บทที่ 4

แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารและการประเมินผล

จากการวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 มีปัญหาต่างๆ ที่พบมากมาย ซึ่งส่งผลให้อาคารหอพักอาจารย์ มน. นิเวศ 5 อยู่อาศัยไม่สบาย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงนำปัญหาต่างๆ ดังกล่าว มาวิเคราะห์และทำการออกแบบปรับปรุงจุดต่างๆ ของตัวอาคารเพื่อแก้ไขปัญหาและทำให้อาคารอยู่สบายมากขึ้น โดยในบทที่ 4 นี้ จะเป็นการสรุปการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารในจุดต่างๆ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ได้ทำการวัดไป แล้วนำบทสรุปของการปรับปรุงไปทดลองด้วยเครื่องมือทดสอบทางพลังงานที่มีความเหมาะสม เพื่อทดสอบว่าการออกแบบปรับปรุงที่ทางคณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากปัญหาและนำมาออกแบบปรับปรุงไปนั้นสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด ทำให้อาคารอยู่สบายมากขึ้นหรือไม่ และได้ผลโดยรวมเป็นอย่างไร

โดยการสรุปผลการออกแบบปรับปรุงนั้นจะแบ่งการวิเคราะห์และสรุปตามตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายภายในอาคาร และจะสรุปภาพรวมของทั้งอาคารในช่วงสุดท้ายของบท ดังนี้

- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนัง
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศ
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหากระแสลมธรรมชาติ
- การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาแสงธรรมชาติ

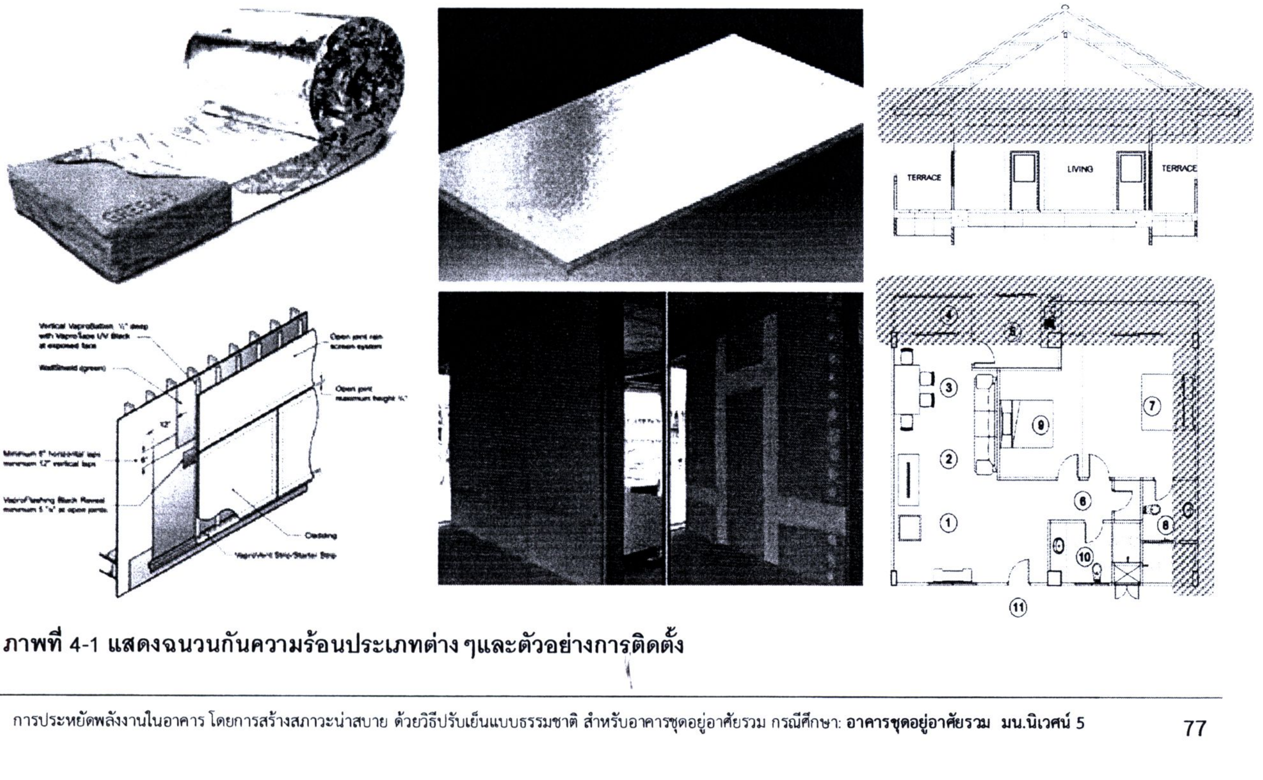
1. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนัง

จากการสำรวจภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง ของอาคารกรณีศึกษา พบว่าปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิผิวผนังที่สูงเกินไปนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบที่บริเวณผนังด้านหน้าและหลังห้องพัก เนื่องจากเป็นผนังภายนอกอาคารและอยู่ในทิศตะวันตก ทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ จึงสัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง เกิดการสะสมความร้อนไว้ที่ผนัง ทำให้ผิวผนังดังกล่าวมีอุณหภูมิที่สูงในช่วงบ่ายถึงเย็น และส่งผลต่อ*อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ* (Mean Radiant Temperature) ถึงแม้ว่าอุณหภูมิภายในห้องจะอยู่ในระดับสภาวะน่าสบาย แต่ถ้าพื้นผิวผนังโดยรอบห้องนั้น ๆ มีอุณหภูมิสูงมาก ผู้ใช้อาคารก็จะรู้สึกว่าร้อนได้ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของผู้อยู่อาศัยมากกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องถึง 40% จึงกล่าวได้ว่า ถ้าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบตัวเราร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียสเราจะรู้สึกเสมือนว่าอุณหภูมิอากาศขณะนั้นร้อนขึ้นกว่าเดิม 1.4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นไปตามหลักการถ่ายเทความร้อนที่ว่า ความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปสู่ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ดังนั้นถ้าพื้นผิว

โดยรอบ ๆ ตัวเรามีอุณหภูมิสูงมาก พื้นผิวนั้น ๆ ก็จะแผ่รังสีความร้อนมาสู่ตัวเรา ทำให้เรารู้สึกเสมือนว่าร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องจริง ๆ ณ. เวลาขณะนั้น พื้นผิวที่ร้อนนั้นส่วนมากจะมีสาเหตุมาจากการถูกแสงแดดแผดเผาเป็นเวลานาน ๆ โดยเฉพาะผนังห้องทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตก วัสดุที่ทำผนังอาคารนั้น ส่วนใหญ่ในบ้านเราจะนิยมใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งจัดเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากเป็นตัวกักเก็บและสะสมความร้อนได้อย่างดี (thermal mass) ในช่วงเวลากลางวันที่แสงแดดจัด ถ้าเราเข้าไปนั่งทำงานอยู่ในห้องใกล้กับผนังที่ถูกแสงแดด ความร้อนจากผนังจะถ่ายเทมาสู่ตัวเรา ทำให้รู้สึกร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องได้

ในห้อง 406 นั้นผนังที่มีอุณหภูมิผิวสูงที่สุดคือ *ผนังของห้องนอนใหญ่* เนื่องจากห้องดังกล่าวเป็นห้องมุมที่อยู่ริมอาคาร ผนังของห้องนอนใหญ่จึงเป็นผนังภายนอกอาคาร อยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จึงสัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง ส่วนในห้อง 906 อุณหภูมิผิวที่สูงที่สุดคือ *ผิวของฝ้าเพดาน* เนื่องจากห้องดังกล่าวอยู่ชั้นบนสุด ทำให้หลังคาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกรอบอาคารสัมผัสกับแสงแดดและความร้อนโดยตรง เกิดการสะสมความร้อนและแผ่รังสีความร้อนมายังฝ้าเพดาน ส่งผลให้อุณหภูมิผิวของฝ้าเพดานในบริเวณดังกล่าวสูงเกือบตลอดทั้งวันโดยเฉพาะในช่วงบ่ายถึงเย็น

ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิผิวผนังที่สูงเกินไป จึงเป็นการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น ด้วยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านที่ได้รับแสงแดดและความร้อนโดยตรงดังที่ได้วิเคราะห์มาก่อนหน้านี้ในบทที่ 3 และใช้ผนังเบาสำเร็จรูปมาปิดทับภายในอีกทีเพื่อความเรียบร้อยสวยงาม และผู้อยู่อาศัยยังสามารถตกแต่งผนังดังกล่าวได้ตามต้องการอีกด้วย เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาก่อสร้างแล้วเสร็จและมีการเข้าใช้งานแล้ว อีกทั้งการทาสีใหม่ด้วยสีอ่อนๆ ยังช่วยในการสะท้อนความร้อนที่ดีขึ้นและป้องกันการสะสมความร้อนภายในผนังด้วย ส่วนที่ฝ้าเพดานของห้องชั้นบนสุดก็จะติดตั้งฉนวนกันความร้อนด้วยเช่นกัน การแก้ปัญหาดังกล่าวยังช่วยในการลดการสะสมความร้อน การแผ่รังสีความร้อนสู่ภายในห้อง และช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องพักได้อีกด้วย

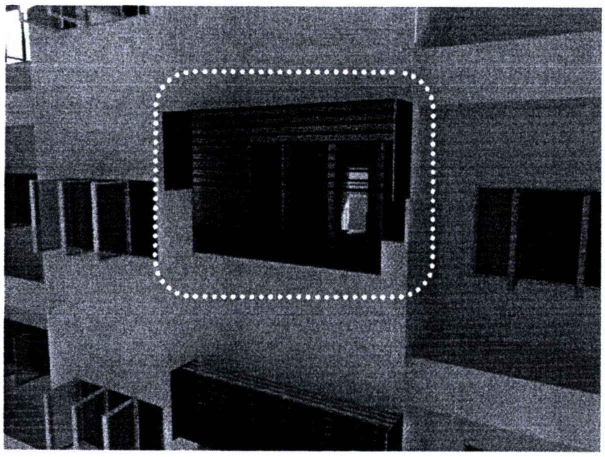


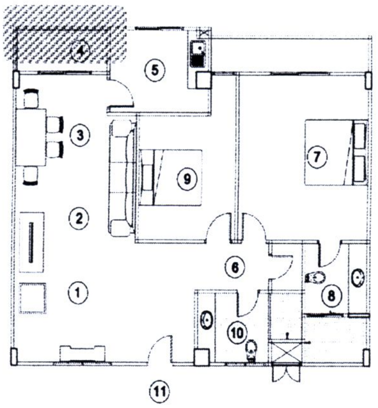
ภาพที่ 4-1 แสดงฉนวนกันความร้อนประเภทต่าง ๆและตัวอย่างการติดตั้ง

2. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศ

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไปนั้นส่วนใหญ่แล้วจะเกิดขึ้นที่บริเวณระเบียงหลังห้องพัก เนื่องจากเป็นพื้นที่ใช้งานที่ไม่มีผนังกันแสงแดดและความร้อนที่เข้ามา ซึ่งความร้อนที่ผ่านเข้ามาสู่ระเบียงดังกล่าวนี้จะสามารถแผ่เข้าสู่ภายในห้องพักได้ หากไม่มีการแก้ไขป้องกัน รวมทั้งในห้องครัวของบางห้องพักก็มีอุณหภูมิอากาศที่สูงเช่นกัน เนื่องจากทั้งสองพื้นที่ดังกล่าวอยู่ติดกันและอยู่ในทิศเดียวกัน กล่าวคือ ห้องพักทางปีกซ้ายของตัวอาคารจะอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนห้องพักทางปีกขวาของตัวอาคารจะอยู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ อีกทั้งมีการระบายอากาศที่ไม่ดีพอจึงส่งผลให้อุณหภูมิอากาศในบริเวณดังกล่าวสูงในช่วงบ่ายถึงเย็น

ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไป นอกจากการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีการต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น ด้วยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังและฝ้าเพดาน การทาสีใหม่ด้วยสีอ่อนๆ เพื่อช่วยในการสะท้อนความร้อน ป้องกันการสะสมความร้อนและลดการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ภายในห้องพัก ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องพักลดลงได้แล้ว การติดตั้ง*แผงกันแดดแนวนอน* แบบระแนงอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา จะช่วยให้ลมพัดผ่านได้ โดยใช้*ผสมกับแผงกันแดดแนวตั้ง* ซึ่งอาจใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาเช่นเดียวกัน ที่บริเวณผนังภายนอกอาคารที่ได้รับแสงแดดและความร้อนโดยตรง จะช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารได้ดีกว่าการใช้กระจกตัดแสงหรือม่านมู่ลี่ภายในอาคาร (ตรึงใจ บูรณสมภพ: 2539) และยังเป็นการป้องกันไม่ให้แสงแดดและความร้อนจากระเบียงแผ่ความร้อนเข้าสู่ห้องรับประทานอาหารและห้องรับแขกอีกด้วย การปลูกต้นไม้ในบริเวณระเบียงและทางเดินภายในอาคาร ตลอดจนการปลูกต้นไม้และพื้นหญ้า (การลดพื้นที่ดาดแข็ง) รอบๆอาคารเพื่อเพิ่มร่มเงา ก็สามารถช่วยลดอุณหภูมิรอบๆอาคารได้ เหมาะสมกับทิศตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ (ตรึงใจ บูรณสมภพ: 2539)





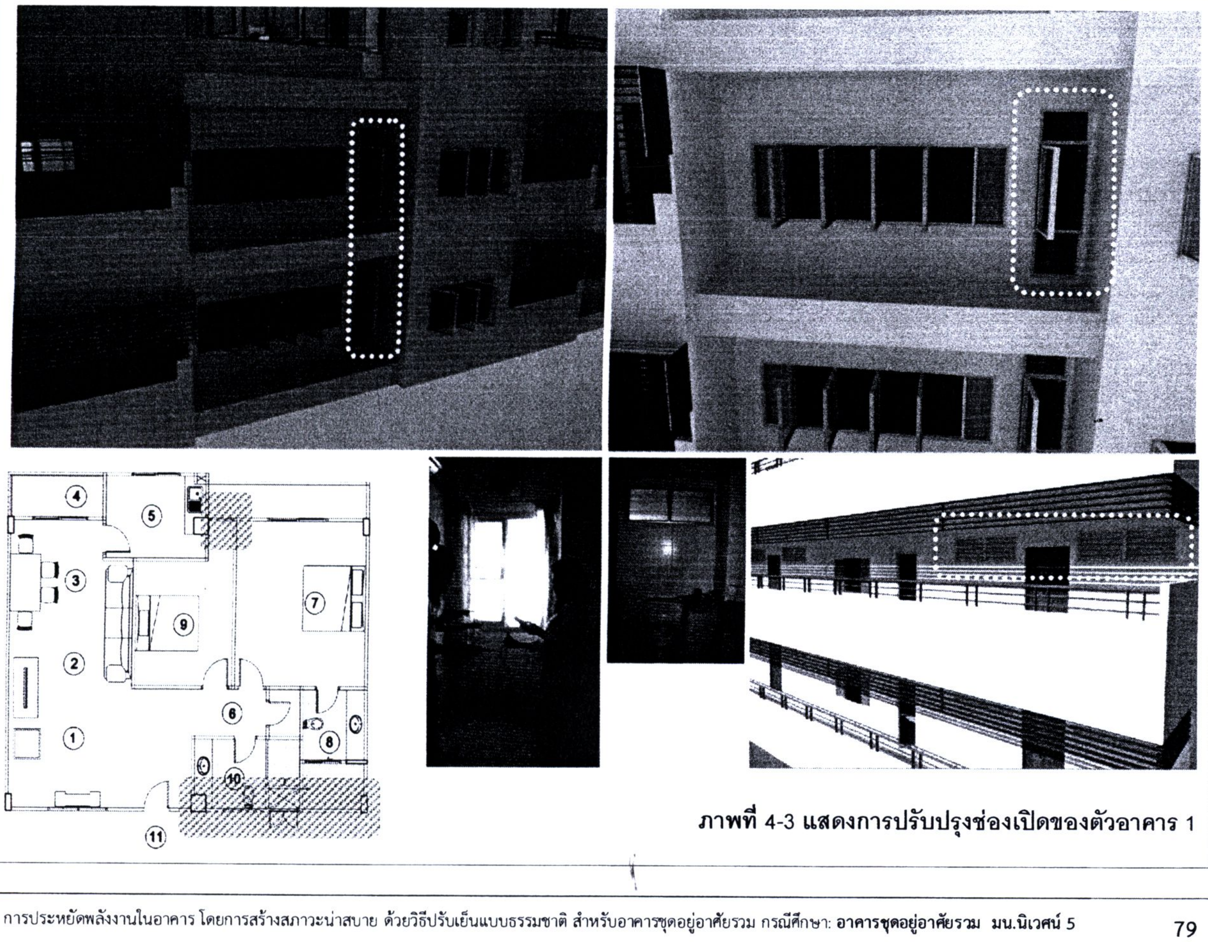
ภาพที่ 4-2 แสดงแผงกันแดดแนวตั้งผสมแนวนอนติดตั้งที่ระเบียงหลังห้องพัก

3. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง และห้องนอนเล็ก เนื่องจากมีจำนวนช่องเปิดน้อย รวมถึงชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดที่ยังไม่เหมาะสม จึงส่งผลให้ภายในห้องดังกล่าวไม่มีการระบายอากาศที่ดี อีกทั้งแสงธรรมชาติสามารถส่องถึงได้น้อยมาก

ดังนั้นแนวทางการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไป จึงเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และการรับแสงสว่างธรรมชาติให้มากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างบานเลื่อนเดิมของห้องนอนเล็ก และเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าปรับมุมภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เพื่อให้สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น และมีความเหมาะสมในการใช้งานในพื้นที่นั้นๆ อีกด้วย

ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงดังที่กล่าวมานั้น ยังคงอยู่ในขอบเขตของสภาวะน่าสบาย ซึ่งนับว่าไม่ส่งผลให้เกิดความไม่สบายในการอยู่อาศัย อีกทั้งยังเกิดขึ้นภายในห้องน้ำโดยส่วนใหญ่ ซึ่งไม่ใช่พื้นที่ใช้งานหลัก ดังนั้นในการทดสอบหลังการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารกรณีศึกษา ทั้งโดยใช้โปรมแกรมคอมพิวเตอร์ และหุ่นจำลอง จึงไม่มีการทดสอบในเรื่องของการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์

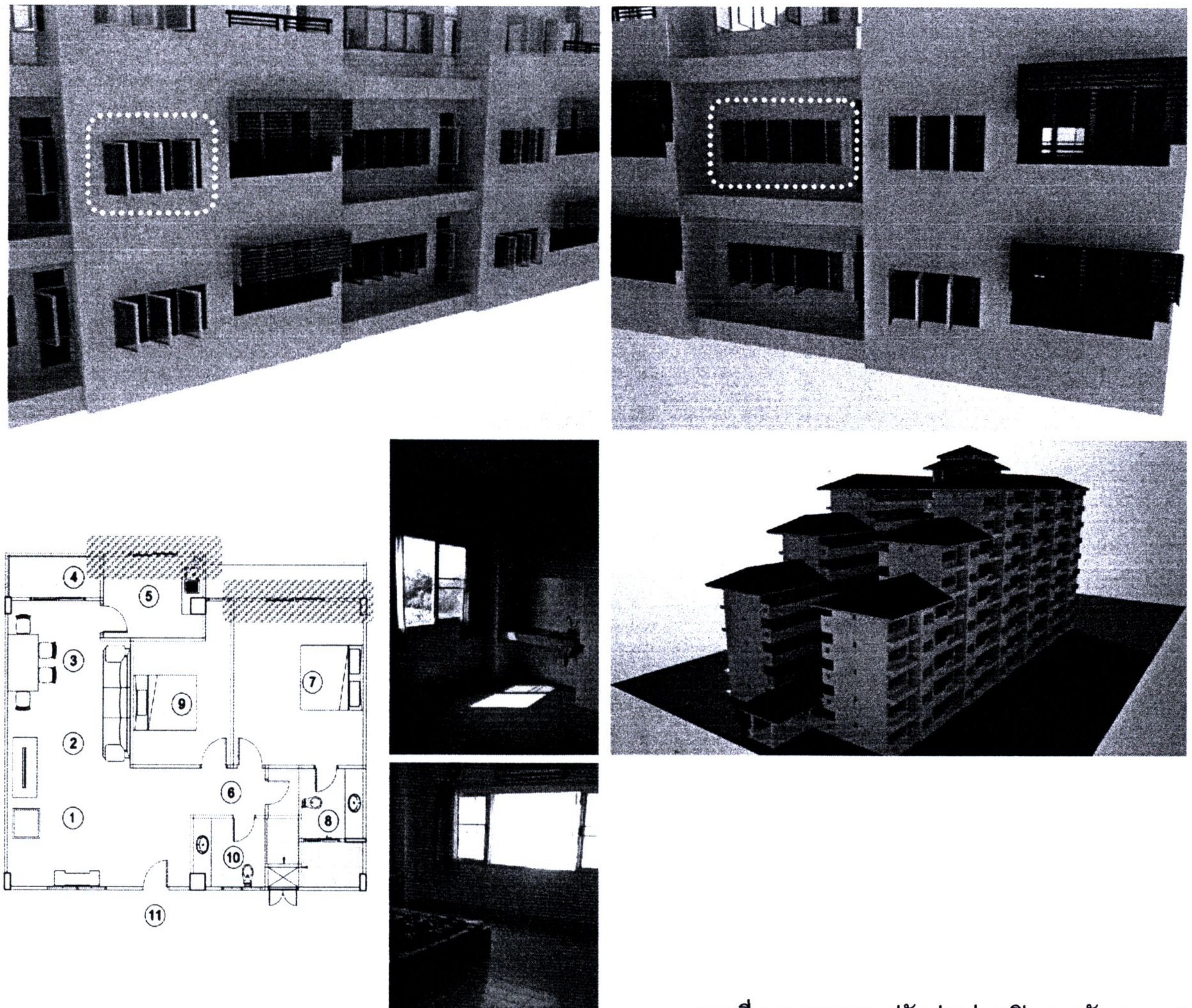


ภาพที่ 4-3 แสดงการปรับปรุงช่องเปิดของตัวอาคาร 1

4. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหากระแสลมธรรมชาติ

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากกระแสลมธรรมชาติที่พัดผ่านน้อยเกินไปนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เนื่องจากมีจำนวนช่องเปิดน้อย รวมถึงชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดยังไม่เหมาะสม จึงส่งผลให้ภายในห้องดังกล่าวลมไม่สามารถพัดผ่านได้โดยสะดวก ไม่มีการระบายอากาศที่ดี

ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความเร็วลมที่พัดผ่านเข้ามาภายในห้องน้อยเกินไปนั้น จึงเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และการรับแสงสว่างธรรมชาติให้มากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนช่องเปิดเหนือและใต้หน้าต่างเดิมของห้องนอนเล็ก และเพิ่มขนาดและจำนวนของหน้าต่างบานเกล็ดกระจกฝ้าปรับมุมภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เพื่อให้มีความเหมาะสมในการใช้งาน สามารถรับลมและแสงธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น เช่นเดียวกับการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารที่เกิดจากปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ ในข้างต้นแล้ว ในการแก้ปัญหาความเร็วลมที่ต่ำและการระบายอากาศภายในห้องพักยังมีการเปลี่ยนชนิดของบานเปิด จากหน้าต่างบานเลื่อนซึ่งกระแสลมสามารถพัดผ่านได้เพียง 45% เป็นหน้าต่างบานเปิดที่กระแสลมสามารถพัดผ่านได้ถึง 90% ในห้องครัวและห้องนอนใหญ่อีกด้วย



ภาพที่ 4-4 แสดงการปรับปรุงช่องเปิดของตัวอาคาร 2

ห้องสมุดงานวิจัย

5. การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาแสงธรรมชาติ

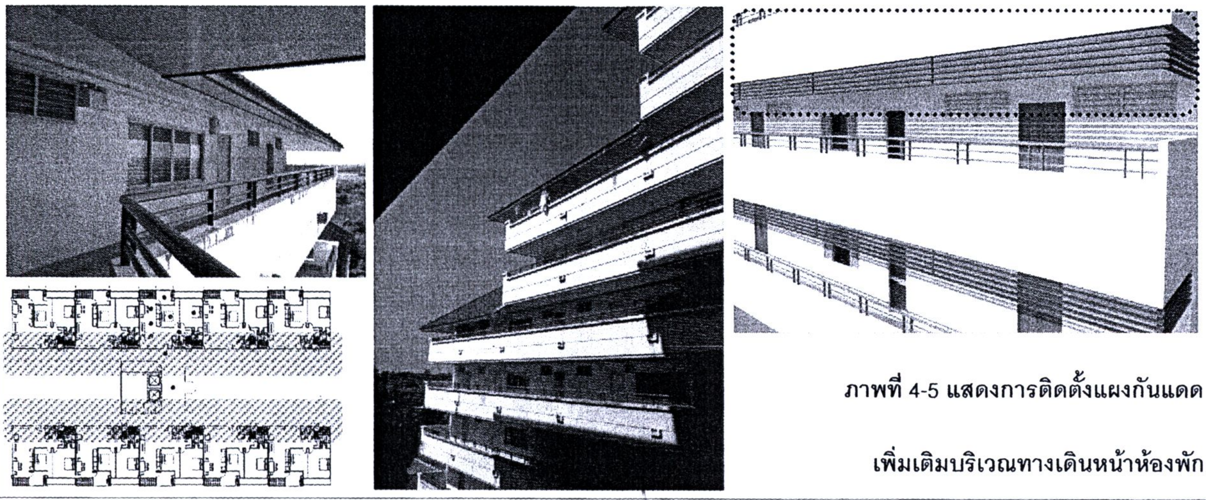
จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ภายในห้องพักทั้ง 7 ห้อง พบว่าปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาตินั้น มีทั้งมากเกินไปและน้อยเกินไป ปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างที่มากเกินไป ส่วนใหญ่แล้วจะพบที่บริเวณระเบียงหลังห้องพัก ซึ่งแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามามากเกินไปจะนำความร้อนเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวและอาจแผ่ไปสู่พื้นที่ต่างๆ ภายในห้องที่ติดกับระเบียงได้ อีกทั้งอาจทำให้เกิดแสงบาดตาอีกด้วย

ในส่วนของปัญหาที่เกิดจากค่าความส่องสว่างของแสงธรรมชาติที่น้อยเกินไป จนไม่เพียงพอต่อการใช้งานในพื้นที่ต่างๆของห้องพักนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะพบภายในห้องนอนเล็กและภายในห้องน้ำทั้งสองห้อง เนื่องจากมีจำนวนช่องเปิดน้อย รวมถึงชนิดและตำแหน่งของช่องเปิดยังไม่เหมาะสม อีกทั้งยังมีบางห้องที่บริเวณโถงทางเดินที่เชื่อมระหว่างห้องรับแขกกับห้องนอนและห้องน้ำ มีค่าความส่องสว่างน้อยมาก หากทำการปรับปรุงช่องเปิดของห้องนอนเล็กและห้องน้ำเช่นเดียวกับการออกแบบปรับปรุงตัวอาคารที่เกิดจากปัญหาความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม (ดังภาพที่ 4-3 และ 4-4) ก็จะทำให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาถึงบริเวณโถงทางเดินดังกล่าวได้มากขึ้นอีกด้วย

o การออกแบบปรับปรุงตัวอาคารเพื่อแก้ปัญหาอื่นๆ

นอกจากปัญหาต่างๆที่ส่งผลให้เกิดสภาวะไม่สบายขึ้นภายในอาคารกรณีศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว จากการสำรวจตัวอาคารคณะผู้วิจัยพบว่า ยังมีปัญหาเรื่องฝนสาดเข้ามาสู่ทางเดินหน้าห้อง เนื่องจากรูปแบบของตัวอาคารมีทางสัญจรเดี่ยว (Single load corridor) ซึ่งมีทางเดินจ่ายไปตามห้องพักต่างๆที่เกาะติดอยู่กับทางเดินเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของทางเดินจะเป็นระเบียงเปิดโล่งสัมผัสกับบรรยากาศภายนอกอย่างเต็มที่ ทำให้ฝนสาดเข้ามาสู่ทางเดินดังกล่าวได้ง่ายและในปริมาณที่มากเพราะไม่มีสิ่งป้องกันใดๆ

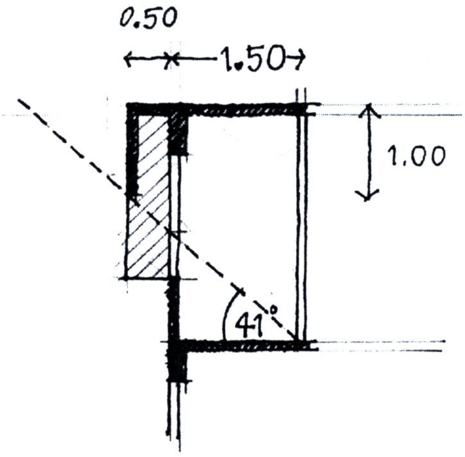
ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงพื้นที่ทางเดินหน้าห้องร่วมด้วย โดยการติดตั้งแผงกันแดดแนวนอน แบบระแนงอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งกระแสลมสามารถพัดผ่านได้โดยสะดวกและไม่ส่งผลต่อปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่จะเข้ามาสู่ห้องพักมากนักที่บริเวณริมทางเดินซึ่งเป็นกรอบอาคาร เพื่อช่วยในการป้องกันฝนสาดเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวด้วย



ภาพที่ 4-5 แสดงการติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มเติมบริเวณทางเดินหน้าห้องพัก

o รายละเอียดของแผงกันแดดที่ทำการปรังปรุง

จากการเปิดค่า มุมเงาแดด(Profile Angle) คือมุมที่ผู้สังเกตเงาแดดหันหน้าไปในทิศทางขนานกับผนังอาคารที่ถูกแดด ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดของแผงกันแดดจากรูปตัด และมุมอะซิมุทของผนัง (Wall-Solar Azimuth) คือมุมที่วัดจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวระนาบกับแนวตั้งฉากกับผนัง ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดของแผงกันแดดจากแปลน (สุนทร บุญญาธิการ: 2542) จากตารางแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์และมุมที่เกี่ยวข้องสำหรับละติจูด 16 องศาเหนือในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ห้องพักของอาคารกรณีศึกษานั้น มีค่า Profile Angle เท่ากับ 41 องศา และมีมุม Wall-Solar Azimuth เท่ากับ 38 องศา ดังภาพที่ 4-6



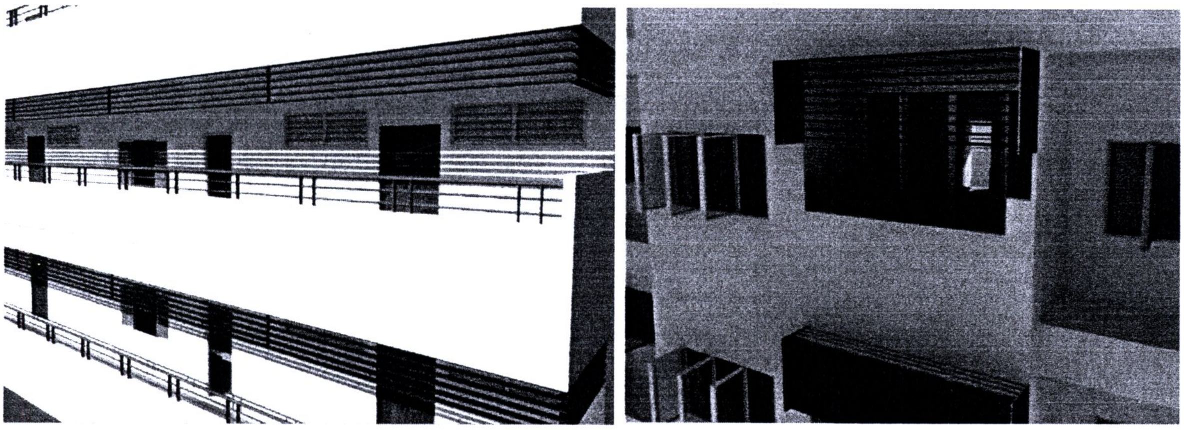
ภาพที่ 4-6 แสดงการคำนวณขนาดและรูปร่างของแผงกันแดดแบบใหม่ที่ทำการปรับปรุง

แผงกันแดดดังกล่าว (ภาพที่ 4-6) สามารถป้องกันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเวลาประมาณ 10.00 - 14.00 น. เนื่องจากก่อนเวลา 10.00 น. ทิศทางของแดดยังไม่ส่งผลกระทบต่อห้องพักที่อยู่ในทิศนี้มากนัก และจากผลของการวัดอุณหภูมิอากาศจากอาคารกรณีศึกษา (รายละเอียดดังแสดงในบทที่ 3 และภาคผนวก) อุณหภูมิอากาศหลังเวลา 14.00 น. ไม่สูงมากนัก ซึ่งช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ส่งผลให้ห้องพักอยู่ไม่สบายคือ ในช่วงเวลา 12.00 – 14.00 น. ยกเว้นในเดือนธันวาคม ที่แสงแดดอาจส่องมาถึงห้องรับแขกได้ เนื่องจากในเดือนดังกล่าวพระอาทิตย์อ้อมทางทิศใต้มากที่สุดในรอบปี โดยแผงกันแดดนี้จะป้องกันแสงแดดไม่ให้เข้าสู่ห้องรับแขก ซึ่งพื้นที่ระเบียงนับว่าเป็นแผงกันแดดไปในตัวได้ด้วย

จากตารางแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์และมุมที่เกี่ยวข้อง(สำหรับละติจูด 16 องศาเหนือ) ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ห้องพักของอาคารกรณีศึกษา มีค่า Profile Angle เท่ากับ 51 องศา ต้องใช้แผงกันแดดที่ยื่นยาว ประมาณ 0.80 ม. จึงจะสามารถกันแดดได้ตั้งแต่เช้า แต่เนื่องจากเวลาที่ความร้อนส่งผลต่อสภาวะน่าสบายนั้นจะเกิดหลังจากเวลา 09.00 น. (จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษา ในบทที่ 3 และภาคผนวก) ดังนั้นจึงลดขนาดความยาวของแผงกันแดดเหลือ 0.50 ม.

ดังภาพที่ 4-6 ซึ่งเป็นขนาดเดียวกันกับแผงกันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ เพื่อความเรียบร้อยสวยงามทั้งอาคาร และเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาติดตั้งง่าย และยังปลูกต้นไม้เพื่อบังแดดและเกิดความสะบายตาอีกด้วย โดยจะสามารถกันแดดได้ตั้งแต่เวลาประมาณ 9.00 น. เนื่องจากในช่วงบ่ายนั้นทิศทางของแดดไม่ส่งผลกระทบต่อห้องพักที่อยู่ในทิศนี้มากนัก

นอกจากนี้ ยังมีการติดตั้งแผงกันแดดแนวนอน แบบระแนงอะลูมิเนียม ที่มีน้ำหนักเบา ที่บริเวณริมทางเดินหน้าห้องซึ่งเป็นกรอบอาคาร เพื่อช่วยในการป้องกันฝนสาดเข้ามาสู่พื้นที่ดังกล่าวด้วย โดยแผงกันแดดในบริเวณนี้มีขนาด 0.50 ม. จากใต้ท้องคานเท่ากันหมดทั้งอาคารเพื่อความเรียบร้อยสวยงาม



ภาพที่ 4-7 แสดงรูปแบบของแผงกันแดดแบบใหม่ที่ใช้ในการปรังปรุงอาคาร

6. การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคารกรณีศึกษาหลังการปรับปรุง

6.1 การประเมินหลังการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาอุณหภูมิอากาศที่สูงเกินไป

การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคารกรณีศึกษาหลังการปรับปรุง เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศที่สูงจนส่งผลให้เกิดสภาวะไม่สบายในการอยู่อาศัยขึ้นนั้น จะใช้การวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ OTTV EE Version 1.0 a เพื่อเป็นการทดสอบว่าหลังจากการแก้ไขปรับปรุงด้วยการเพิ่มแผงกันแดดในบริเวณที่มีปัญหาเรื่องความร้อน และการใส่ฉนวนกันความร้อนที่ผนังในด้านที่โดนแดด ดังที่กล่าวมาข้างต้น แล้วสามารถช่วยลดค่า OTTV และ RTTV ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และช่วยให้ภายในห้องพักมีอุณหภูมิที่ลดลง เข้าสู่สภาวะน่าสบายมากขึ้นหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด ในการคำนวณนั้นจะทำการคำนวณเฉพาะห้องนอนใหญ่ที่ติดเครื่องปรับอากาศเท่านั้น

แบ่งเป็น 5 กรณี ตามตำแหน่งห้อง ได้แก่

- *กรณีที่ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกขวา* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกเพียงด้านเดียวทางด้าน*ทิศตะวันตกเฉียงใต้*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกซ้าย* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกเพียงด้านเดียวทางด้าน*ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่ปลายอาคาร*(ห้องริม) *ทางด้านปีกขวา* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้านทางด้าน*ทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่ปลายอาคาร*(ห้องริม) *ทางด้านปีกซ้าย* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้านทางด้าน*ทิศตะวัน ออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ*
- *กรณีที่ห้องพักอยู่ชั้นบนสุดของอาคาร*(ชั้นที่9) โดยมีฝ้าเพดานและหลังคาห้องนอนอยู่ติดกับภายนอก

ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงการวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกขวา **โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกเพียงด้านเดียว** ***ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้***	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม.	*แบบเดิม* ก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	78.07
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	73.10
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	***แบบใหม่*** ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ด ภายในบุฉนวนใยแก้วหน10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	**56.32**

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่กลางทางด้านปีกซ้าย โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับ ภายนอกเพียงด้านเดียว ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอน ยื่นยาว 1.50 ม	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	70.66
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	68.37
	แบบใหม่ มีแผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม.	***แบบใหม่*** ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ด ภายในบุฉนวนใยแก้วหนา10ซม. หน้าต่างกระจกใสหนา 6มม.	**51.59**
ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) *ทางด้านปีกขวา* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับ ภายนอกสองด้าน ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอนยื่น ยาว 1.50 ม. ด้านทิศตะวันตก เฉียงใต้และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6มม.	56.59
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันตก เฉียงใต้ และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	54.34
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลง อีก 1.00 ม. ด้านทิศตะวันตก เฉียงใต้และไม่มีแผงกันแดด ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	***แบบใหม่*** ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ด ภายในบุฉนวนใยแก้ว หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	**33.14**

ตารางที่ 4-1 แสดงการวิเคราะห์ค่า OTTV และ RTTV หลังการปรับปรุงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบแผงกันแดด	รูปแบบผนัง	OTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่ปลายอาคาร(ห้องริม) *ทางด้านปีกซ้าย* โดยมีผนังห้องนอนอยู่ติดกับภายนอกสองด้าน ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* มีแผงกันแดด คสล.แนวนอนยื่นยาว 1.50 ม. ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	53.22
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก1.00 ม. ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	*แบบเดิม* ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 10 ซม. หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.	52.18
	แบบใหม่ แผงกันแดดแนวนอนยื่นยาว 2.00 ม. และปลายแผงหักมุมลงอีก1.00 ม. ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและไม่มีแผงกันแดดทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	***แบบใหม่*** ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 ซม. เสริมโครงเคร่าแผ่นยิบซั่มบอร์ดภายในบุฉนวนใยแก้วหนา10ซม. หน้าต่างกระจกใสหนา 6 มม.	30.98

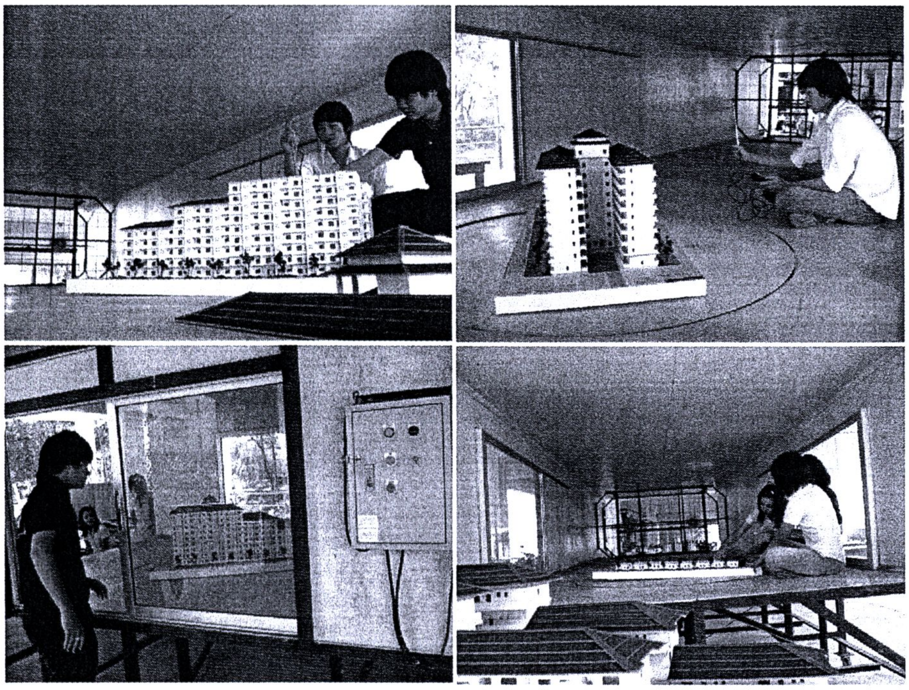
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

กรณีที่ทำการทดลอง	รูปแบบฝ้าเพดาน	รูปแบบหลังคา	RTTV (watt/m2)
ห้องพักอยู่ชั้นบนสุดของอาคาร *(ชั้นที่9)* โดยมีฝ้าเพดานและหลังคาห้องนอนอยู่ติดกับภายนอก	*แบบเดิม* มีฝ้าเพดานบนห้องนอน หนา 10 มม.	*แบบเดิม*	40.11
	แบบใหม่ มีฝ้าเพดานบนห้องนอน หนา10 มม. และปูฉนวนใยแก้ว หนา 10 ซม. เหนือฝ้า	*แบบเดิม*	10.40

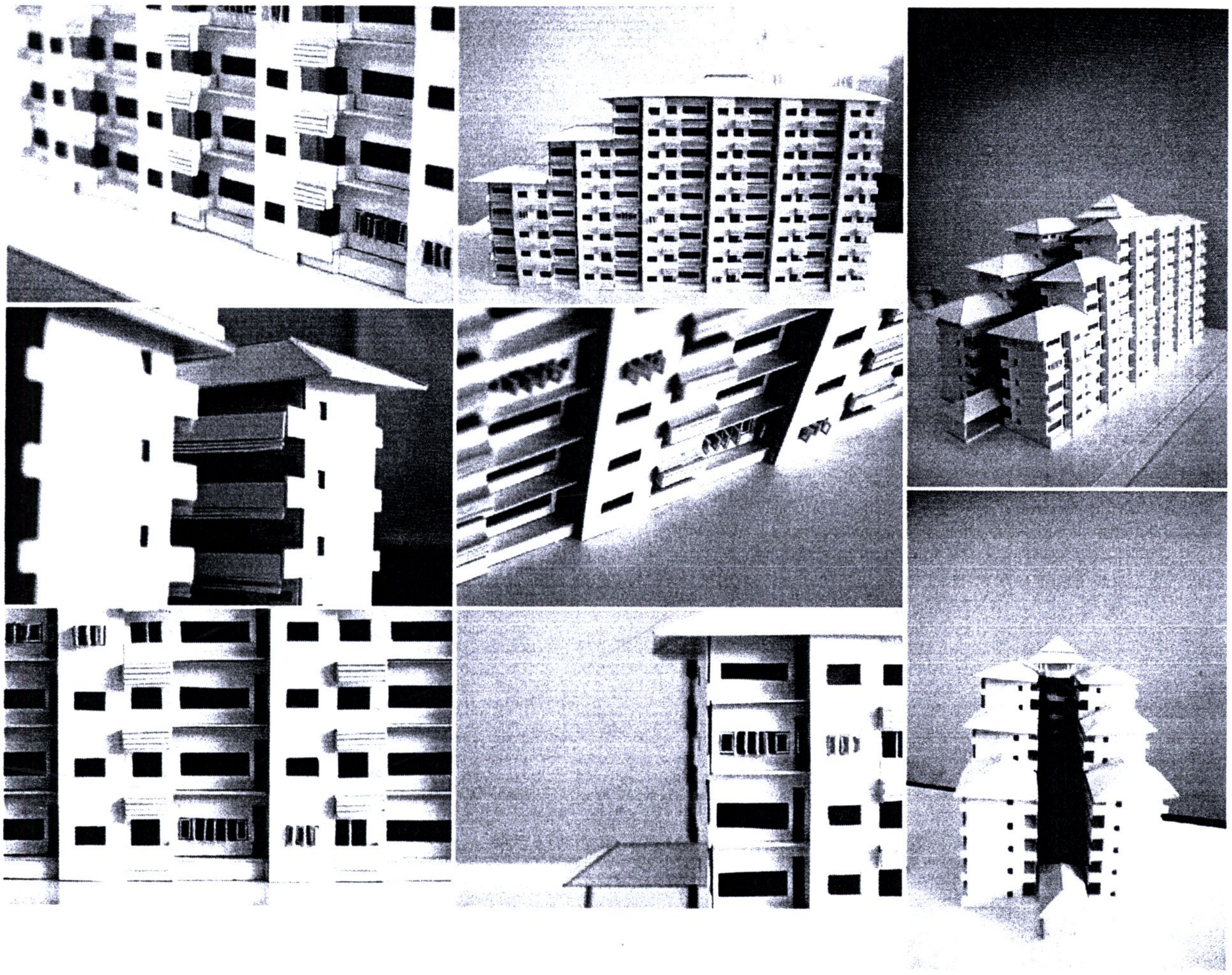
6.2 การวิเคราะห์หลังการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาการระบายอากาศและความเร็วลมที่น้อยเกินไป

ในการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาการระบายอากาศและความเร็วลมที่น้อยเกินไปนั้น ใช้หุ่นจำลองในการวัดค่าความเร็วลมภายในอุโมงค์ลม (Wind tunnel) ด้วยเครื่องวัดค่าความเร็วลม ดังแสดงในบทที่ 2

โดยจะทำการวัดครบทั้ง 7 ห้องพักภายในอาคากรณีศึกษา ตามตำแหน่งห้องจริงๆ ได้แก่ ห้อง 103, 107, 311, 404, 406, 706 และ 906 และทำการวัดครบทั้ง 8 ทิศทาง คือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันตก และตะวันตกเฉียงเหนือ โดยค่าตัวเลขที่ได้จากการทดลองจากหุ่นจำลองภายในอุโมงค์นี้ จะแสดงโดยละเอียดในภาคผนวก **แต่ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ**ว่าหลังจากปรับปรุงช่องเปิด(ดังแสดงรายละเอียดก่อนหน้านี้)เพื่อแก้ปัญหาการระบายอากาศที่ไม่ดี รวมทั้งเพิ่มความเร็วลมภายในห้องพัก ทำให้อยู่สบายมากขึ้นแล้ว มีค่าความเร็วลมเพิ่มมากขึ้นหรือไม่ และเป็นสัดส่วนมากน้อยเท่าใด เมื่อเทียบกับช่องเปิดแบบเดิม โดยจะนำผลการทดลองเฉพาะลมที่พัดมาจากทิศใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันตก เนื่องจากเป็นลมประจำถิ่นของประเทศไทยที่พัดในช่วงเดือน มีนาคม – ตุลาคม เป็นช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนที่ต้องการลมและการระบายอากาศที่ดีเพื่อช่วยในการลดอุณหภูมิอากาศและความชื้น และบริเวณรอบๆ ที่ตั้งอาคารกรณีศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆได้ อีกทั้งในทิศทั้ง 3 ทิศดังกล่าว เป็นพื้นที่โล่งไม่มีอาคารหรือสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่มากีดขวางทางลม



ภาพที่ 4-8 แสดงการวัดค่าความเร็วลมจากหุ่นจำลองภายในอุโมงค์ลม (Wind tunnel) **ด้วยเครื่องวัดค่าความเร็วลม**



ภาพที่ 4-9 **แสดงหุ่นจำลองที่ตัดช่องเปิดและแผงกันแดดตามการออกแบบปรับปรุงเพื่อนำไปทดลองภายในอุโมงค์ลม**

6.2.1 **ผลจากการวัดค่าความเร็วจากหุ่นจำลองภายในอุโมงค์**

โดยจะแยกวิเคราะห์เป็นห้องๆ เพื่อให้เห็นอย่างชัดเจนว่าหลังการปรับปรุงอาคารแล้วกระแสลมสามารถพัดผ่านเข้าสู่ห้องพักได้เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบ**ร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ห้องพักได้** โดยจะเปรียบเทียบเฉพาะในจุดที่มีค่าความเร็วลมน้อยที่สุด จากการสำรวจและวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 ที่ผ่านมา

ห้อง 103

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 7 คือ บริเวณห้องนอนใหญ่มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารคิดเป็น 1.43% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 27.67% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตก

เฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 32.59% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 3.98%

ห้อง 107

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 10 คือ บริเวณห้องน้ำหลัก มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารคิดเป็น 1.64% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 3.23% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 17.36% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 29.52%

ห้อง 311

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 12 คือ บริเวณโถงบันไดภายนอกห้องพัก มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.08% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 14.78% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 43.04% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 49.06%

ห้อง 404

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 คือ ภายในห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 2% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 3.94% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 15.32% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 23.85%

ห้อง 406

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 5 และ 8 คือ ห้องครัว และห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.15% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 65.29% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 44.07% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 13.83%

ห้อง 706

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 และ 10 ภายในห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ และห้องน้ำหลัก มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.72% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 28.93% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 9.57% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 12.24%

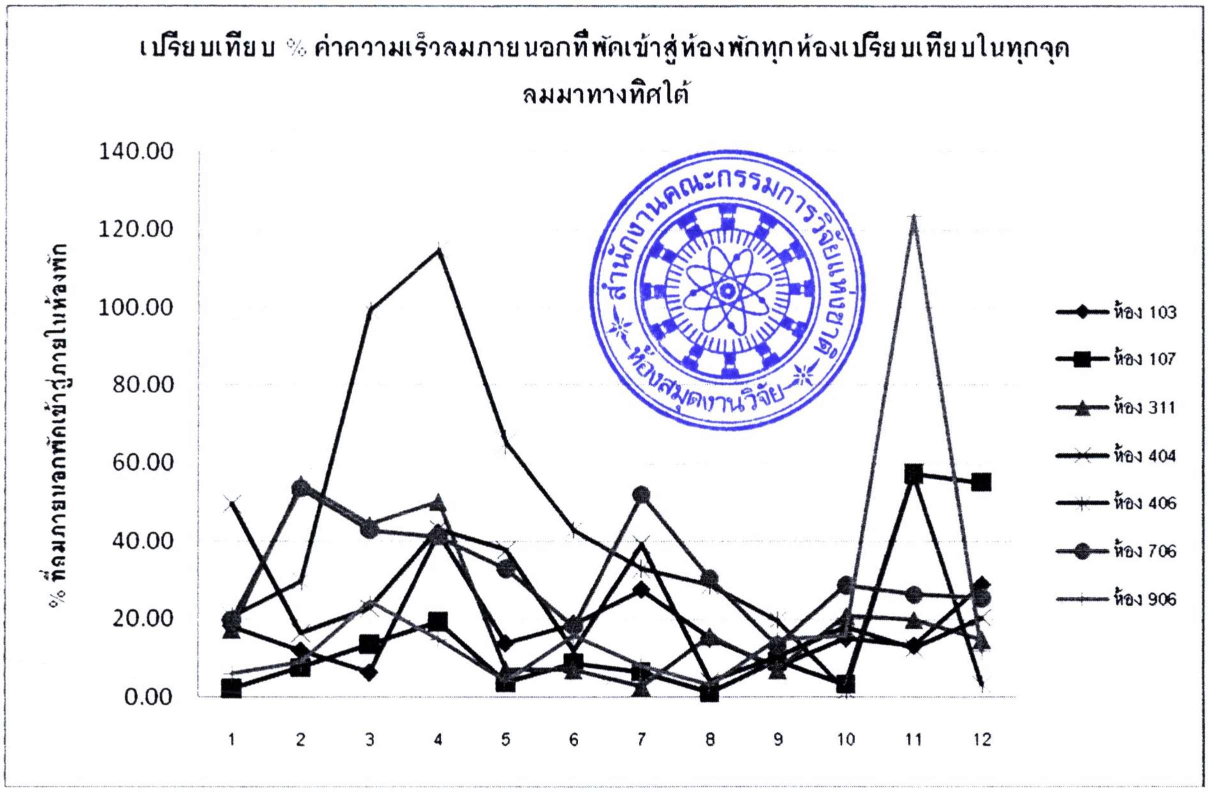
ห้อง 906

จากการสำรวจอาคารกรณีศึกษาในบทที่ 3 โดยการเข้าไปวัดในอาคารจริง พบว่าตำแหน่งที่มีความเร็วลมน้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 8 ห้องน้ำในห้องนอนใหญ่ มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคาร คิดเป็น 1.11% ซึ่งหลังจากการแก้ไขปรับปรุงห้องพักดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วนำไปทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยใช้หุ่นจำลองนั้น พบว่าในจุดเดิมที่มีความเร็วลมน้อยที่สุดนั้น มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 2.94% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 15.25% มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศตะวันตกที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มเป็น 1.75%

6.2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้อง

ในการวิเคราะห์จะแยกวิเคราะห์ในแต่ละทิศทางลม เพื่อเปรียบเทียบร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักในแต่ละห้อง ว่าตำแหน่งและทิศทางของห้องนั้นส่งผลต่อปริมาณและทิศทางของกระแสลมหรือไม่และมากน้อยเพียงใด ดังนี้

กระแสลมมาทางทิศใต้

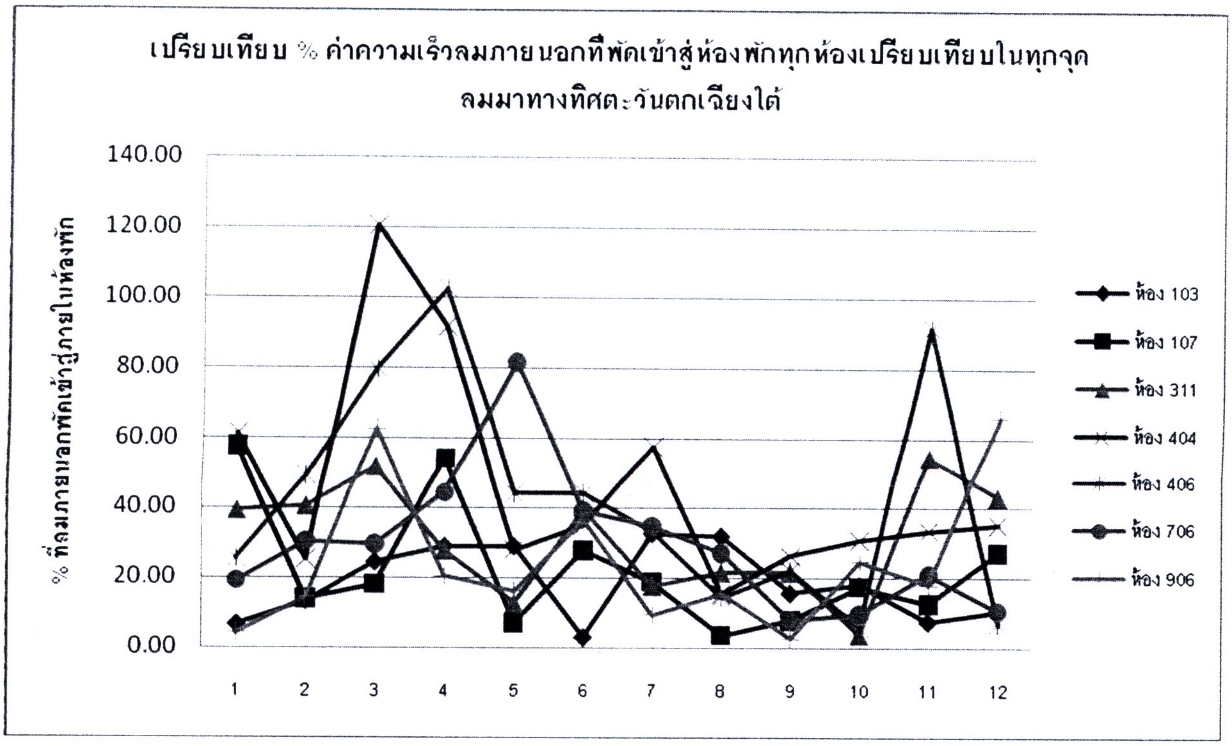


สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

แผนภูมิที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศใต้

จากแผนภูมิที่ 4-1 พบว่าห้อง 406 และห้อง 906 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 406 เป็นห้องที่อยู่ริมสุดของอาคาร จึงทำให้มีพื้นที่ในการรับลมจากภายนอกได้มากและไม่มีห้องพักอื่นมาบดบังกระแสลม ส่วนห้อง 906 นั้นเป็นห้องที่อยู่ชั้นบนสุดของอาคาร จากการพิจารณาถึงปัจจัยและวิธีการที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบน หรือการพัดพาของกระแสลมนั้น ระยะความสูงจากช่องเปิดถึงพื้น จะส่งผลต่อกระแสลมคือ ยิ่งช่องเปิดอยู่สูงทิศทางกระแสลมก็จะเปลี่ยนไป เนื่องจากแนวผนังด้านหน้าที่กระแสลมมาปะทะเกิดแรงดันขึ้น และยิ่งสูงความเร็วของกระแสลมด้านนอกก็จะยิ่งมากขึ้น อันจะส่งผลให้กระแสลมภายในห้องเร็วและแรงขึ้นด้วย (มาลินี ศรีสุวรรณ : 2543) จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ค่าความเร็วลมภายในห้อง 906 มีปริมาณมาก

กระแสลมมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

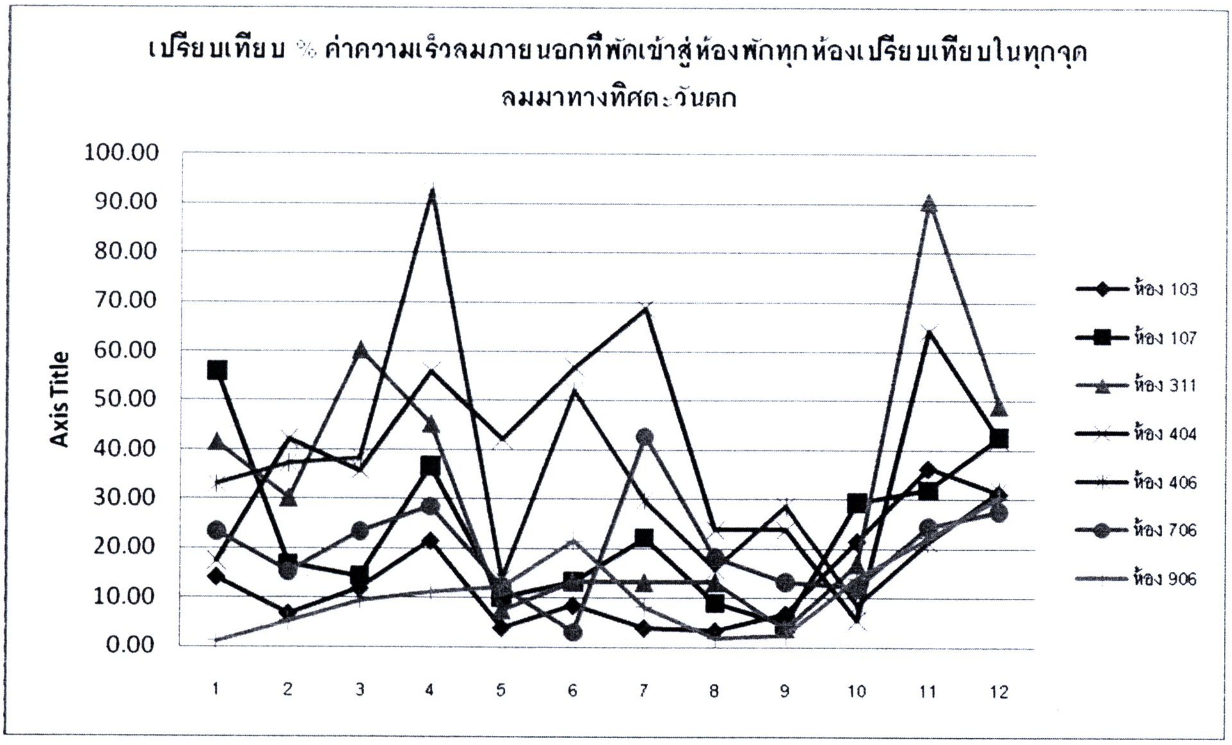


แผนภูมิที่ 4-2 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

จากแผนภูมิที่ 4-2 พบว่าห้อง 404 และห้อง 406 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 406 เป็นห้องที่อยู่ริมสุดของอาคาร จึงทำให้มีพื้นที่ในการรับลมจากภายนอกได้มากและไม่มีห้องพักอื่นมาบดบังกระแสลม ส่วนห้อง 404 นั้นเป็นห้องที่อยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้จึงทำให้กระแสลมสามารถพัดผ่านห้องดังกล่าวได้โดยสะดวก

กระแสลมมาทางทิศตะวันตก

ดังแผนภูมิที่ 4-3 พบว่าห้อง 311, 404 และห้อง 406 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 406 เป็นห้องที่อยู่ริมสุดของอาคาร จึงทำให้มีพื้นที่ในการรับลมจากภายนอกได้มากและไม่มีห้องพักอื่นมาบดบังกระแสลม ส่วนห้อง 404 และห้อง 311 นั้นเป็นห้องที่อยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้จึงทำให้กระแสลมสามารถพัดผ่านห้องดังกล่าวได้โดยสะดวก



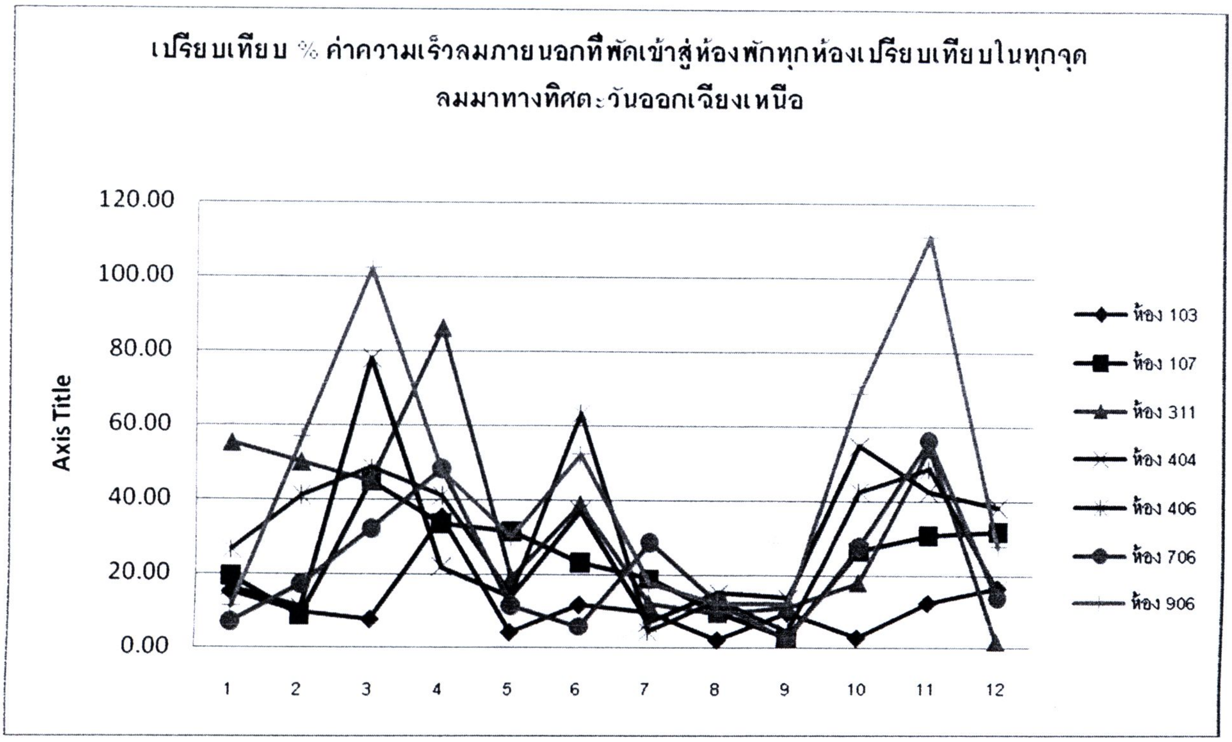
แผนภูมิที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศตะวันตก

ลมมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

เนื่องจากลมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นลมประจำถิ่นของประเทศไทยเช่นกัน แต่จะพัดมาเป็นประจำในช่วงฤดูหนาว จึงเป็นกระแสลมที่ไม่มีความจำเป็นในการนำมาใช้ในการระบายอากาศเพื่อให้อาคารอยู่สบายมากขึ้น แต่เนื่องจากลักษณะของอาคารกรณีศึกษาแบ่งห้องพักออกเป็นสองฝั่ง ได้แก่ฝั่งขวาเป็นห้องทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และฝั่งซ้ายเป็นห้องทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นลมที่พัดมาจากทิศทางดังกล่าวจึงส่งผลกระทบต่ออาคารกรณีศึกษา

จึงนำผลจากการทดลองด้วยอุโมงค์ลม โดยลมมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือมาทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วยดังนี้

ดังแผนภูมิที่ 4-4 พบว่าห้อง 906 มีค่าร้อยละของความเร็วลมจากภายนอกซึ่งพัดมาทางทิศใต้ที่สามารถพัดเข้าสู่ภายในตัวอาคารมากที่สุดเมื่อเทียบกับห้องพักอื่นๆ เนื่องจากห้อง 906 นั้นเป็นห้องที่อยู่ชั้นบนสุดของอาคาร จึงมีแนวผนังด้านหน้าที่กระแสลมมาปะทะเกิดแรงดันขึ้น และยิ่งสูงความเร็วของกระแสลมด้านนอกก็จะยิ่งมากขึ้น จึงส่งผลให้กระแสลมภายในห้องเร็วและแรงขึ้นด้วย (มาลินี ศรีสุวรรณ : 2543) จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ค่าความเร็วลมภายในห้อง 906 มีปริมาณมาก รวมทั้งห้องพักดังกล่าว อยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือจึงทำให้กระแสลมสามารถพัดผ่านห้องดังกล่าวได้โดยสะดวก



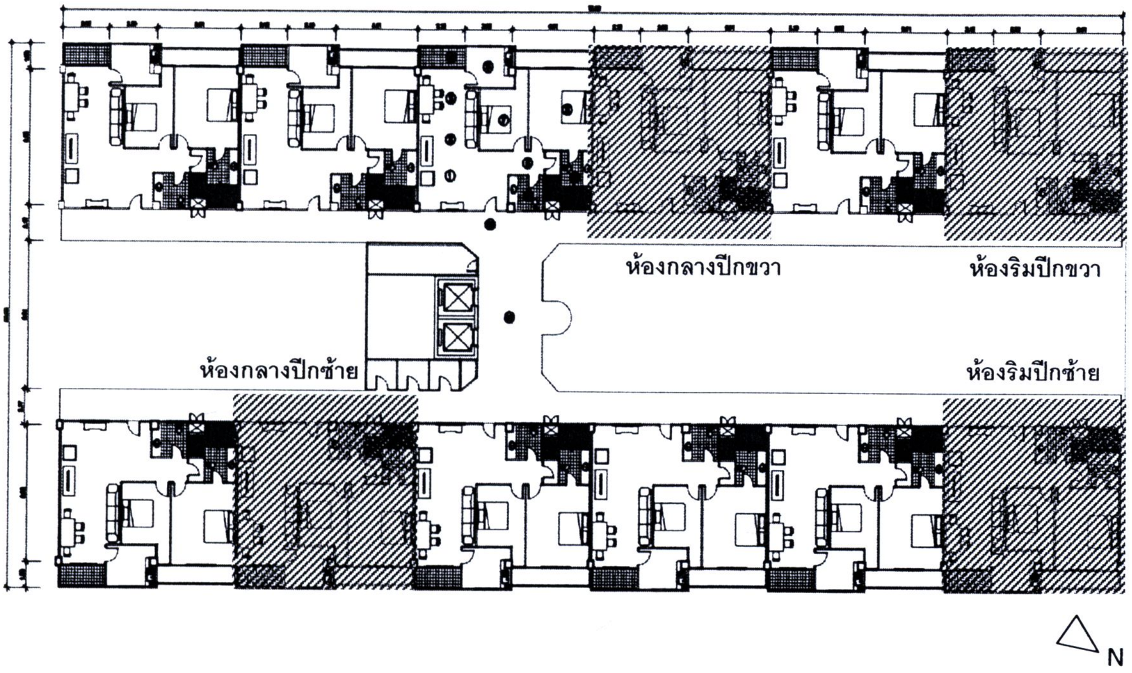
แผนภูมิที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของความเร็วลมภายนอกที่พัดเข้าสู่ห้องพักทุกห้องลมมาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

6.3 ผลจากการทดลองเรื่องค่าความส่องสว่าง

ในการทดลองเรื่องค่าความส่องสว่างภายหลังการปรับปรุงเพื่อให้ทราบว่า หากมีการปรับปรุงช่องเปิดต่างๆ ของห้องพัก รวมทั้ง ติดตั้งแผงกันแดดเพิ่มเติมเข้าไปนั้นจะส่งผลต่อค่าความส่องสว่างและการใช้งานภายในห้องพักหรือไม่อย่างไรนั้น จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชื่อ Dialux 4.9 ในการคำนวณค่าความส่องสว่าง โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 กรณี ได้แก่

- *ห้องพักที่อยู่ตรงกลาง* โดยทำการคำนวณทั้งลักษณะของห้องแบบเดิมก่อนการปรับปรุง และลักษณะของห้องแบบใหม่(ดังที่อธิบายไปข้างต้นของบท) หลังการปรับปรุง
- *ห้องพักที่อยู่ริมอาคาร* โดยทำการคำนวณทั้งลักษณะของห้องแบบเดิมก่อนการปรับปรุง และลักษณะของห้องแบบใหม่(ดังที่อธิบายไปข้างต้นของบท) หลังการปรับปรุง

โดยจะทำการคำนวณในสองทิศทางตามตำแหน่งที่ตั้งจริงของอาคารกรณีศึกษา ได้แก่ ห้องพักปีกด้านซ้ายของอาคาร(หน้าหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้) และห้องพักปีกด้านขวาของอาคารหน้าห้องพักหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และจะวิเคราะห์ในวันที่ 21 มิถุนายน และ 21 ธันวาคม เนื่องจากวันที่ 21 มิถุนายน เป็นวันที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางเหนือมากที่สุด และวันที่ 21 ธันวาคม เป็นวันที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมไปทางใต้มากที่สุด (สมสิทธ์ นิตยะ: 2545) และวิเคราะห์เปรียบเทียบแยกในแต่ละห้องย่อย ครอบคลุมเวลาทั้งวัน ตั้งแต่ 08.00 – 18.00 น.



ภาพที่ 4-10 **แสดงตัวอย่างของตำแหน่งห้องที่ทำการคำนวณค่าความส่องสว่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์**

ผลการทดสอบแสงสว่างของอาคารกรณีศึกษาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก่อนและภายหลังมีการออกแบบปรับปรุง

- *ห้องพักที่อยู่ตรงกลางปีกด้านขวา*

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องกลางปีกด้านขวา

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	68	**10**	20	**228**	10	**188**	4	**214**	15	**374**	69	**126**
09.00	231	**173**	88	**276**	47	**236**	72	**482**	112	**1017**	317	**316**
10.00	376	**318**	181	**349**	139	**309**	132	**742**	200	**1590**	266	**486**
11.00	489	**431**	259	**367**	216	**327**	180	**990**	270	**2054**	341	**624**
12.00	555	**497**	313	**393**	274	**357**	214	**1224**	319	**2377**	394	**720**
13.00	556	**498**	339	**567**	299	**522**	231	**1041**	344	**2537**	420	**767**
14.00	613	**555**	433	**661**	393	**561**	229	**1239**	342	**2523**	418	**763**
15.00	565	**357**	306	**534**	266	**489**	210	**620**	313	**2337**	387	**708**
16.00	477	**377**	364	**372**	324	**326**	173	**383**	261	**1990**	331	**605**
17.00	355	**297**	320	**528**	280	**488**	123	**333**	187	**1507**	253	**462**
18.00	206	**98**	233	**461**	193	**421**	62	**272**	98	**921**	158	**288**
ค่าเฉลี่ย	408.27	**328.27**	259.63	**430.54**	221.90	**384**	148.18	**685.45**	223.727	**1747.90**	304.91	**533.18**

ดังตารางที่ 4-2 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องกลางปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 328.27 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 40.42 lux ซึ่งคิดเป็น 9.9% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 430.54 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 170.91 lux ซึ่งคิดเป็น 65.83% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 162.1 lux ซึ่งคิดเป็น 73.05% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 685.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 537.27 lux ซึ่งคิดเป็น 362.58% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1747.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 1524.17 lux ซึ่งคิดเป็น 681.25% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 533.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 228.27 lux ซึ่งคิดเป็น 74.86% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องกลางปีกด้านขวา

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	308	**268**	59	**36**	9	**-4**	234	**444**	245	**645**	243	**174**
09.00	471	**426**	166	**146**	126	**106**	312	**522**	342	**842**	395	**283**
10.00	616	**566**	262	**229**	222	**189**	352	**762**	430	**520**	516	**369**
11.00	734	**664**	340	**273**	290	**233**	400	**1010**	500	**1500**	597	**427**
12.00	815	**715**	436	**338**	386	**334**	434	**1244**	549	**2549**	633	**454**
13.00	856	**816**	493	**317**	443	**276**	451	**1461**	574	**1974**	622	**446**
14.00	853	**813**	418	**395**	378	**353**	449	**2459**	572	**1972**	564	**404**
15.00	805	**765**	415	**392**	375	**349**	432	**1442**	543	**943**	464	**332**
16.00	717	**677**	351	**331**	301	**291**	394	**1204**	491	**891**	327	**234**
17.00	595	**555**	248	**225**	208	**185**	344	**554**	417	**817**	164	**118**
18.00	446	**406**	150	**127**	110	**87**	205	**415**	328	**728**	0	**0**
ค่าเฉลี่ย	656	**606.45**	303.45	**255.36**	258.90	**218.09**	364.27	**1047**	453.727	**1216.45**	411.36	**294.63**

จากตารางที่ 4-3 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ของห้องพักที่อยู่ตรงกลางอาคารปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 606.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 49.55 lux ซึ่งคิดเป็น 7.55% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 255.36 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 48.09 lux ซึ่งคิดเป็น 15.85% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 218.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 40.81 lux ซึ่งคิดเป็น 15.76% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1047 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 682.73 lux ซึ่งคิดเป็น 187.42% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1216.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 762.72 lux ซึ่งคิดเป็น 168.1% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 294.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 116.73 lux ซึ่งคิดเป็น 28.38% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

o *ห้องพักที่อยู่ตรงกลางปีกด้านซ้าย*

ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องกลางปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	213	**177**	216	**359**	136	**239**	150	**328**	163	**219**	260	**360**
09.00	376	**340**	278	**413**	173	**287**	218	**396**	260	**386**	379	**523**
10.00	514	**485**	310	**440**	267	**401**	278	**456**	345	**451**	474	**655**
11.00	692	**565**	387	**517**	363	**507**	326	**471**	430	**566**	539	**745**
12.00	789	**673**	433	**556**	274	**156**	360	**549**	469	**615**	570	**788**
13.00	801	**687**	447	**560**	488	**666**	377	**575**	492	**648**	565	**781**
14.00	858	**822**	529	**682**	519	**706**	375	**553**	490	**646**	524	**724**
15.00	710	**524**	402	**555**	392	**495**	356	**534**	461	**617**	449	**621**
16.00	622	**544**	460	**563**	450	**553**	319	**497**	423	**599**	347	**479**
17.00	500	**464**	446	**599**	406	**509**	269	**447**	335	**491**	223	**308**
18.00	351	**265**	429	**582**	319	**422**	208	**386**	246	**402**	87	**120**
ค่าเฉลี่ย	584.18	**504.18**	394.27	**529.63**	344.27	**449.18**	294.18	**472**	374	**512.727**	401.54	**554.90**

จากตารางที่ 4-4 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ตรงกลางอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 504.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 80 lux ซึ่งคิดเป็น 13.69% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 529.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 135.36 lux ซึ่งคิดเป็น 34.33% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 449.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 104.91 lux ซึ่งคิดเป็น 30.47% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 472 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 177.82 lux ซึ่งคิดเป็น 60.45% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 512.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 138.72 lux ซึ่งคิดเป็น 37.09% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 554.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 153.36 lux ซึ่งคิดเป็น 38.19% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 4-5 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องกลางปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	241	**406**	0	**133**	0	**16**	212	**379**	236	**425**	175	**242**
09.00	404	**569**	107	**230**	107	**214**	290	**457**	333	**522**	285	**393**
10.00	571	**736**	203	**316**	203	**340**	327	**494**	421	**579**	372	**514**
11.00	689	**854**	281	**374**	271	**428**	366	**533**	491	**658**	431	**595**
12.00	748	**914**	357	**415**	377	**544**	391	**537**	540	**729**	457	**631**
13.00	778	**945**	404	**537**	404	**571**	407	**594**	565	**705**	449	**620**
14.00	755	**923**	319	**452**	329	**496**	393	**591**	560	**669**	407	**562**
15.00	738	**903**	315	**448**	366	**503**	410	**577**	520	**709**	334	**462**
16.00	650	**815**	341	**504**	292	**479**	372	**539**	479	**668**	236	**326**
17.00	528	**693**	189	**392**	199	**366**	322	**489**	400	**589**	118	**164**
18.00	379	**544**	91	**224**	101	**268**	183	**350**	319	**508**	0	**0**
ค่าเฉลี่ย	589.18	**754.72**	237	**365.90**	240.81	**384.09**	333.90	**503.63**	442.181	**614.636**	296.72	**409.90**

จากตารางที่ 4-5 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ของห้องพักที่อยู่ตรงกลางอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 754.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 165.54 lux ซึ่งคิดเป็น 28.09% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 365.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 128.9 lux ซึ่งคิดเป็น 54.39% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 143.28 lux ซึ่งคิดเป็น 59.5% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 503.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 169.73 lux ซึ่งคิดเป็น 50.83% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 614.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 172.45 lux ซึ่งคิดเป็น 38% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 409.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 113.18 lux ซึ่งคิดเป็น 38.14% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

o *ห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านขวา*

ตารางที่ 4-6 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องริมอาคารปีกด้านขวา

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	68	**10**	120	**321**	10	**188**	4	**214**	15	**374**	69	**126**
09.00	231	**173**	188	**372**	47	**236**	72	**482**	112	**1017**	317	**316**
10.00	376	**318**	231	**443**	139	**309**	132	**742**	200	**1590**	266	**486**
11.00	489	**431**	379	**464**	216	**327**	180	**990**	270	**2054**	341	**624**
12.00	555	**497**	431	**493**	274	**357**	214	**1224**	319	**2377**	394	**720**
13.00	556	**498**	431	**667**	299	**522**	231	**1041**	344	**2537**	420	**767**
14.00	613	**555**	431	**664**	393	**561**	229	**1239**	342	**2523**	418	**763**
15.00	565	**357**	408	**633**	266	**489**	210	**620**	313	**2337**	387	**708**
16.00	477	**377**	464	**472**	324	**326**	173	**383**	261	**1990**	331	**605**
17.00	355	**297**	320	**428**	280	**488**	123	**333**	187	**1507**	253	**462**
18.00	206	**98**	433	**561**	193	**421**	62	**272**	98	**921**	158	**288**
ค่าเฉลี่ย	408.27	**328.27**	348.72	**501.63**	221.90	**384**	148.18	**685.45**	223.727	**1747.90**	304.90	**533.18**

จากตารางที่ 4-6 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 328.27 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 80 lux ซึ่งคิดเป็น 19.6% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 501.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 152.91 lux ซึ่งคิดเป็น 43.85% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 162.1 lux ซึ่งคิดเป็น 73.05% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 685.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 537.27 lux ซึ่งคิดเป็น 362.58% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1747.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 1524.18 lux ซึ่งคิดเป็น 681.29% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 533.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 228.28 lux ซึ่งคิดเป็น 74.87% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ตารางที่ 4-7 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องริมอาคารปีกด้านขวา

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	308	**268**	151	**133**	9	**-4**	234	**444**	245	**645**	243	**174**
09.00	471	**426**	261	**241**	126	**106**	312	**522**	342	**842**	395	**283**
10.00	616	**566**	361	**321**	222	**189**	352	**762**	430	**520**	516	**369**
11.00	734	**664**	441	**374**	290	**233**	400	**1010**	500	**1500**	597	**427**
12.00	815	**715**	533	**435**	386	**334**	434	**1244**	549	**2549**	633	**454**
13.00	856	**816**	591	**417**	443	**276**	451	**1461**	574	**1974**	622	**446**
14.00	853	**813**	513	**495**	378	**353**	449	**2459**	572	**1972**	564	**404**
15.00	805	**765**	515	**491**	375	**349**	432	**1442**	543	**943**	464	**332**
16.00	717	**677**	451	**431**	301	**291**	394	**1204**	491	**891**	327	**234**
17.00	595	**555**	348	**321**	208	**185**	344	**554**	417	**817**	164	**118**
18.00	446	**406**	250	**221**	110	**87**	205	**415**	328	**728**	0	**0**
ค่าเฉลี่ย	656	**606.45**	401.36	**352.72**	258.90	**218.09**	364.27	**1047**	453.727	**1216.45**	411.36	**294.63**

จากตารางที่ 4-7 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านขวา พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 606.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 49.55 lux ซึ่งคิดเป็น 7.55% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 352.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 48.64 lux ซึ่งคิดเป็น 12.12% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 218.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 40.81 lux ซึ่งคิดเป็น 15.76% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1047 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 682.73 lux ซึ่งคิดเป็น 187.42% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 1216.45 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 762.73 lux ซึ่งคิดเป็น 168.1% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 294.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 116.73 lux ซึ่งคิดเป็น 28.38% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

o *ห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านซ้าย*

ตารางที่ 4-8 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ห้องริมอาคารปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	213	**177**	311	**459**	136	**239**	150	**328**	163	**219**	260	**360**
09.00	376	**340**	371	**513**	173	**287**	218	**396**	260	**386**	379	**523**
10.00	514	**485**	413	**541**	267	**401**	278	**456**	345	**451**	474	**655**
11.00	692	**565**	484	**614**	363	**507**	326	**471**	430	**566**	539	**745**
12.00	789	**673**	534	**654**	274	**156**	360	**549**	469	**615**	570	**788**
13.00	801	**687**	544	**764**	488	**666**	377	**575**	492	**648**	565	**781**
14.00	858	**822**	629	**784**	519	**706**	375	**553**	490	**646**	524	**724**
15.00	710	**524**	502	**655**	392	**495**	356	**534**	461	**617**	449	**621**
16.00	622	**544**	560	**663**	450	**553**	319	**497**	423	**599**	347	**479**
17.00	500	**464**	546	**699**	406	**509**	269	**447**	335	**491**	223	**308**
18.00	351	**265**	529	**682**	319	**422**	208	**386**	246	**402**	87	**120**
ค่าเฉลี่ย	584.18	**504.18**	493	**638.90**	344.27	**449.18**	294.18	**472**	374	**512.727**	401.54	**554.90**

จากตารางที่ 4-8 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- o ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 504.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง 80 lux ซึ่งคิดเป็น 13.69% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- o ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 638.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 145.9 lux ซึ่งคิดเป็น 29.59% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- o พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 449.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 104.91 lux ซึ่งคิดเป็น 30.47% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- o ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 472 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 177.82 lux ซึ่งคิดเป็น 60.45% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- o ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 512.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 138.72 lux ซึ่งคิดเป็น 37.09% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- o ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 554.9 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 153.36 lux ซึ่งคิดเป็น 38.19% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม

ตารางที่ 4-9 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 ธันวาคม ห้องริมอาคารปีกด้านซ้าย

เวลา	ห้องโถงนั่งเล่น		ห้องนอนใหญ่		ห้องนอนเล็ก		ห้องน้ำหลัก		ห้องน้ำในห้องนอน		ครัว	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
08.00	241	**406**	89	**233**	0	**16**	212	**379**	236	**425**	175	**242**
09.00	404	**569**	207	**330**	107	**214**	290	**457**	333	**522**	285	**393**
10.00	571	**736**	204	**411**	203	**340**	327	**494**	421	**579**	372	**514**
11.00	689	**854**	384	**472**	271	**428**	366	**533**	491	**658**	431	**595**
12.00	748	**914**	454	**513**	377	**544**	391	**537**	540	**729**	457	**631**
13.00	778	**945**	505	**636**	404	**571**	407	**594**	565	**705**	449	**620**
14.00	755	**923**	416	**554**	329	**496**	393	**591**	560	**669**	407	**562**
15.00	738	**903**	415	**548**	366	**503**	410	**577**	520	**709**	334	**462**
16.00	650	**815**	441	**604**	292	**479**	372	**539**	479	**668**	236	**326**
17.00	528	**693**	289	**492**	199	**366**	322	**489**	400	**589**	118	**164**
18.00	379	**544**	101	**324**	101	**268**	183	**350**	319	**508**	0	**0**
ค่าเฉลี่ย	589.18	**754.72**	318.63	**465.18**	240.81	**384.09**	333.90	**503.63**	442.181	**614.636**	296.72	**409.90**

จากตารางที่ 4-9 แสดงผลการทดลองค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง (lux) ณ. วันที่ 21 มิถุนายน ของห้องพักที่อยู่ริมอาคารปีกด้านซ้าย พบว่า

- ห้องโถงนั่งเล่นหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 754.72 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 165.54 lux ซึ่งคิดเป็น 28.1% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องนอนใหญ่หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 465.18 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 146.55 lux ซึ่งคิดเป็น 46% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- พบว่าห้องนอนเล็กหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 384.09 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 143.28 lux ซึ่งคิดเป็น 59.5% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำหลักหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 503.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 169.73 lux ซึ่งคิดเป็น 50.83% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องน้ำในห้องนอนหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 614.63 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 172.45 lux ซึ่งคิดเป็น 39% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม
- ห้องครัวหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของความส่องสว่าง 409.90 lux ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุง 113.18 lux ซึ่งคิดเป็น 38.14% ของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างเดิม