษาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ HEATX

การวิจัยอาศัยการศึกษาข้อมูลจากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ HEATX เพื่อใช้เป็นตัวแทนของกรณีศึกษาจริง จึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองกับกรณีศึกษาจริง ซึ่งได้ใช้หอผู้ป่วยโรงพยาบาล ข. เป็นตัวแทนของกรณีศึกษาจริง การเทียบมาตรฐานอาศัยการเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษาโดยการวัดจากเครื่องมือ ณ สถานที่จริง และการเก็บข้อมูลจากแบบจำลองโดยอาศัยการป้อนข้อมูลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วทำการคำนวณ แล้วจึงนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาข้อสรุปต่อไป รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้ คือ

1. การเก็บข้อมูลจากหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษา

การเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษาประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลความเร็วกระแสลมและทิศทางกระแสลมภายในอาคาร (Vorapat INKAROJRIT and Polpat Nil-Ubon ,Natural Ventilation in Thai Hospitals: A Field Study.) โดยกำหนดตำแหน่งที่จะทำการเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมทั่วทั้งอาคาร ณ ตำแหน่งตรงกลางของห้องหรือตรงกลางของโซนที่มีผู้คนอาศัยอยู่ ที่ระดับความสูงอ้างอิงจากระดับใช้งานคือ 0.80 เมตร ดังรูปที่ 3.7

รายละเอียดตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูลมีดังนี้



ภาพที่ 3.7 แสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูลความเร็วลมภายในอาคารกรณีศึกษา

2. การเทียบมาตรฐานของแบบจำลองกับกรณีศึกษาจริง

อาศัยการเปรียบเทียบทางสถิติจากข้อมูลความเร็วลมที่วัดได้จริงจากกรณีศึกษากับข้อมูลความเร็วลมที่คำนวณได้โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการโดยละเอียด ดังนี้

2.1. หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายนอกกับความเร็วลมภายในอาคารในแต่ละจุดด้วยวิธีการทางสถิติ แทนค่าด้วยความเร็วลมภายนอกที่ต้องการศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ 0.30 m/s เพื่อหาความเร็วลมภายใน โดยวัดในทิศใต้ (0 องศา) เท่านั้น

2.2. ทำการคำนวณด้วยแบบจำลองที่สร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 0.30 m/s เพื่อหาความเร็วลมภายในอาคาร ณ ตำแหน่งต่างๆตามที่กำหนดไว้

2.3. หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมภายในอาคารที่ได้จากการวัดจริงกับที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลจากการเปรียบเทียบข้อมูลความเร็วลมภายในจากการวัดจริงและการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความเร็วลมภายในจากการวัดจริงและการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ณ ตำแหน่งต่างๆของอาคารกรณีศึกษา

	ความเร็วลมภายนอก(m/s)	ความเร็วลมภายใน(m/s)			
		วัดจริง	%	แบบจำลอง	%
1	0.30	0.27	90.00	0.41	136.67
2	0.30	0.27	90.00	0.38	126.67
3	0.30	0.20	66.67	0.22	73.33
4	0.30	0.15	50.00	0.14	46.67
5	0.30	0.22	73.33	0.17	56.67
6	0.30	0.10	33.33	0.22	73.33
7	0.30	0.17	56.67	0.35	116.67
8	0.30	0.40	133.33	0.33	110.00
9	0.30	0.16	53.33	0.23	76.67
10	0.30	0.24	80.00	0.24	80.00
11	0.30	0.11	36.67	0.17	56.67
12	0.30	0.34	113.33	0.33	110.00
13	0.30	0.28	93.33	0.30	100.00
14	0.30	0.29	96.67	0.25	83.33
15	0.30	0.35	116.67	0.30	100.00
16	0.30	0.33	110.00	0.28	93.33
เฉลี่ย	0.30	0.24	80.83	0.27	90.00

หมายเหตุ ร้อยละของความเร็วลมคำนวณจากการเปรียบเทียบกับความเร็วลมภายนอกอาคารซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.30 m/s

เมื่อนำค่าความเร็วลมภายในที่ได้ จากการกำหนดความเร็วลมภายนอกที่ทำการศึกษา 0.30 m/s ในทิศ 0 องศา จากกรณีที่ 1 ซึ่งเป็นค่าค่าความเร็วลมภายในจากการวัดได้จริงในสถานที่จริง และกรณีที่ 2 ซึ่งเป็นค่าค่าความเร็วลมภายในที่ได้จากการจำลองสภาพเสมือนจริงของสถานที่จริง มาเปรียบเทียบกับเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความถูกต้อง (Calibration) ระหว่างการวัดค่าความเร็วลมภายใน ในสถานที่จริงและการวัดค่าความเร็วลมภายในจากการจำลองสภาพเสมือนจริง พบว่า

กรณีศึกษาสถานที่จริง : มีค่าความเร็วลมภายในโดยเฉลี่ย 0.24 m/s

กรณีศึกษาแบบจำลอง : มีค่าความเร็วลมภายในโดยเฉลี่ย 0.27 m/s

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับที่ค่าความเร็วลมภายในโดยเฉลี่ยแล้ว ในกรณีศึกษาแบบจำลอง มีค่ามากกว่าในกรณีศึกษาสถานที่จริง โดยเฉลี่ยคือ $90\% - 80.83\% = 9.17\%$ ซึ่งในการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความถูกต้อง (Calibration) นั้น ควรมีความผิดพลาด (Error) ไม่เกิน $\pm 10\%$ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าการนำ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจำลองสภาพการระบายอากาศธรรมชาติในอาคาร คือ HEATX และ Tecplot version 2008 เข้ามาใช้ในการทำวิจัยนั้น มีความเชื่อถือได้ (Validity)

3.5 การกำหนดตัวแปรในการวิจัย

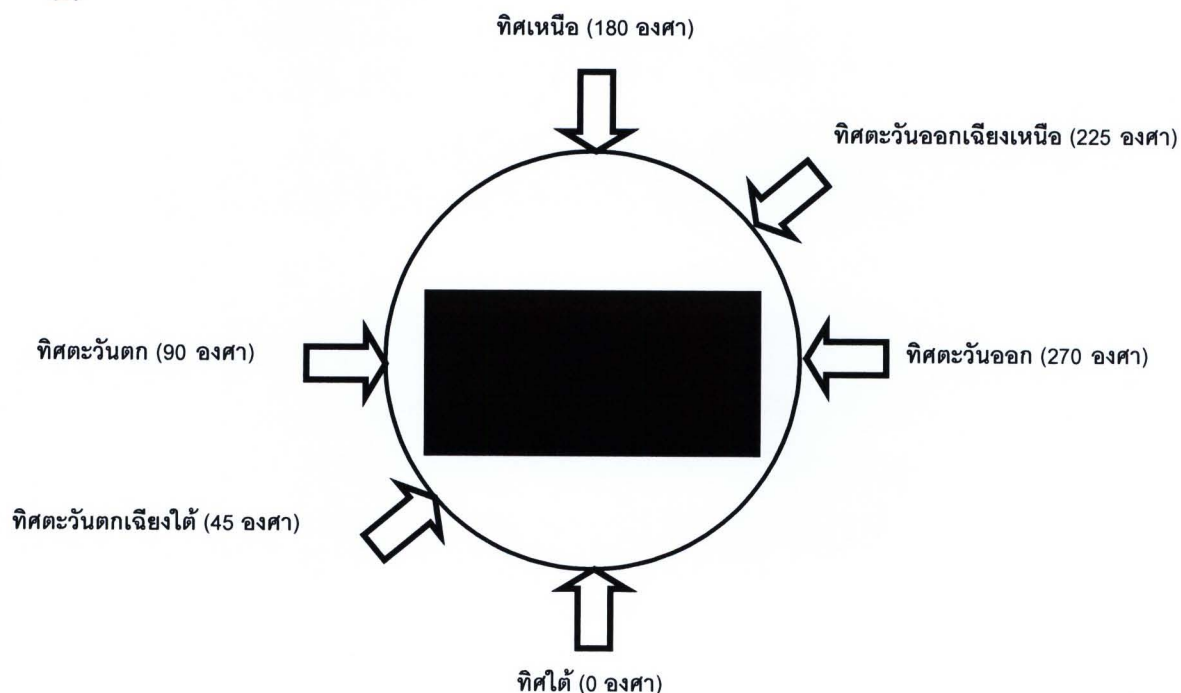
สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนกระแสลมภายในอาคารและสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยอาศัยข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปปัจจัยที่ทำการศึกษได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. **ขนาดช่องเปิด** คือ ส่วนประกอบทางกายภาพที่เป็นช่องเปิดทั้งหมดของอาคาร ได้แก่ ปัจจัยช่องเปิดที่ผนัง ประกอบด้วย หน้าต่าง ประตู ระเบียง

2. **องค์ประกอบช่องเปิด** คือ องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่อยู่บริเวณใกล้เคียงช่องเปิด ได้แก่ แผงดักลม

3. **องค์ประกอบภายใน** คือ องค์ประกอบที่ภายในอาคารทั้งหมด ได้แก่ ผนังภายใน

4. **ทิศทางของกระแสลมภายนอก** คือ ทิศทางของกระแสลมที่พัดเข้าสู่อาคาร ได้แก่ กระแสลมพัดมาในทิศตั้งฉากกับด้านล่างตามยาวของอาคาร (0 องศา) กระแสลมพัดมาในทิศทำมุม 45 องศากับด้านล่างตามยาวของอาคาร (45 องศา) กระแสลมพัดมาในทิศตั้งฉากกับด้านกว้างของอาคาร (90 องศา) กระแสลมพัดมาในทิศตั้งฉากกับด้านบนตามยาวของอาคาร (180 องศา) กระแสลมพัดมาในทิศทำมุม 45 องศากับด้านบนตามยาวของอาคาร (225 องศา) และกระแสลมพัดมาในทิศตั้งฉากกับด้านกว้างของอาคาร (270 องศา) ดัง ภาพ ที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แสดงการกำหนดทิศทางกระแสลมภายนอกในการวิจัย

จากการกำหนดปัจจัยที่ต้องการทำการศึกษาสามารถนำมาแจกแจงเป็นตัวแปรในการวิจัยในแต่ละประเภทของกรณีศึกษา โดยแยกตามลักษณะตัวแปร ได้ดังนี้

3.5.1 การกำหนดตัวแปรของกรณีศึกษาหอผู้ป่วยโรงพยาบาล

ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย การศึกษกรณีศึกษาหอผู้ป่วยโรงพยาบาลเป็นการศึกษาลักษณะการไหลเวียนกระแสลมและอิทธิพลของปัจจัยที่เป็นส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมต่อประสิทธิภาพการไหลเวียนกระแสลมของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ซึ่งสามารถสรุปปัจจัยแยกตามลักษณะตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังนี้

1. ตัวแปรต้น แยกตามแต่ละปัจจัย ได้ดังนี้

- ปัจจัยช่องเปิด ได้แก่ หน้าต่าง ประตู กรณีที่มีช่องเปิดและไม่มีช่องเปิด
- ปัจจัยองค์ประกอบช่องเปิด ได้แก่ ปัจจัยแผงดักลม (ไม่พบในกรณีศึกษานี้)
- ปัจจัยองค์ประกอบภายใน ได้แก่ ผนังภายใน
- ปัจจัยทิศกระแสลม ได้แก่ ทิศใต้ (0 องศา) ,ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (45 องศา) ,ทิศตะวันตก(90 องศา)

2. ตัวแปรตาม คือ ความเร็วลมเฉลี่ย และลักษณะการไหลเวียนกระแสลมภายในอาคาร ภายในพื้นที่ใช้งานที่ระดับ 0.80 เมตร

3. ตัวแปรควบคุม คือ ชนิดอาคาร พื้นที่อาคาร และความเร็วลมภายนอกโดยกำหนดให้กระแสลมภายนอกอาคารมีค่าเท่ากันในทุกทิศทาง คือ 1.5 m/s ซึ่งเป็นค่าความเร็วลมเฉลี่ยตลอดทั้งปีของจังหวัดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษา

3.5.2 การกำหนดตัวแปรของกรณีศึกษาหอผู้ป่วยโรงพยาบาล 6 แบบ

ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยการศึกษกรณีศึกษาหอผู้ป่วยโรงพยาบาล 6 แบบเป็นการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ตัวแปร ดังนั้นการกำหนดตัวแปรในการวิจัยจึงต้องอาศัยการเปรียบเทียบการใช้ตัวแปรในลักษณะต่างๆของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษา หอผู้ป่วยโรงพยาบาลในปัจจุบัน และข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา เพื่อกำหนดตัวแปรให้ครอบคลุมการใช้งานต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพ

สามารถสรุปตัวแปรในการทำวิจัยสำหรับกรณีศึกษานักพักอาศัยในปัจจุบัน แยกตามลักษณะตัวแปร ได้ดังนี้

1. ตัวแปรต้น แยกตามแต่ละปัจจัย ได้ดังนี้

- ปัจจัยแผนผังอาคาร หมายถึง ลักษณะการจัดวางแผนผังอาคาร มี 6 ตัวแปร คือ แบบหอผู้ป่วย ก. , ข. , ค. , ง. , จ. , ฉ. รวมไปถึงปัจจัยผนังภายใน หมายถึง ลักษณะผนังกันระหว่างห้องมี 2 ตัวแปร ตามแต่ละรูปแบบแผนผัง คือ ผนังจำนวน 3 แถว และ 4 แถว
- ปัจจัยตำแหน่งช่องเปิด หมายถึง ความสูงของช่องเปิดลมเข้าและลมออกจากระดับพื้นห้อง มี 4 ตัวแปร คือ ความสูง 0 เมตร 0.40 เมตร 0.80 เมตร และ 1.20 เมตร
- ปัจจัยรูปแบบช่องเปิด หมายถึง ลักษณะการแบ่งพื้นที่ช่องเปิดในกรณีที่มีปริมาณช่องเปิดเท่ากัน มี 2 ตัวแปร คือ ช่องเปิดแบบต่อเนื่อง และช่องเปิดแบบเป็นช่วง

- ปัจจัยทิศทางการกระแสม หมายถึง ทิศทางของกระแสภายนอกก่อนเข้าสู่ภายในอาคาร และเนื่องจากกรณีศึกษามีลักษณะสมมาตรตามแนวยาว จึงกำหนดทิศทางการกระแสมที่ศึกษาใน 2 กลุ่ม 6 ทิศทาง ได้แก่

1. กลุ่มกระแสลมด้านหน้า คือ ทิศใต้ 0 องศา ทิศตะวันตกเฉียงใต้ 45 องศา และทิศตะวันตก 90 องศา

2. กลุ่มกระแสด้านหลัง คือ ทิศเหนือ 180 องศา ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 225 องศา และทิศตะวันออก 270 องศา

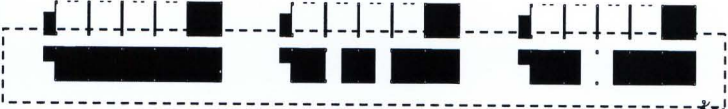
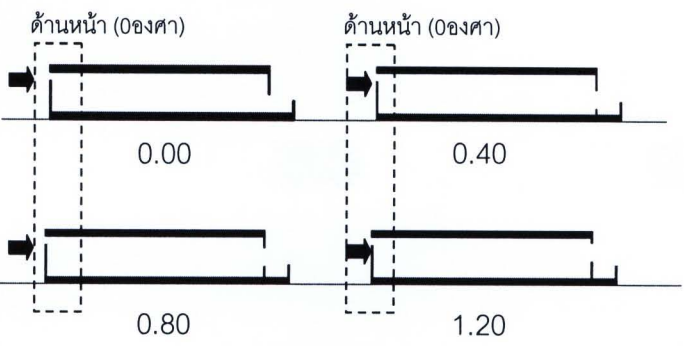
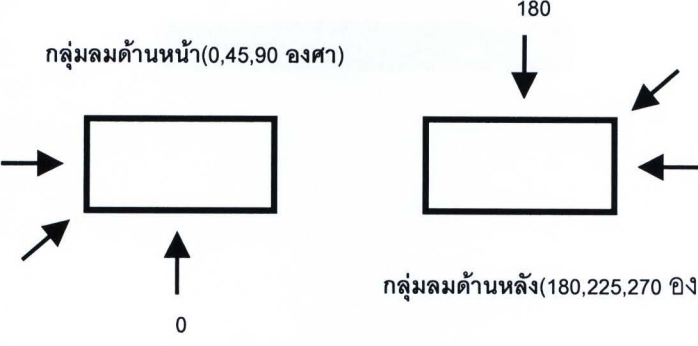
- ปัจจัยความเร็วลมภายนอก หมายถึง การกำหนดความเร็วกระแสลมภายนอกอาคารมีค่าเท่ากันในทุกทิศทาง มี 4 ตัวแปร คือ 0.50 , 0.10 , 0.15 และ 0.20 m/s ซึ่งเป็นค่าความเร็วลมที่ครอบคลุมความเร็วลมเฉลี่ยของภาคต่างๆในประเทศไทย

2. **ตัวแปรตาม** คือ ประสิทธิภาพการไหลเวียนกระแสลมภายในอาคาร ได้แก่ ความเร็วลมภายในพื้นที่ใช้งาน ลักษณะการไหลเวียนกระแสลมภายในอาคาร และอัตราการถ่ายเทอากาศ ที่ระดับ 0.80 เมตร จากระดับพื้นห้อง

3. **ตัวแปรควบคุม คือ** ปริมาณช่องเปิด กำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสาในทุกรูปแบบ โดยเจาะช่องเปิดทางด้านทิศใต้ (0 องศา) ของอาคารกรณีศึกษา โดยสมมติว่าให้เป็นช่องเปิดมีการไหลผ่านของลมได้ 100% ไม่มีการระบุนชนิดช่องเปิด การใช้มุ้งลวด และเหล็กดัดในการทดลอง ประเภทและองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ได้แก่ รูปทรงผังพื้นอาคารเป็นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ประกอบด้วย ทางเดินกลาง ห้องพักพยาบาล หอพักผู้ป่วยแบบรวม ส่วนพักผู้ป่วยวันโรค และส่วนบริการต่างๆ

ตัวแปรสำหรับการศึกษากฎนิศึกษาของผู้ป่วยโรงพยาบาล นี้สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดตัวแปรจากการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่อประสิทธิภาพการไหลเวียนกระแสลมในทิศทางต่างๆ

ลักษณะตัวแปร	ปัจจัย	ตัวแปร
ตัวแปรต้น	รูปแบบช่องเปิด(ผังพื้น)*	 แบบปัจจุบัน เป็นช่วง ต่อเนื่อง ด้านหน้า (0 องศา)
	ตำแหน่งช่องเปิด(รูปตัด)*	 ด้านหน้า (0 องศา) ด้านหน้า (0 องศา) 0.00 0.40 0.80 1.20 (ความสูงของช่องเปิด(เมตร) วัดจากระดับพื้นห้องถึงขอบล่างของหน้าต่าง)
	ทิศทาง	 กลุ่มลมด้านหน้า(0,45,90 องศา) 180 0 กลุ่มลมด้านหลัง(180,225,270 องศา)
	แผนผังอาคาร	ลักษณะการจัดวางแผนผังอาคาร มี 6 ตัวแปร คือ แบบหอผู้ป่วย ก. , ข. , ค. , ง. , จ. , ฉ.
ตัวแปรตาม	ความเร็วลมภายนอกอาคาร	ความเร็วลมที่ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 m/s
	ประสิทธิภาพการไหลเวียนกระแสลม	ความเร็วลมภายในอาคาร ลักษณะการไหลเวียนกระแสลมภายในอาคาร และอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ (ACH) ที่ระดับ 0.80 เมตร
ตัวแปรควบคุม	ปริมาณช่องเปิดกำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสาในทุกรูปแบบ	

* ด้านทิศ 0 องศา ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลในปัจจุบันมีปัญหาเรื่องการไหลเวียนของกระแสลม เนื่องจากมีพื้นที่ใช้สอยส่วนที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีกลและพื้นที่อื่นๆ เช่น ห้องพักรักษาพยาบาล ห้องพักรักษาผู้ป่วยแบบเดี่ยว มาบดบังทิศทางการไหลเวียนของกระแสลม ส่งผลให้พื้นที่ภายในหอผู้ป่วยโรงพยาบาลโดยรวมมีปริมาณกระแสลมน้อยกว่าที่ควรจะเป็น แนวทางการแก้ไขสามารถแบ่งออกเป็นสองแนวทางหลัก คือ การเจาะช่องเปิดที่ระดับพื้นที่ใช้งาน ได้แก่ ช่องเปิดแบบปัจจุบัน แบบต่อเนื่อง และแบบเป็นช่วง และการเจาะช่องเปิดที่ระดับเหนือพื้นที่ใช้งาน โดยเปรียบเทียบตำแหน่งช่องลมออก ที่ระยะความสูง 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตรจากระดับพื้นห้อง

3.6 การออกแบบการทดลอง

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่

- ส่วนที่ 1** เป็นการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการไหลเวียนกระแสลมในหอผู้ป่วยโรงพยาบาล และปัจจัยที่ทำให้เกิดการไหลเวียนกระแสลมในลักษณะนั้น
- ส่วนที่ 2** เป็นการนำปัจจัยที่ได้ทำการศึกษาในการทดลองส่วนที่ 1 ร่วมกับปัจจัยจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มากำหนดตัวแปรแล้วทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรต่อการไหลเวียนกระแสลมของในหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษา
- ส่วนที่ 3** เป็นการนำข้อสรุปจากการทดลองในส่วนที่ 2 มาคำนวณหาค่าการเปลี่ยนถ่ายอากาศ เพื่อเสนอแนะแนวทางสำหรับการออกแบบหอผู้ป่วยโรงพยาบาลในปัจจุบัน

การออกแบบการทดลองของการศึกษาในแต่ละส่วนมีดังนี้

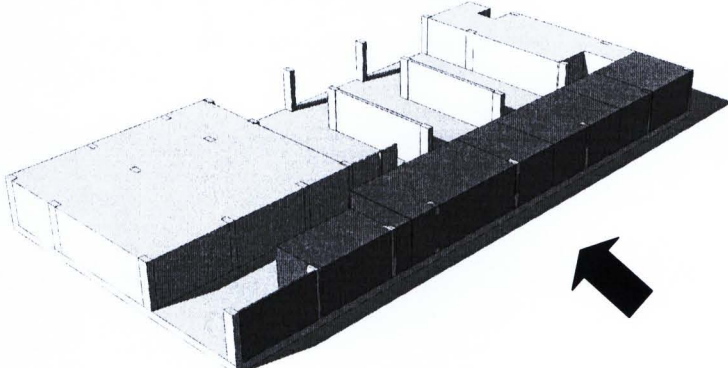
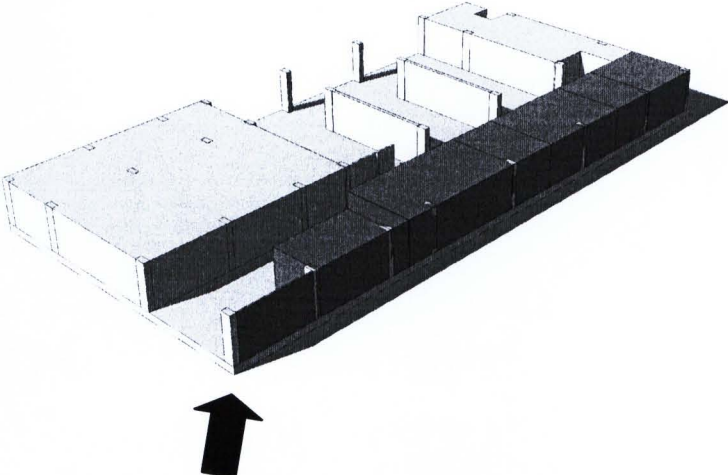
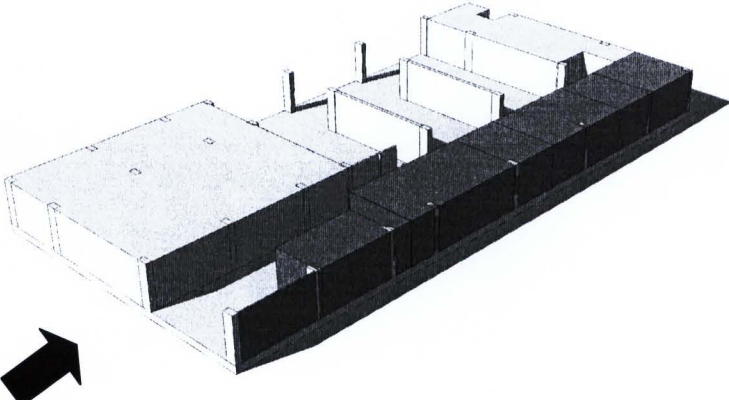
3.6.1 การทดลองส่วนที่ 1 : การทดลองกรณีศึกษาหอผู้ป่วยโรงพยาบาล

การทดลองในส่วนที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการไหลเวียนกระแสลมในหอผู้ป่วยโรงพยาบาล เมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางต่างๆ และศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดลักษณะการไหลเวียนกระแสลมในลักษณะนั้นๆ การทดลองอาศัยการสร้างแบบจำลองของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล และแบบจำลองของแต่ละปัจจัยที่ต้องการศึกษา แล้วคำนวณความเร็วลมภายในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ HEATX โดยกำหนดให้ความเร็วลมภายนอกอาคารเป็นตัวแปรควบคุมเท่ากับ 1.50 เมตรต่อวินาที ซึ่งสามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ได้แก่

การทดลองชุดที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการไหลเวียนกระแสลมของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล เมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางต่างๆ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองย่อยตามทิศทางที่ต้องการศึกษา ได้แก่

- การทดลองที่ 1/1.1 กำหนดให้กระแสลมภายนอกพัดมาในทิศ 0 องศา
- การทดลองที่ 1/1.2 กำหนดให้กระแสลมภายนอกพัดมาในทิศ 45 องศา
- การทดลองที่ 1/1.3 กำหนดให้กระแสลมภายนอกพัดมาในทิศ 90 องศา

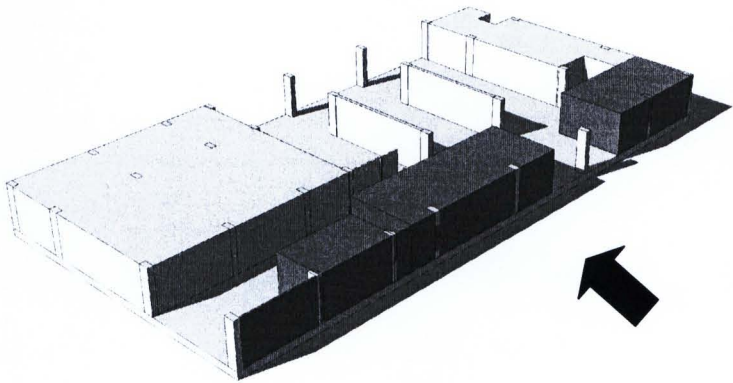
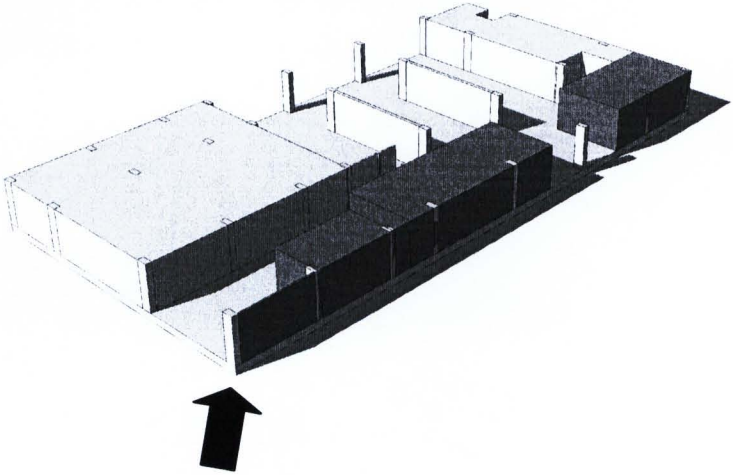
ตารางที่ 3.3 แสดงแบบจำลองของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษาและแบบจำลองของปัจจัยจากการทดลองส่วนที่ 1 ชุดที่ 1

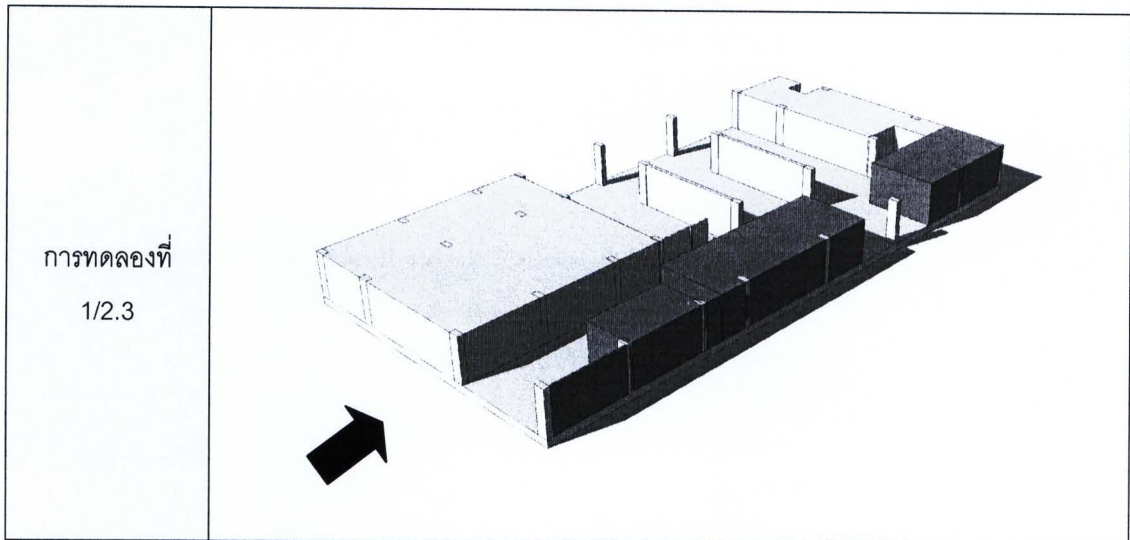
การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 1/1.1	
การทดลองที่ 1/1.2	
การทดลองที่ 1/1.3	

การทดลองชุดที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการไหลเวียนกระแสลมในหอผู้ป่วยโรงพยาบาล โดยทำการเลือกศึกษาปัจจัยที่มีผลมากต่อการระบายอากาศธรรมชาติ คือ ปัจจัยช่องเปิดที่ผนัง โดยกำหนดให้เป็นช่องเปิดที่มีการไหลผ่านของลมได้ 100% ไม่มีการระบุชนิดช่องเปิด การใช้มุ้งลวด และเหล็กดัดในการทดลอง ศึกษาทิศทางกระแสลมภายนอก 3 ทิศทาง แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองย่อย ตามทิศทางที่ต้องการศึกษา ได้แก่

- การทดลองที่ 1/2.1 เจาะช่องเปิดที่ผนัง เมื่อกระแสลมภายนอกพัดมาในทิศ 0 องศา
- การทดลองที่ 1/2.2 เจาะช่องเปิดที่ผนัง เมื่อกระแสลมภายนอกพัดมาในทิศ 45 องศา
- การทดลองที่ 1/2.3 เจาะช่องเปิดที่ผนัง เมื่อกระแสลมภายนอกพัดมาในทิศ 90 องศา

ตารางที่ 3.4 แสดงแบบจำลองของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษาและแบบจำลองของปัจจัยจากการทดลองส่วนที่ 1 ชุดที่ 2

การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 1/2.1	
การทดลองที่ 1/2.2	

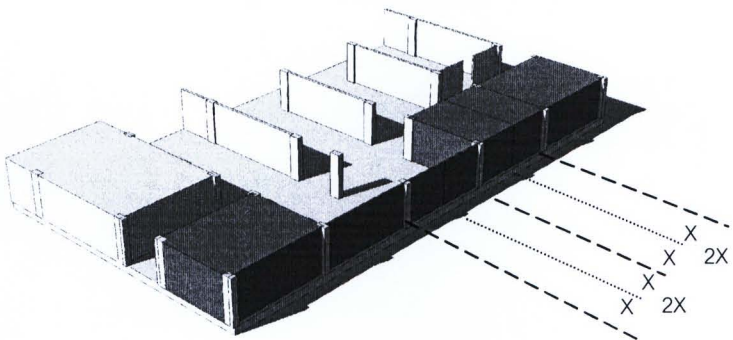
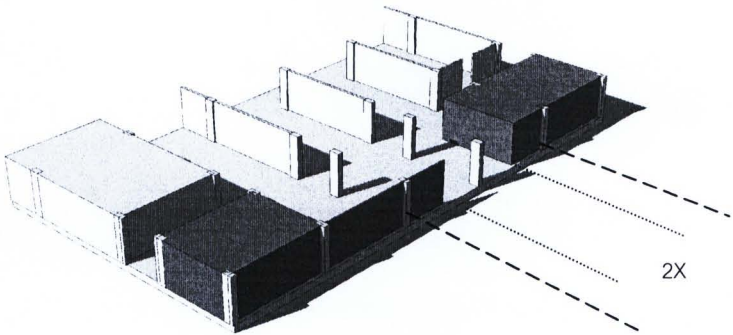
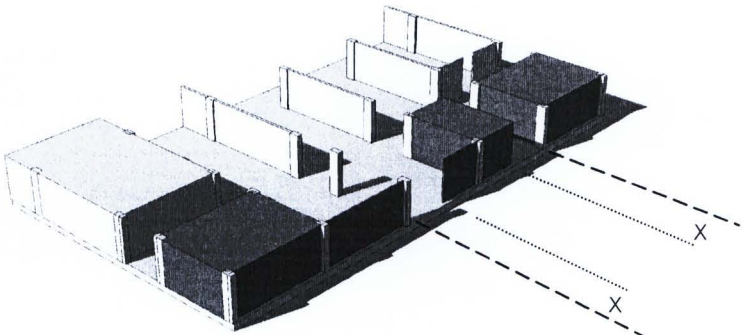


3.6.2 การทดลองส่วนที่ 2 : การทดลองกรณีศึกษาหอผู้ป่วยโรงพยาบาลในปัจจุบัน

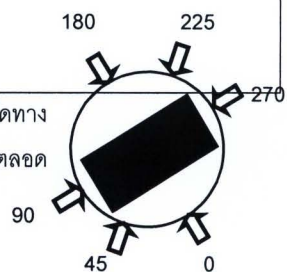
การทดลองในส่วนที่ 2 เป็นการนำปัจจัยที่ได้ทำการศึกษาในการทดลองส่วนที่ 1 ร่วมกับปัจจัยจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มากำหนดตัวแปรแล้วทดลองเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ต่อการไหลเวียนกระแสลมของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษา โดยสร้างแบบจำลองของแต่ละตัวแปร แล้วจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม HEATX กำหนดให้ความเร็วลมภายนอกอาคารเท่ากับ 0.50 ,1.00, 1.50, และ 2.0 m/s แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ตามตัวแปรที่ต้องการศึกษา ได้แก่

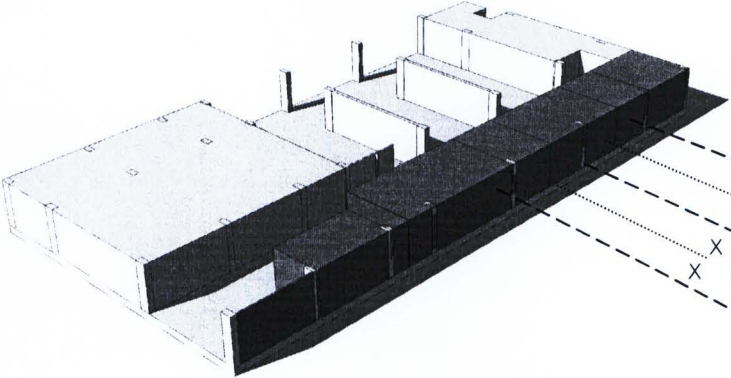
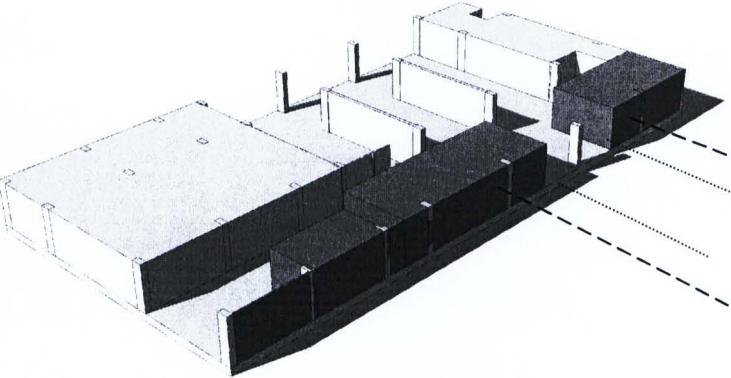
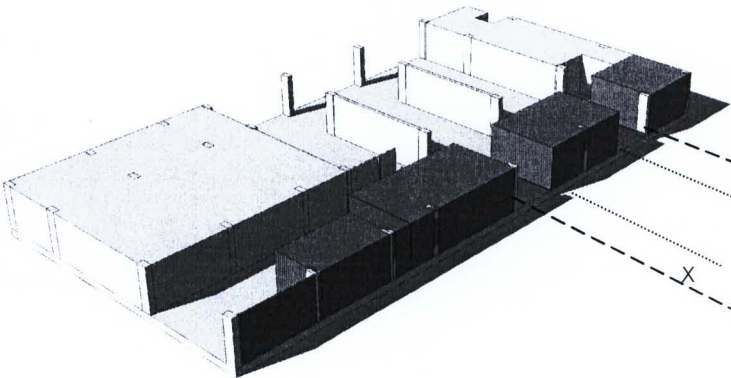
การทดลองชุดที่ 1 เป็นการทดลองช่องเปิดที่ระดับพื้นที่ใช้งาน เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปร โดยนำปัจจัยจากการทดลองส่วนที่ 1 ร่วมกับปัจจัยจากงานวิจัยที่ผ่านมา มากำหนดตัวแปรเพื่อทำการทดลองกับหอผู้ป่วยโรงพยาบาล 6 แห่ง และกระแสลมภายนอก 6 ทิศ คือ 0, 45, 90, 180, 225 และ 270 องศา แบ่งเป็น 36 การทดลองย่อย โดยการทดลองที่ 1-6 ศึกษาปัจจัยรูปแบบช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ก. การทดลองที่ 7-12 ศึกษาปัจจัยรูปแบบช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ข. การทดลองที่ 12-18 ศึกษาปัจจัยรูปแบบช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ค. การทดลองที่ 19-24 ศึกษาปัจจัยรูปแบบช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ง. การทดลองที่ 25-30 ศึกษาปัจจัยรูปแบบช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล จ. การทดลองที่ 30-36 ศึกษาปัจจัยรูปแบบช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ฉ. ดังนี้

- การทดลองที่ 2/1.1 รูปแบบช่องเปิดแบบปัจจุบัน แบบเป็นช่วง และแบบต่อเนื่อง+ทิศ 0 องศาของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ก.
- การทดลองที่ 2/1.2 รูปแบบช่องเปิดแบบปัจจุบัน แบบเป็นช่วง และแบบต่อเนื่อง+ทิศ 45 องศาของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ก.
- การทดลองที่ 2/1.3 รูปแบบช่องเปิดแบบปัจจุบัน แบบเป็นช่วง และแบบต่อเนื่อง+ทิศ 90 องศาของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ก.
- การทดลองที่ 2/1.4 รูปแบบช่องเปิดแบบปัจจุบัน แบบเป็นช่วง และแบบต่อเนื่อง+ทิศ 180 องศาของหอผู้ป่วยโรงพยาบาล ก.

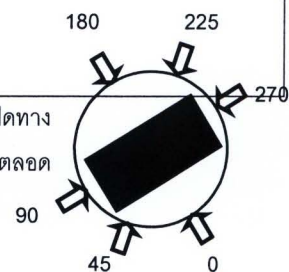
การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/1.1 ถึง 2/1.6	 ช่องเปิดแบบปัจจุบัน
	 ช่องเปิดแบบต่อเนื่อง*
	 ช่องเปิดแบบเป็นช่วง*

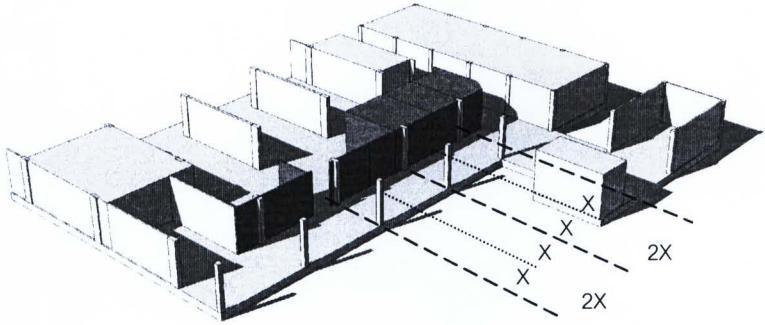
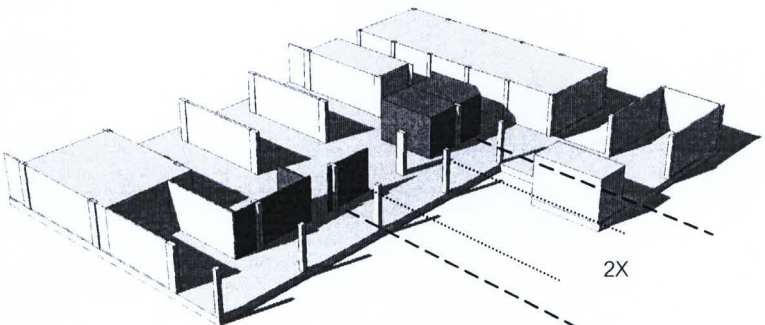
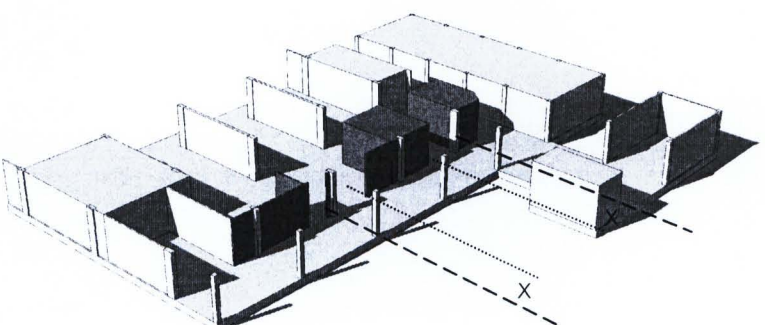
*ปริมาณช่องเปิด กำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสา (2X) ในทุกรูปแบบ โดยเจาะช่องเปิดทางด้านทิศใต้ (0 องศา) ของอาคารกรณีศึกษา ณ ตำแหน่งที่ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross ventilation) บริเวณตรงกลางพื้นที่เตียงผู้ป่วย (ให้ช่องเปิดมีการไหลผ่านของลมได้ 100%)



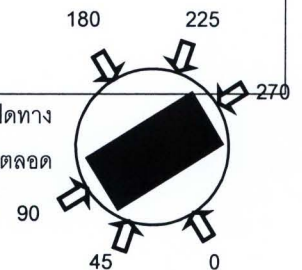
การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/1.7 ถึง 2/1.12	 ช่องเปิดแบบปัจจุบัน
	 ช่องเปิดแบบต่อเนื่อง*
	 ช่องเปิดแบบเป็นช่วง*

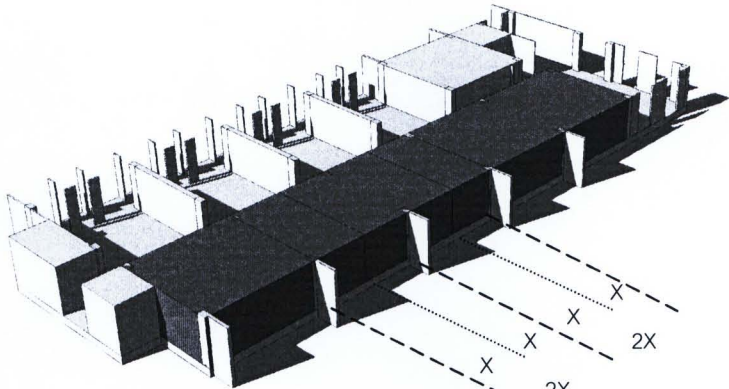
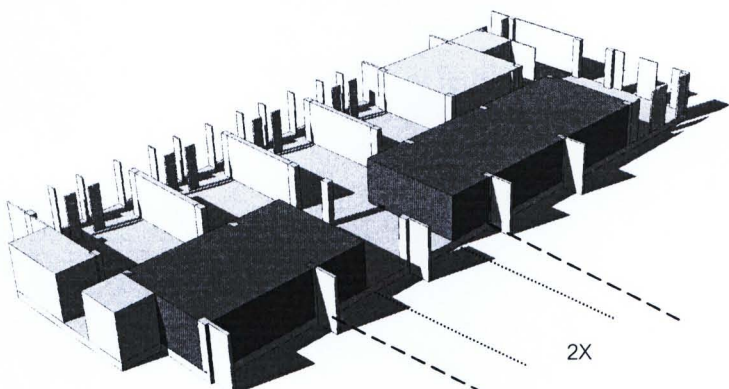
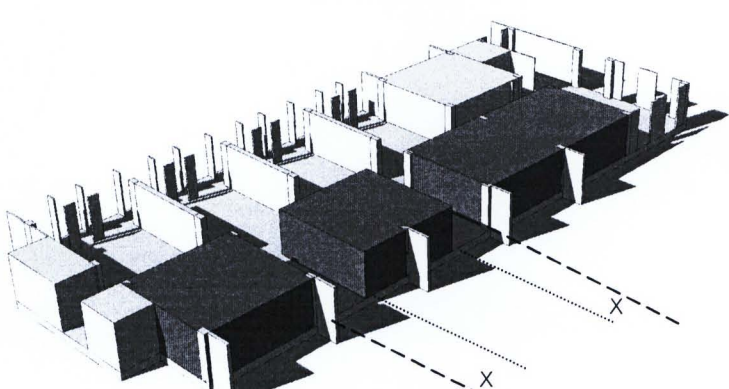
*ปริมาณช่องเปิด กำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสา (2X) ในทุกรูปแบบ โดยเจาะช่องเปิดทางด้านทิศใต้ (0 องศา) ของอาคารกรณีศึกษา ณ ตำแหน่งที่ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross ventilation) บริเวณตรงกลางพื้นที่เตียงผู้ป่วย (ให้ช่องเปิดมีการไหลผ่านของลมได้ 100%)



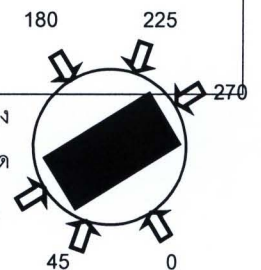
การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/1.13 ถึง 2/1.18	 ช่องเปิดแบบปัจจุบัน
	 ช่องเปิดแบบต่อเนื่อง*
	 ช่องเปิดแบบเป็นช่อง*

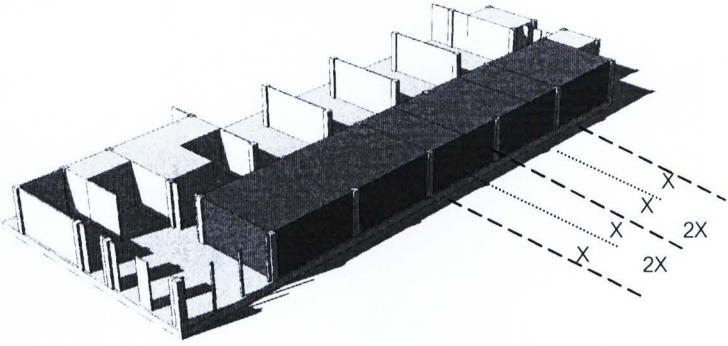
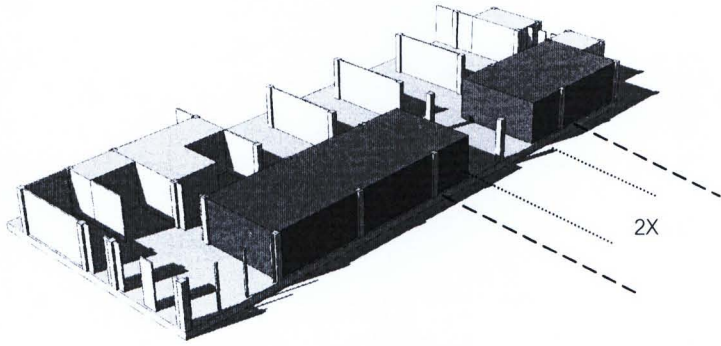
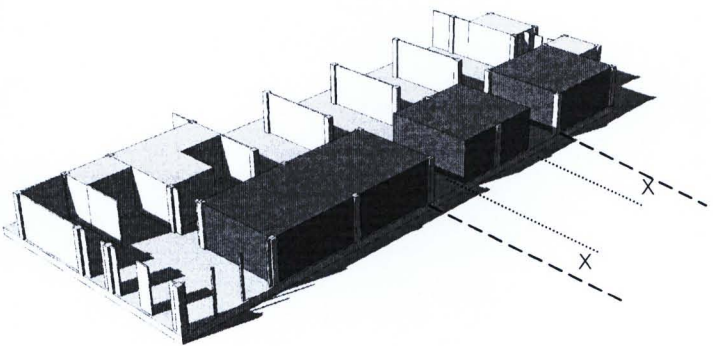
*ปริมาณช่องเปิด กำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสา (2X) ในทุกรูปแบบ โดยเจาะช่องเปิดทางด้านทิศใต้ (0 องศา) ของอาคารกรณีศึกษา ณ ตำแหน่งที่ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross ventilation) บริเวณตรงกลางพื้นที่เตียงผู้ป่วย (ให้ช่องเปิดมีการไหลผ่านของลมได้ 100%)



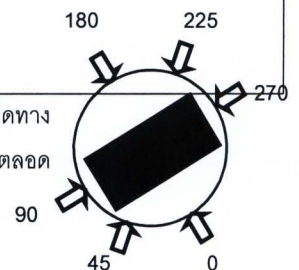
การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/1.19 ถึง 2/1.24	 ช่องเปิดแบบปัจจุบัน
	 ช่องเปิดแบบต่อเนื่อง*
	 ช่องเปิดแบบเป็นช่วง*

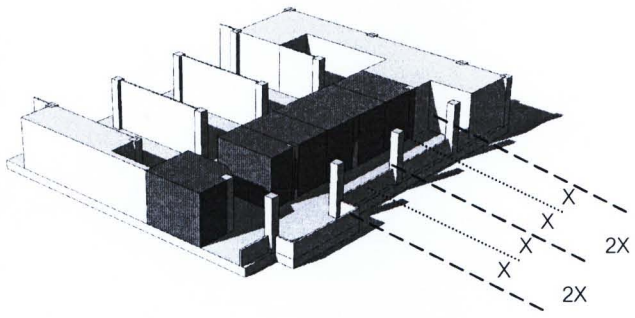
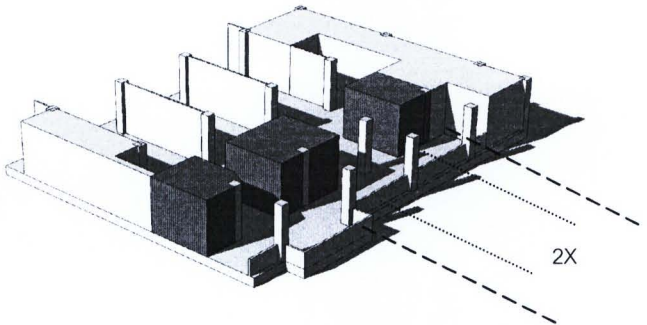
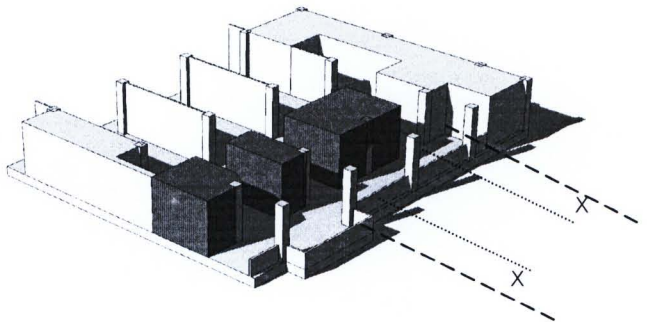
*ปริมาณช่องเปิด กำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสา (2X) ในทุกรูปแบบ โดยเจาะช่องเปิดทางด้านทิศใต้ (0 องศา) ของอาคารกรณีศึกษา ณ ตำแหน่งที่ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross ventilation) บริเวณตรงกลางพื้นที่เตียงผู้ป่วย (ให้ช่องเปิดมีการไหลผ่านของลมได้ 100%)



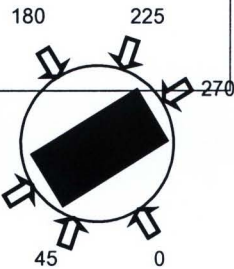
การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/1.25 ถึง 2/1.30	 ช่องเปิดแบบปัจจุบัน
	 ช่องเปิดแบบต่อเนื่อง*
	 ช่องเปิดแบบเป็นช่วง*

*ปริมาณช่องเปิด กำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสา (2X) ในทุกรูปแบบ โดยเจาะช่องเปิดทางด้านทิศใต้ (0 องศา) ของอาคารกรณีศึกษา ณ ตำแหน่งที่ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross ventilation) บริเวณตรงกลางพื้นที่เตียงผู้ป่วย (ให้ช่องเปิดมีการไหลผ่านของลมได้ 100%)



การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/1.31 ถึง 2/1.36	 ช่องเปิดแบบปัจจุบัน
	 ช่องเปิดแบบต่อเนื่อง*
	 ช่องเปิดแบบเป็นช่วง*

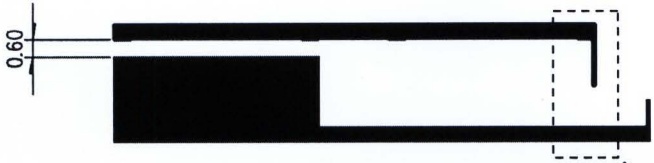
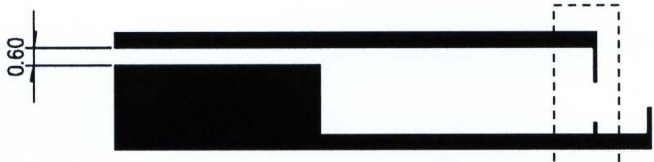
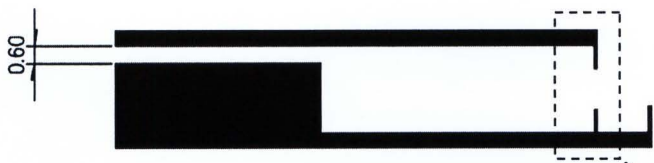
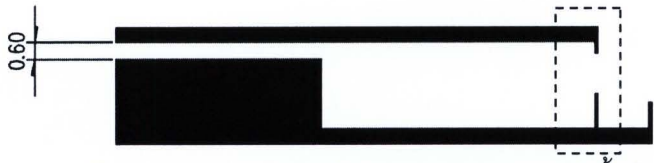
*ปริมาณช่องเปิด กำหนดให้เจาะช่องเปิดเป็นระยะ 1 ช่วงเสา (2X) ในทุกรูปแบบ โดยเจาะช่องเปิดทางด้านทิศใต้(0 องศา)ของอาคารกรณีศึกษา ณ ตำแหน่งที่ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross ventilation)บริเวณตรงกลางพื้นที่เตียงผู้ป่วย (ให้ช่องเปิดมีการไหลผ่านของลมได้100%)



การทดลองชุดที่ 2 เป็นการทดลองช่องเปิดที่ระดับเหนือพื้นที่ใช้งาน เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปร โดยนำปัจจัยจากการทดลองส่วนที่ 1 ร่วมกับปัจจัยจากงานวิจัยที่ผ่านมา มากำหนดตัวแปรเพื่อทำการทดลองกับหอผู้ป่วยโรงพยาบาล 6 แห่ง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ กรณีศึกษาแบบที่ 1: ไม่มีทางเดินภายนอกอาคาร และกรณีศึกษาแบบที่ 2: มีทางเดินภายนอกอาคาร กำหนดกระแสลมภายนอกในทิศ 0 องศา แบ่งเป็น 8 การทดลองย่อย โดยการทดลองที่ 1-4 ศึกษาปัจจัยตำแหน่งช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 1 การทดลองที่ 5-8 ศึกษาปัจจัยตำแหน่งช่องเปิดของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 2 ดังนี้

- การทดลองที่ 2/2.1 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 0.50 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 1 : ไม่มีทางเดินภายนอกอาคาร
- การทดลองที่ 2/2.2 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 1.00 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 1 : ไม่มีทางเดินภายนอกอาคาร
- การทดลองที่ 2/2.3 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 1.50 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 1 : ไม่มีทางเดินภายนอกอาคาร
- การทดลองที่ 2/2.4 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 2.00 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 1 : ไม่มีทางเดินภายนอกอาคาร
- การทดลองที่ 2/2.5 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 0.50 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 2 : มีทางเดินภายนอกอาคาร
- การทดลองที่ 2/2.6 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 1.00 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 2 : มีทางเดินภายนอกอาคาร
- การทดลองที่ 2/2.7 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 1.50 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 2 : มีทางเดินภายนอกอาคาร
- การทดลองที่ 2/2.8 ตำแหน่งช่องเปิดที่ระยะ 0.00 ,0.40 ,0.80 และ 1.20 เมตร + ความเร็วลมภายนอก 2.00 m/s ของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลแบบที่ 2 : มีทางเดินภายนอกอาคาร

ตารางที่ 3.6 แสดงแบบจำลองของหอผู้ป่วยโรงพยาบาลกรณีศึกษาและแบบจำลองของปัจจัยจากการทดลองส่วนที่ 2 ชุดที่ 2 (แสดงในลักษณะรูปตัด)

การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/2.1 ถึง 2/2.4	 ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 0.00 เมตร จากระดับพื้นห้อง
	 ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 0.40 เมตร จากระดับพื้นห้อง
	 ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 0.80 เมตร จากระดับพื้นห้อง
	 ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 1.20 เมตร จากระดับพื้นห้อง 0 1 3 5 10

การทดลอง	แบบจำลอง
การทดลองที่ 2/2.5 ถึง 2/2.8	ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 0.00 เมตร จากระดับพื้นห้อง ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 0.40 เมตร จากระดับพื้นห้อง ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 0.80 เมตร จากระดับพื้นห้อง ระดับความสูงขอบล่างช่องเปิด 1.20 เมตร จากระดับพื้นห้อง

3.6.3 การทดลองส่วนที่ 3 : การทดลองเพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบ

การทดลองในส่วนที่ 3 เป็นการนำตัวแปรที่ทำให้การไหลเวียนกระแสลมภายในอาคารมีประสิทธิภาพสูงสุดจากการทดลองส่วนที่ 2 ทั้งสองชุด มาคำนวณหาค่าการเปลี่ยนถ่ายอากาศ และประยุกต์ใช้เพื่อเสนอแนะแนวทางสำหรับออกแบบหอผู้ป่วยโรงพยาบาลในปัจจุบันต่อไป

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบจำลองเมื่อถูกกำหนดสถานการณ์ต่างๆ แล้วคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ผลลัพธ์ในหลายลักษณะ จึงต้องคัดเลือกข้อมูลที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ ข้อมูลความเร็วลมภายในอาคาร ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ และข้อมูลการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคาร ซึ่งข้อมูลทั้ง 3 ส่วน มีรายละเอียดการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลความเร็วลมภายในอาคาร

แสดงในรูปแบบของชั้นความเร็วลม โดยกำหนดให้แต่ละชั้นความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s ช่วงความเร็วลมตั้งแต่ 0-16 m/s ทำการบันทึกความเร็วลมตำแหน่งต่างๆภายในอาคาร ณ ตำแหน่งตรงกลางของห้องหรือตรงกลางของโซนที่มีผู้คนใช้งาน ที่ระดับความสูง 0.80 ม. จากระดับพื้นห้อง โดยเก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่ภายในอาคารหอผู้ป่วยโรงพยาบาล

2. ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ (Air Change per Hours : ACH)

ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ คำนวณโดยอาศัยข้อมูล ความเร็วลมเข้าเฉลี่ย ณ ช่องเปิด (m/s) ขนาดพื้นที่ช่องเปิดที่เล็กกว่า (m^2) และปริมาตรห้อง (m^3) แสดงในรูปตารางข้อมูล โดยอาศัยค่าความเร็วลมที่ได้จากข้อมูลส่วนแรก ปริมาตรห้อง และพื้นที่ช่องเปิดลมเข้า มาทำการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าออกมา

3. ข้อมูลรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคาร

แสดงในรูปแบบของเส้นการไหลของกระแสลม กำหนดทิศทางด้วยหัวลูกศร โดยกำหนดให้ระยะห่างแต่ละเส้นเท่ากันทุกอัน ณ ต้นทางกระแสลม ทำการบันทึกรูปแบบของเส้นการไหลของกระแสลมที่ระดับความสูง 0.80 เมตร เหนือระดับพื้นห้อง โดยเก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่ภายในอาคารหอผู้ป่วยโรงพยาบาล

การรวบรวมข้อมูลที่ได้ดังกล่าว จะทำการเก็บในลักษณะรูปแบบตารางข้อมูล โดยข้อมูลความเร็วลมภายในอาคารจะมีการเปรียบเทียบร้อยละของความเร็วลม (ร้อยละของความเร็วลมคำนวณจากการเปรียบเทียบกับความเร็วลมภายนอกอาคารตั้งต้นกับความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคาร ณ ตำแหน่งต่างๆภายในอาคาร บริเวณกลางห้องหรือตรงกลางพื้นที่ที่มีผู้คนใช้งาน) ขณะที่ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ (Air Change per Hours : ACH) อยู่ในรูปของหน่วย ACH จากทุกทิศทางของช่องเปิดทุกรูปแบบ ในส่วนของข้อมูลรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคาร จะแสดงในรูปแบบของเส้นการไหลของกระแสลมในลักษณะภาพกราฟฟิกให้เห็นถึงทิศทางการไหลของกระแสลมอย่างชัดเจน

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในส่วนต่างๆ ประกอบด้วยข้อมูลกระแสลมทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ข้อมูลความเร็วลม ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ และข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคาร จึงมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. **ข้อมูลความเร็วลมภายในอาคาร** โดยหาค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในอาคารจากความเร็วลมทุกตำแหน่งในพื้นที่ใช้งานสำคัญภายในอาคาร ทั้งแบบรวมและแยกตามลักษณะพื้นที่

2. **ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ (ACH)** โดยการหาค่าอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ จากค่าความเร็วลมที่ได้ เมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางต่างๆ

3. **ข้อมูลรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลม** เนื่องจากการวิเคราะห์จากข้อมูลลักษณะการไหลเวียนกระแสลมในลักษณะ 2 มิติ จึงต้องอาศัยข้อมูลรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมทั้งในแนวราบและแนวตั้งประกอบกัน เพื่อสรุปพฤติกรรมการไหลเวียนของกระแสลมภายในอาคาร

นำข้อมูลทั้งสามส่วนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีลำดับการวิเคราะห์ ดังนี้

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคาร จากการเปลี่ยนความเร็วลมต้น (ความเร็วลมภายนอกอาคาร)
 2. เปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารเมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางต่างๆ
 3. เปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารแยกตามลักษณะพื้นที่ เฉพาะทิศทางที่ทำให้ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดของแต่ละกรณี
 4. เปรียบเทียบข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารเมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางต่างๆกับลักษณะการไหลเวียนกระแสลมที่เกิดขึ้น
 5. เปรียบเทียบข้อมูลความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคารแยกตามลักษณะพื้นที่กับลักษณะการไหลเวียนกระแสลมที่เกิดขึ้นเฉพาะทิศทาง ที่ทำให้ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด
 6. เปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศภายในอาคารเมื่อกระแสลมพัดมาในทิศทางต่างๆ
- การเปรียบเทียบประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ(ร้อยละของความเร็วลมคำนวณจากการเปรียบเทียบกับความเร็วลมภายนอกอาคารตั้งต้นกับความเร็วลมเฉลี่ยภายในอาคาร ณ ตำแหน่งต่างๆภายในอาคาร บริเวณห้องหรือตรงกลางพื้นที่ที่มีผู้คนใช้งาน)

3.9 การสรุปผลและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งข้อมูลความเร็วลม ข้อมูลอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศ และข้อมูลรูปแบบการไหลเวียนของกระแสลมประกอบกัน โดยมีประสิทธิภาพการไหลเวียนกระแสลมเป็นตัวชี้วัด เนื่องจากการวิจัยประกอบด้วยการทดลองหลายส่วน ซึ่งแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กัน การสรุปผลจึงแยกการสรุปออกเป็นส่วนๆตามการทดลองส่วนต่างๆ ดังนี้

1. สรุปส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมที่มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนของกระแสลมของหอพักผู้ป่วยโรงพยาบาลในปัจจุบัน
2. สรุปลักษณะและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนกระแสลมในหอพักผู้ป่วยโรงพยาบาล

3. เสนอแนะแนวทางการออกแบบส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมสำหรับหอพักผู้ป่วยโรงพยาบาลในปัจจุบัน