

เทคโนโลยีอาคาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ในงานสถาปัตยกรรม

ความแตกต่างของเชื้อชาติและแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติ

Nationality Differences and Daylight Glare

ประชา หงษ์สุวรรณ¹, ศิรเดช สุริต² และ นวลวรรณ ทวยเจริญ³
Pracha Hongsuwan¹, Siradech Surit² and Nuanwan Tuaycharoen³

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: Bangnaa@yahoo.com¹, Siradech@gmail.com², nuanwan@gmail.com³

บทคัดย่อ

แสงธรรมชาติที่เข้ามาในอาคารช่วยให้เกิดความสว่าง แต่แสงธรรมชาติที่มากเกินไปทำให้เกิดแสงบาดตา มีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาในเรื่องแสงบาดตาและวิธีคำนวณค่าแสงบาดตาโดยทั้งหมดทดสอบแสงบาดตากับคนเชื้อชาติตะวันตก แต่จากการรวบรวมหลักฐานต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพของดวงตาระหว่างคนตาสีอ่อนและคนตาสีเข้ม ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความแตกต่างของแสงบาดตาของคนตาสีเข้มและตาสีอ่อนโดยผลการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อการรับรู้ของแสงบาดตาระหว่างคนตาสีเข้มและตาสีอ่อน โดยทางผู้วิจัยได้พัฒนาสูตรขั้นต้นในการคำนวณค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับคนต่างเชื้อชาติกัน

Abstract

The daylight entering into building can serve as illumination. However, the discomfort glare of windows produced from the daylight could be a severe problem. There are many researches about discomfort glare and its evaluation but all researches have been experimented mostly using Caucasians as subject. The recent studies have revealed that there were differences between Caucasians and Asians in ocular activity depending on the iris color. This study aims to investigate the difference between nationalities of European to Asian on daylight glare. The result showed that discomfort glare varied significantly between dark and light eyes. We developed an initial evaluation method of window discomfort glare from window, which may represent the visual feature of European to Asian appropriately.

คำสำคัญ (Keywords): แสงบาดตา (Daylight Glare), ค่าแสงบาดตาจากธรรมชาติ (Discomfort Glare Index: DGI), ความสว่างสัมพัทธ์ของหน้าต่าง (Relative Maximum Luminance of window: RML_w), ระดับค่าแสงบาดตาจากแบบทดสอบ (Glare Sensitive Vote: GSV), เชื้อชาติ (Nationality)

1. บทนำ

มีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในการออกแบบงานสถาปัตยกรรมมานานเพื่อลดการใช้แสงประดิษฐ์ภายในอาคาร แต่บางครั้งการนำแสงธรรมชาติเข้ามามากเกินไป จะทำให้เกิดแสงบาดตาหรือค่าแสงบาดตาเกิดขึ้นปัญหาในการใช้ชีวิตกับผู้ใช้อาคารได้ มีการศึกษาในเรื่องแสงบาดตาและวิธีคำนวณค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติเพื่อใช้ในการประเมินหาค่าแสงบาดตา โดยวิธีคำนวณที่ยอมรับในปัจจุบันเรียกว่า ค่า Discomfort Glare Index (DGI) ซึ่งมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$DGI = 10 \log_{10} 0.478 \sum \left[\frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \omega^{0.5} L_s} \right] \quad (1)$$

และมีงานวิจัยล่าสุดที่ศึกษาอิทธิพลของภาพวิวที่น่าสนใจที่มีต่อค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติ (Tuaycharoen & Tregenza, 2007) ซึ่งศึกษามีปัจจัยอีก 2 ปัจจัย ที่มีผลต่อแสงบาดตา คือค่าความสว่างสูงสุดสัมพัทธ์ของหน้าต่าง (RML_w) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสงสว่างที่มากที่สุดของแหล่งกำเนิดแสงบาดตาต่อค่าเฉลี่ยของแสงสว่างทั้งภาพของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา ซึ่งงานวิจัยพิสูจน์ว่าเมื่อค่า RML_w สูงขึ้น ทำให้ค่าแสงบาดตาสูงขึ้นอีกปัจจัยหนึ่ง คือภาพวิวที่น่าสนใจช่วยลดค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติได้ โดยเปรียบเทียบระหว่างภาพหนึ่งแปลกับภาพเมืองและภาพวิวธรรมชาติ ซึ่งผลการศึกษาค่าแสงบาดตาลดลงเมื่อภาพวิวที่น่าสนใจมีค่ามากขึ้น ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวได้สร้างสูตรคำนวณใหม่เป็น

$$DGI' = 0.86DGI + 2.1RML_w^{0.345} - 1.03 IV \quad (2)$$

อย่างไรก็ตาม มนุษย์ที่อาศัยอยู่ในโลกมีหลากหลายเชื้อชาติ เชื้อชาติหลัก ๆ แบ่งได้เป็น 3 เชื้อชาติ คือ คอเคซอยด์ (Caucasoid) มองโกลอยด์ (Mongoloid) นิกรอยด์ (Nigroid) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างชัดเจน เช่น สีผิว สีผม หรือสีตา ที่งานวิจัยชิ้นนี้สนใจ คือ ลักษณะของสีตาของคนแต่ละเชื้อชาติโดยชาวคอเคซอยด์มีตาสีอ่อนขณะที่ชาวนิกรอยด์ และชาวมองโกลอยด์ มีตาสีเข้ม

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ยืนยันเรื่องความแตกต่างของสีตา อาทิเช่น ความแตกต่างในความหนาแน่นของรงควัตถุในตาระหว่างคนตาต่างสีกัน (Van den Berg, Ijspeert & de Waard, 1991) งานวิจัยเกี่ยวกับสีตา (สีฟ้าและสีน้ำตาล) มีความแตกต่างกันในเรื่องการหดตัวของม่านตา (Oliver, et al., 1998) และปัจจัยที่มีผลต่อการรับแสงจ้าของดวงตาขึ้นอยู่กับมุมของแสงต้นกำเนิด สีของตา ช่วงอายุ (Ijspeert, Waard, Van Den Berg & Jong, 1990) ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวพิสูจน์ว่า ตาสีอ่อนรับรู้แสงจ้าได้มากกว่าคนตาสีเข้ม

งานวิจัยทางด้านแสงบาดตาจากหน้าต่าง โดยส่วนใหญ่ได้ทำการทดลองกับคนเชื้อชาติคอเคซอยด์ ดังนั้น จึงควรจะได้รับการพัฒนาสูตรคำนวณให้เหมาะสมกับกลุ่มคนต่างเชื้อชาติที่มีตาต่างสีกัน เพื่อให้ค่าคำนวณแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติที่ถูกต้องมากขึ้น

การทดลองแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแสงบาดตาจากหน้าต่างระหว่างคนที่มีสีตาเข้มและสีตาอ่อนโดยหากการเปรียบเทียบและพบความแตกต่างดังกล่าวจะนำไปสู่การพัฒนาสูตรคำนวณของแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติของคนตาสีเข้มและตาสีอ่อน

การทดลองที่สองมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอิทธิพลของค่าความสว่างมากที่สุดสัมพัทธ์ (RML_w) และความบาดตาของคนตาสีเข้ม

2. สัญลักษณ์และคำย่อ

DGI (Hopkinson Cornell daylight glare index)

ค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติ

$$DGI = 10 \log_{10} 0.478 \sum \left[\frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \omega^{0.5} L_s} \right] \quad (1)$$

โดยกำหนดให้ :

LS = ความสว่างของแสงจากแสงต้นกำเนิด (cd/m²)

Lb = ความสว่างของแสงจากแสงบรรยากาศ (cd/m²)

Ω = มุมตันจากแหล่งกำเนิดแสงบาดตา

ω = Solid angular คำนวณจากค่าเฉลี่ยของ position index

DGI' (Daylight glare Index with interesting view)

ค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติและภาพวิว

$$DGI' = 0.86 + 2.1 RML_w^{0.345} - 1.03 IV \quad (2)$$

โดยกำหนดให้ :

DGI = Hopkinson's Daylight glare index

IV = ค่าเฉลี่ยความน่าสนใจของภาพ

RML_w = Relative Maximum Luminance of window

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าแสงสว่างที่มากที่สุดของแหล่งกำเนิดแสงบาดตาต่อค่าเฉลี่ยของแสงสว่างทั้งภาพของแหล่งกำเนิดแสงบาดตา

$$RML = \frac{\text{maximum luminance of glare source}}{\text{instantaneous mean luminance of glare source}} \quad (3)$$

Glare Sensitivity Vote (GSV) การวัดระดับค่าแสงบาดตาที่ได้จากแบบทดสอบกับผู้ทดลองนำไปเปรียบเทียบเพื่อหาค่า DGI

GRV (Glare Response Vote) ระดับคะแนนจาก GSV เพื่อนำมาเทียบกับค่า DGI ได้ง่ายขึ้น

$$GRV = 4GSV + 16 \quad (4)$$

IV คือ ค่าความน่าสนใจของภาพ ได้จากการทดสอบโดยแบบสอบถามจากการทดลอง

3. การทดลองที่ 1 ทดสอบความแตกต่างของเชื้อชาติและแสงบาดตาจากหน้าต่าง

3.1 วัตถุประสงค์ ในการศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะทดสอบอิทธิพลของเชื้อชาติต่อค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติ

3.2 วิธีการทดลอง ใช้ห้องทดลองใช้ห้องทดลองบริเวณชั้น 6 ในอาคารตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ซึ่งมีหน้าต่างและวิวจากหน้าต่าง 1 ด้าน นอกนั้นเป็นผนังทึบสีขาว 3 ด้าน โดยทำให้ภายในห้องเป็นห้องโล่งโดยขนาดของห้องทดลองประมาณ 4 x 4.5 เมตร สูง 3 เมตร มีค่าการสะท้อนแสงจากผนัง 0.6 (สีขาว) เพดาน 0.8 (สีขาว) พื้นกระเบื้องยาง 0.2 (สีน้ำตาล)

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ท้องฟ้าโปร่ง กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 28 คน เป็นคนตาสีเข้ม 14 คน โดยมีเพศชาย 8 คน เพศหญิง 6 คน จากนักศึกษาปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคนตาสีอ่อน 14 คน เพศชาย 7 คน เพศหญิง 7 คน จากนักศึกษาโครงการแลกเปลี่ยนในระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีอายุระหว่าง 18-24 ปี ไม่มีปัญหาเรื่องสายตาสั้นหรือปัญหาสายตาอื่น ๆ ไม่สวมแว่นหรือคอนแทคเลนส์กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จะได้รับการให้ความรู้เกี่ยวกับแสงบาดตา และวิธีการประเมินค่าแสงบาดตาที่ได้รับเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการประเมินค่าแสงบาดตา (Pre-test) การทดลองจะให้กลุ่มตัวอย่างนั่งหันหน้าเข้าหาหน้าต่างห่างจากหน้าต่าง 2 เมตร โดยมีผู้ทดลองและผู้ช่วยยืนอยู่โดยเอียงไปทางด้านหลัง เพื่อถ่ายรูปรูวิวและวัดค่าแสงในขณะที่ทำการทดลองเพื่อบันทึกค่าแสง ณ เวลานั้น ซึ่งจะนำไป

หาค่า RML_w ต่อไป ค่าแสงจากหน้าต่างวัดโดย
เครื่องมือวัดแสงที่ติดตั้งในอุปกรณ์ที่บังแสงรูป
ปิระมิดเพื่อบังแสงจากแสงบรรยากาศ แสง
บรรยากาศวัดโดยค่าแสงที่วัดได้จากเครื่องมือวัด
แสงที่ติดตั้งอยู่ภายในห้อง

การวัดค่าแสงบาดตาใช้การวัด Glare
Sensitivity Vote (GSV) โดยมีสเกลทั้งหมด 4 สเกล
คือ

1. *Just Perceptible* ระดับที่เริ่มรับรู้ค่า
แสงบาดตา

2. *Just Acceptable* ระดับที่รับรู้ค่าแสง
บาดตาและสามารถทนกับแสงบาดตาได้ไม่เกิน 1
วัน

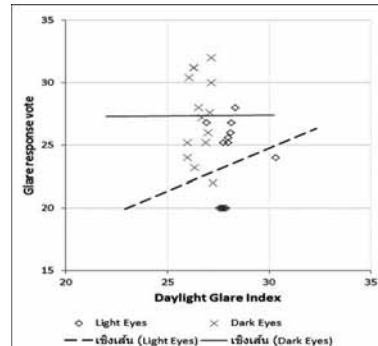
3. *Just Uncomfortable* ระดับที่เริ่มรับรู้
ค่าแสงบาดตาและสามารถทนกับแสงบาดตาได้
ไม่เกิน 30 นาที

4. *Just Intolerable* ระดับที่ไม่สามารถทน
กับแสงบาดตาได้

ผู้ทดสอบจะนั่งมองไปที่บริเวณตรงกลาง
หน้าต่างที่ทำเครื่องหมายไว้ที่หน้าต่าง จนกระทั่ง
ผู้ทดสอบประเมินค่าแสงบาดตาได้ และทำ
เครื่องหมายในแถบวัด GSV และ ณ เวลาเดียวกัน
ผู้ทำการทดลองถ่ายรูปวิวหน้าต่างและจุดบันทึก
ค่าแสงจากหน้าต่างและแสงบรรยากาศ ณ ขณะ
นั้น หลังจากได้ค่า GSV แล้วค่าดังกล่าวได้ถูก
แปลงเป็นค่า GRV ซึ่งเป็นค่าที่มีมาตรฐาน
เดียวกันกับมาตรฐานของ DGI

**3.3 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบแสง
บาดตาของคนตาสีเข้มและคนตาสีอ่อน** ผลของ
ความสัมพันธ์ระหว่างค่า DGI และค่า GRV นั้น
ได้ถูกวิเคราะห์โดยใช้สถิติการวิเคราะห์สมการ
ถดถอย หรือ Linear Regression Analysis หลัง
จากนั้นใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง
เส้นสมการถดถอยดังกล่าวของคนตาสีเข้มและคน

ตาสีอ่อนโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
ชนิดกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกันหรือ
Independent samples t-test โดยผลการทดสอบ
พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทาง
สถิติอย่างสูง ($p < 0.01$) จากรูปที่ 1 แสดงความ
สัมพันธ์ระหว่าง DGI และ GRV ของคนตาสีเข้ม
และคนตาสีอ่อน ผลการเปรียบเทียบความแตก
ต่างโดยใช้ Independent samples t-test แสดงให้
เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างค่าแสงบาดตา
ระหว่างคนตาสีเข้มและคนตาสีอ่อนอย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p < 0.01$)



รูปที่ 1 Day Light Glare Index (DGI) และ Glare
Response Vote (GRV) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
คนตาสีเข้มและคนตาสีอ่อน

3.4 สรุปผลการทดลอง จากผลการ
ทดลองแสดงว่ามีความแตกต่างระหว่างค่าแสง
บาดตาจากหน้าต่างระหว่างคนตาสีเข้มและคนตา
สีอ่อน เมื่อนำไปหาสมการโดยใช้โปรแกรม
EVIEW คำนวณสูตรค่าแสงบาดตาจากหน้าต่าง
สำหรับคนตาสีเข้มและตาสีอ่อน โดยโปรแกรม
คำนวณสูตรใหม่ได้ ดังนี้

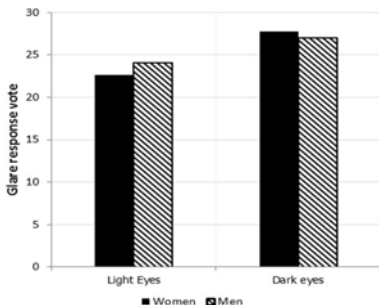
$$DGI_{lighteyes} = 0.58 DGI + 7 \quad (5)$$

$$DGI_{darkeyes} = 1.01 DGI - 1.8 \quad (6)$$

โดยผลที่ได้สมการที่คำนวณได้ โดยค่า
 $R = 0.53$ และ 0.44 ตามลำดับ ซึ่งหมายถึง ตัวแปร

อิสระทั้งหมดในสมการสามารถอธิบายค่าความบาดตาได้เพียงร้อยละ 53 และ 44 ตามลำดับ แสดงว่ายังมีอิทธิพลจากตัวแปรอื่นที่มีอิทธิพลต่อค่าแสงบาดตามากกว่าค่า DGI จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างสูงสุดสัมพัทธ์ของหน้าต่าง (RML_w) และแสงบาดตา

3.5 ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเพศ กับ ค่า GRVในการศึกษาค้างนี้ได้มีการทดสอบเพิ่มเติมในเรื่องอิทธิพลของเพศต่อค่าแสงบาดตาจากหน้าต่างสำหรับคนตาสีอ่อนและตาสีเข้มโดยในการวิเคราะห์นั้นผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่า DGI และค่า GRV นั้นได้ถูกวิเคราะห์โดยใช้สถิติการวิเคราะห์สมการถดถอยหรือ Linear Regression Analysis หลังจากนั้นใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเส้นสมการถดถอยดังกล่าวของเพศที่แตกต่างกันในกลุ่มคนแต่ละตาสีโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยชนิดกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มเป็นอิสระต่อกันหรือ Independent samples t-test โดยผลการทดสอบพบว่า ทั้งกลุ่มตาสีเข้มและกลุ่มตาสีอ่อน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังรูปที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างค่า GSV ของแต่ละเพศของคนตาสีอ่อนและคนตาสีเข้ม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เพศไม่มีผลต่อแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นคนเชื้อชาติใด



รูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ GSV และเพศ ของคนตาสีอ่อนและคนตาสีเข้ม

4. การทดลองที่ 2 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างสูงสุดสัมพัทธ์ของหน้าต่าง (RML_w) และแสงบาดตา

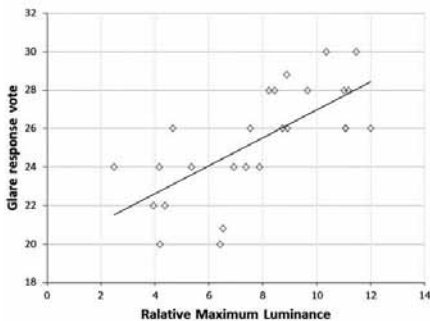
4.1 วัตถุประสงค์ จากการรวบรวมหลักฐาน พบว่า แสงบาดตาจากหน้าต่างได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่นที่นอกเหนือจากปัจจัย 4 ตัวที่ยอมรับกันมาในอดีต นวลจันทร์ ทวยเจริญ และ Tregenza (2007) แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยนั้นคือค่าความสว่างสัมพัทธ์ของแหล่งกำเนิดแสง (RML) โดยการศึกษาดังกล่าวได้ทำการทดสอบนั้นได้ทำในประเทศอังกฤษโดยทดสอบกับคนหลายเชื้อชาติ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคนตาสีอ่อน ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการที่จะทดสอบสมมติฐานที่ว่าค่า RML_w นั้นน่ามีความสัมพันธ์กับค่าแสงบาดตาในคนตาสีเข้มและในสภาพภูมิอากาศแบบประเทศไทยที่มีลักษณะท้องฟ้าแบบแจ่มใส (clear sky) แตกต่างจากท้องฟ้าประเทศอังกฤษ ซึ่งมีลักษณะท้องฟ้าแบบเมฆมาก (overcast sky) ที่งานวิจัยดังกล่าวได้ทดสอบไว้

4.2 วิธีการทดลอง โดยทำการทดลองเหมือนการทดลองที่ 1 แต่ใช้ผู้ทดลองกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 26 คน เป็นคนตาสีเข้มทั้งหมด จากนักศึกษาปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ไม่มีปัญหาเรื่องสายตาสั้นหรือปัญหาสายตาสีอื่น ๆ ไม่สวมแว่นหรือคอนแทคเลนส์กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จะได้รับการให้ความรู้เกี่ยวกับแสงบาดตา และวิธีการประเมินค่าแสงบาดตาที่ได้รับเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการประเมินค่าแสงบาดตา (Pre-test) โดยทำการทดลองเหมือนกับการทดลองที่ 1 ในอาทิตย์แรกของเดือนมกราคม ซึ่งเป็นฤดูหนาวท้องฟ้ามีลักษณะฟ้าโปร่งโดยทำการทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง 17.00 น. เพื่อให้ได้สภาพแสงที่แตกต่างกัน

4.3 ผลการศึกษาผลเปรียบเทียบค่า

RML และค่า GRV ของคนตาสีเข้ม ในการทดสอบสมมติฐาน เรื่องค่า RML_w มีผลต่อค่าแสงบาดตาจากแสงธรรมชาติของคนตาสีเข้ม โดยใช้สถิติเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Product Moment Correlation, r)

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า RML_w และ GRV ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อค่า RML_w เพิ่มขึ้น ค่าแสงบาดตาจากหน้าต่างมากขึ้นด้วย โดยจากผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่า มีค่า $r=0.87$ โดยจากผลการทดสอบ พบว่า ค่าดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างสูง ($p<0.01$)



รูปที่ 3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่า RML และ GRV

4.4 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองนี้ แสดงว่าในคนตาสีเข้มค่า RML_w ที่มากขึ้นมีผลทำให้ค่าแสงบาดตาจากหน้าต่างมากขึ้น

5. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาที่พบในงานวิจัยนั้นได้สอดคล้องกับการศึกษาในเรื่องความแตกต่างของเชื้อชาติต่อความรู้ทางด้านแสงและการส่องสว่างในหลายๆ การศึกษา โดยผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า คนตาสีอ่อนนั้นบาดตาจาก

แสงธรรมชาติได้ง่ายกว่าคนตาสีเข้ม นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นอิทธิพลที่มีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความสว่างสูงสุดสัมพัทธ์ต่อแสงบาดตาที่ได้จากการทดลองในสถานที่ที่แตกต่างกัน โดยเป็นการยืนยันถึงอิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวในสภาพท้องฟ้าแบบแจ่มใส (clear sky) ที่มีค่า RML ที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการทดลองที่ได้เคยทดสอบในประเทศอังกฤษ ซึ่งมีท้องฟ้าแบบเมฆมาก (overcast sky)

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้เฉพาะในสภาพห้องในการทดลองนี้เท่านั้น รวมทั้งเฉพาะกลุ่มของผู้เข้าร่วมทดลองและในสภาพท้องฟ้าแบบแจ่มใส (clear sky)

References

- Bergamin, O., Schoetzau, A., Sugimoto, K., & Zulauf, M. (1998). The influence of iris color on the pupillary light reflex. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 236, 567-570.
- Elliott, D. B., Mitchell, S., & Whitaker, D. (1991). Factors affecting light scatter in contact lens wears. *Optometry and Vision Science*, 68(8), 629-633.
- Tauychareon, N. & Tregenza, P. R. (2007). View and discomfort glare from windows. *Lighting Research and Technology*, 39, 185-200.
- van den Berg, T. J. T. P., Ijspeert, J. K. & de Waard. (1990). Dependence of intraocular straylight on pigmentation and light transmission through the ocular wall. *Vision Research*, 31(7/8), 1361-1367.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสีป้องกันความร้อนผสมอนุภาคซิลิกา กับวิธีการป้องกันความร้อนอื่น ๆ

Performance Comparison among High Reflectance Silica Painting and other Heat Preventing Techniques

กวิน วิทูรพงศ์¹ และ ดร. อรรถน ศรีษฐบุตร²

Kawin Vitoonpong¹ and Atch Sreshthaputra, Ph.D.²

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail: kawin.vitoonpong@gmail.com¹, atch.s@chula.ac.th²

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุป้องกันความร้อนสามวิธี ได้แก่ สีผสมอนุภาคซิลิกา, สีผสมเซรามิก และสีผสมอะลูมิเนียมออกไซด์ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการศึกษาร่วมกันทั้งการทดลองและจำลองด้วยโปรแกรม Visual DoE4.1 ผลการทดลองพบว่า สีผสมอนุภาคซิลิกา มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ทิศทางของอาคารที่แสดงประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานดีที่สุด คือ การหันหน้าไปทิศตะวันออกเฉียงใต้ อาคารที่มีช่องเปิดน้อยและมีสัดส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ผนังมากยิ่งขึ้น สามารถแสดงประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้ดีเมื่อนำมาคำนวณความคุ้มค่า พบว่า อนุภาคซิลิกา มีความคุ้มค่าที่สุด รองลงมา คือ สีผสมเซรามิก และสีผสมอะลูมิเนียมออกไซด์ ตามลำดับ

Abstract

This paper is the effort to find out what is the most appropriate method or material in roofing heat barrier, performance wise and economics wise. This is the comparative study among three way of heat roofing protection, the fiber glass insulation, the ceramic paint and the silica paint through experiment and simulation by Visual DoE4.1 energy simulation program. The result from the simulation shows that the silica paint has the best energy saving performance, the building that face southeast has the best performance, the lesser the window to wall ration and the higher the roof to façade ratio the better the performance. For the economic analysis, the most economic material is fiberglass insulation then the ceramic paint and silica paint respectively.

คำสำคัญ (Keywords): สีผสมอนุภาคซิลิกา (Silica Paint), วัสดุป้องกันความร้อนที่เข้าสู่อาคาร (Heat Barriers), การลดการใช้พลังงานในอาคาร (Energy Saving)

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิธีการป้องกันความร้อนมีหลายวิธีด้วยกัน จึงเกิดคำถามที่ว่า ควรจะเลือกใช้อะไรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน และความคุ้มค่าทางการเงินที่เหมาะสมที่สุด

การศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วยส่วนการทดลอง และส่วนการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของทดลองแบ่งเป็นสองส่วนด้วยกัน คือการทดลองหาค่าความต้านทานความร้อนด้วยกล่องทดลอง และการหาค่าการสะท้อนความร้อนด้วยกระบวนการ E1918A ซึ่งเป็นกระบวนการทางเลือกของ E1918 ของ ASTM และหาความต้านทานความร้อนของวัสดุฉนวนด้วยการวัดค่าความต่างของอุณหภูมิจากกล่องทดลอง ในส่วนการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการนำค่าที่ได้จากการทดลองมาใส่ค่าเพื่อจำลองการใช้พลังงานในอาคาร ด้วยโปรแกรม Visual Doe เพื่อหาค่าการใช้พลังงาน ในช่วงนี้ จะทำการจำลองอาคาร คือ อาคารร้านค้า และอาคารสำนักงาน ความแตกต่างของปริมาณพลังงานที่ได้จากกรณีทดลอง และกรณีควบคุม จะนำมาหาความคุ้มค่าในการลงทุน

2. วิธีการทดลอง

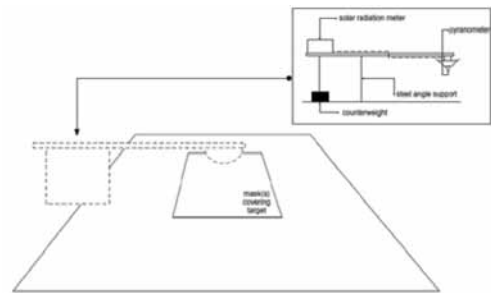
2.1 การหาค่าการสะท้อนความร้อน

วัสดุที่ใช้ทดลอง ได้แก่ สีป้องกันความร้อน จะผสมอนุภาคเซรามิกสีขาว และสีป้องกันความร้อนชนิดผสมอนุภาคซิลิกาสีขาว ทำโดยวัดค่าการสะท้อนความร้อน (Thermal Reflection) จะใช้วิธี E1918A (E1918 Alternative) เป็นวิธีการที่ใช้ไพราโนมิเตอร์วัดค่า Solar Irradiance (Wm^{-2}) ซึ่งเป็นวิธีทางเลือกของ E1918 ตามมาตรฐาน ASTM โดยนำค่า Irradiance ที่วัดได้มาคำนวณตามสมการ

$$R_t = R_b + \frac{I_3 - I_2}{I_1 - I_2} (R_w - R_b) \quad (1)$$

โดยที่

- I_{sky} คือ ค่า Solar Irradiance ที่ได้จากการวัดท้องฟ้า
- I_1 คือ ค่า Solar Irradiance ที่ได้จากการวัดวัสดุที่คลุมด้วยวัสดุสีขาวด้าน
- I_2 คือ ค่า Solar Irradiance ที่ได้จากการวัดวัสดุที่คลุมด้วยวัสดุสีดำด้าน
- I_3 คือ ค่า Solar Irradiance ที่ได้จากการวัดวัสดุโดยไม่มีการคลุม
- R_t คือ ค่าการสะท้อนความร้อนของวัสดุที่ทำกรวัด
- R_w คือ ค่าการสะท้อนความร้อนของวัสดุที่ทำกรวัดโดยที่มีการคลุมด้วยวัสดุสีขาวด้านซึ่งมาจาก I_1 / I_{sky}
- R_b คือ ค่าการสะท้อนความร้อนของวัสดุที่คลุมด้วยวัสดุสีดำด้าน ซึ่งมาจาก I_2 / I_{sky}



รูปที่ 1 แผนภาพการทดลองการหาค่าการสะท้อนความร้อน



รูปที่ 2 ภาพการทดลองการหาค่าการสะท้อนความร้อนจริง

สีผสมอนุภาคซิลิกาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่มีการทดสอบความคุ้มค่า จึงนำมาเปรียบเทียบกับสะท้อนรังสีความร้อนเช่นเดียวกัน คือสีผสมเซรามิกที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาด และวัสดุฉนวนที่มีการใช้งานแพร่หลาย

2.1.1 ผลการทดลอง การหาค่าการสะท้อนความร้อน (Thermal Reflectance)

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการหาค่าการสะท้อนความร้อน

วัสดุ	ค่าการสะท้อนความร้อน (%)
สีผสมอนุภาคเซรามิก	85.53
สีผสมอนุภาคซิลิกา	87.27

2.2 การหาค่าการต้านทานความร้อน (Thermal Resistance)

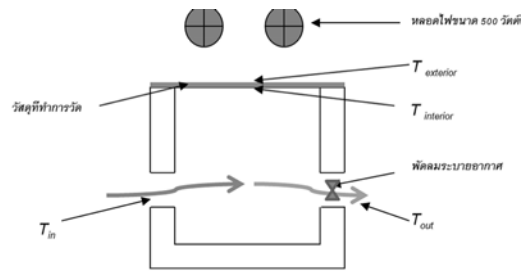
วัสดุฉนวนที่นำมาใช้ทดลอง คือ ฉนวนใยแก้วหนา 50 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 24 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยการทดลองเป็นไปตามสมการ ดังนี้

$$Q = 1.08 * CFM * (T_{out} - T_{in}) \quad (2)$$

$$Q = 1/R_{total} * (T_{exterior} - T_{interior}) \quad (3)$$

โดยที่

- Q คือ พลังงานความร้อน
- CFM คือ ค่าความเร็วลมของพัดลม มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที
- T_{out} คือ อุณหภูมิที่วัดได้จากลมที่ระบายออกจากกล่องทดลอง
- T_{in} คือ อุณหภูมิที่วัดได้จากลมนำเข้ากล่องทดลอง
- R_{total} คือ ค่าการต้านทานความร้อน
- $T_{exterior}$ คือ อุณหภูมิที่วัดได้จากผิวด้านนอกของวัสดุที่ต้องการวัด
- $T_{interior}$ คือ อุณหภูมิที่วัดได้จากผิวด้านในของวัสดุที่ต้องการวัด



รูปที่ 3 ภาพการทดลองหาค่าความต้านทานความร้อน



รูปที่ 4 ภาพการทดลองหาค่าความต้านทานความร้อน

ผลจากกล่องทดลอง ค่าความต้านทานที่ได้คือ $0.56 (m^2K)/W$.

3. การจำลองการใช้พลังงานด้วยคอมพิวเตอร์

จากการเก็บข้อมูลด้วยกล่องทดลองจะทำให้ได้ค่าที่ได้มาใส่ในโปรแกรมจำลองประสิทธิภาพอาคาร Visual Doe4.1 โดยจำลองเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานในสภาพอากาศของประเทศไทย ระหว่างหลังคาที่ใช้สีผสมอนุภาคซิลิกา สีผสมอนุภาคเซรามิกกับฉนวนป้องกันความร้อนหนา 50 มิลลิเมตร ลักษณะของอาคารที่ใช้ในแบบจำลองเป็นอาคารชั้นเดียว ความสูงจากพื้นถึงฝ้าขนาด 3 เมตร ฝั่งเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส และมีช่องเปิดเท่ากันทุกด้าน โดยวัสดุหลังคาเป็นเมทัลชีททั้งหมด

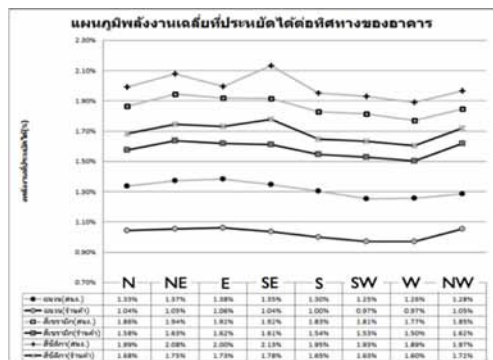
ตารางที่ 2 กรณีที่ใช้ในการจำลอง

มุม แอซิมัท (°)	WWR	มุม หลังคา (°)	พื้นที่ (m ²)	การใช้งาน
0	0	0	200	ควบคุม
45	25	5	400	สำนักงาน
90	50	10	600	ร้านค้า
135	75	15	800	
180				
225				
270				
315				

จากการจำลองวัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ สีผสมซิลิกา โดยมีสีเซรามิกและฉนวนกันความร้อนมีประสิทธิภาพรองลงมา ตามลำดับ



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงพลังงานที่ใช้และประหยัดได้ในอาคารที่ใช้การป้องกันความร้อนแบบต่างๆ



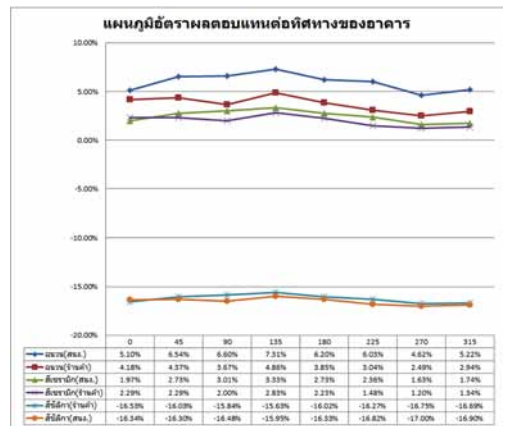
รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงพลังงานที่ประหยัดได้ในแต่ละทิศทางของอาคาร

4. การคำนวณความคุ้มค่าของการใช้วัสดุ

ตารางที่ 3 ราคาวัสดุและค่าติดตั้ง

ราคา ฉนวน (บาท/ตร.ม.)	ราคา สีเซรามิก (บาท/ตร.ม.)	ราคา สีซิลิกา (บาท/ตร.ม.)	ค่าแรง ทาสี (บาท/ตร.ม.)	ค่าติดตั้ง ฉนวน (บาท/ตร.ม.)
58.33	100	430.60	25	15

การคำนวณความคุ้มค่าทำโดยใช้ค่าติดตั้งวัสดุเป็นการลงทุนเริ่มต้น และค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ คือ รายได้คงที่ในแต่ละปี และค่าวัสดุโดยใช้วิธีหาอัตราผลตอบแทน (IRR) มูลค่าปัจจุบันสุทธิและระยะเวลาคืนทุน กรณีที่มีความคุ้มค่าสูงสุด คือ การใช้ฉนวนอาคารที่หันหน้าไปทางทิศมุมแอซิมัท 135° มีการประหยัดพลังงานสูงสุด



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงอัตราผลตอบแทนของวัสดุต่างๆ (Internal Rate of Return: IRR) ในแต่ละทิศทางอาคาร

5. วิเคราะห์และสรุปผล

5.1 วิเคราะห์และสรุปผลด้านประสิทธิภาพ

วัสดุที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานสูงสุด คือ สีป้องกันความร้อนผสมอนุภาคซิลิกา และรองลงมา คือ สีผสมอนุภาคซิลิกา

เซรามิกและฉนวนใยแก้วตามลำดับอาคารที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (มุมแอซิมัท 135°) จะสามารถประหยัดพลังงานจากกรณีควบคุมได้มากที่สุด อาคารสำนักงานมีการประหยัดพลังงานสูงกว่า

การประหยัดพลังงานมีความแปรผกผันกับอัตราส่วนช่องเปิดของอาคาร (WWR) ในขณะที่ความชันของอาคารมีผลต่อการประหยัดพลังงานน้อยมาก และความสามารถในการประหยัดพลังงานของวัสดุจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีสัดส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ผนังภายนอกอาคารเพิ่มขึ้น เพราะในการจำลอง ผนังภายนอกของอาคารไม่มีการติดตั้งวัสดุป้องกันความร้อน เมื่อมีสัดส่วนผนังภายนอกลดความร้อนที่เข้ามาทางผนังก็ลดลงไปด้วย ความร้อนส่วนใหญ่จึงเป็นความร้อนที่เข้ามาทางหลังคา ทำให้วัสดุป้องกันความร้อนที่ติดตั้งที่หลังคาทำงานได้ดีขึ้น

5.2 วิเคราะห์และสรุปผลด้านความคุ้มค่า

จากการคำนวณความคุ้มค่า วัสดุที่มีความคุ้มค่าสูงสุดคือฉนวนใยแก้ว เพราะแม้จะมีประสิทธิภาพต่ำสุด แต่ก็มีราคาต่ำที่สุดเช่นกัน ในขณะที่สีผสมอนุภาคซิลิกาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดแต่มีราคาที่สูงมาก จนมีความคุ้มค่าต่ำ จากแผนภูมิอัตราผลตอบแทน อาคารที่ใช้สีดังกล่าวมีอัตราผลตอบแทนติดลบในทุกกรณี

ตัวแปรอื่น ๆ มีผลต่อความคุ้มค่าดังนี้ พบว่า การวางอาคารให้หันหน้าไปทางมุมแอซิมัท 135° มีความคุ้มค่าสูงสุดและแอซิมัท 270° มีความคุ้มค่าต่ำสุด

อัตราส่วนช่องเปิดอาคาร (WWR) ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีผลต่อความคุ้มค่าในการใช้วัสดุ ยิ่งอาคารมีอัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังลดลงเท่าใด วัสดุป้องกันความร้อนที่ติดตั้งที่หลังคา ก็จะมีค่าความคุ้มค่ามากขึ้นเท่านั้น

ความชันหลังคามากขึ้นไม่ได้มีผลต่อประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากนัก แต่การที่ความชันเพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่หลังคามากขึ้น ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ความคุ้มค่าจึงต่ำลง

การลงทุนติดตั้งวัสดุจะมีความคุ้มค่ามากขึ้นเมื่ออาคารมีพื้นที่มากขึ้น แต่ในกรณีของวัสดุสีผสมอนุภาคซิลิกา พบว่า ยิ่งพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ก็ยิ่งทำให้ความคุ้มค่าลดลง เนื่องจากมูลค่าการลงทุนเริ่มต้นที่สูงมาก

จากผลจำลองและคำนวณความคุ้มค่า ทำให้เห็นว่าวัสดุสีผสมซิลิกานั้นมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนใยแก้ว แต่ด้วยราคาที่สูงจึงทำให้ไม่คุ้มค่าในการใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการจำลองที่อาคารสำนักงานสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าอาคารร้านค้า แสดงให้เห็นว่าการป้องกันความร้อนผ่านทางหลังคาจะมีประสิทธิภาพเต็มที่เมื่อมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศในเวลากลางวัน

อาคารที่มีอัตราส่วนช่องเปิดต่อผนังน้อยลงความคุ้มค่าในการติดตั้งวัสดุป้องกันความร้อนจะมากขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อผนังภายนอกยิ่งเพิ่มขึ้นจึงจะยังมีความคุ้มค่ามากขึ้น ดังนั้น อาคารที่มีลักษณะดังกล่าว เช่น อาคารซูเปอร์สโตร์ หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) จะมีความคุ้มค่าในการติดตั้งสูงที่สุด ในทางกลับกันอาคารที่มีช่องเปิดมากมีอัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อผนังภายนอกต่ำ และมีการใช้งานในเวลากลางคืน เช่น โรงแรม หรือบ้านพักอาศัย ก็จะมีค่าความคุ้มค่าในการติดตั้งวัสดุป้องกันความร้อนที่หลังคาลดลง

References

กระทรวงพลังงาน. (2552). *ประกาศกระทรวงพลังงานเรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารและการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

อรรถน ศรีษฐนุตร. (2550). การพัฒนาเกณฑ์ขั้นต่ำของคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของเปลือกอาคารในอาคารบ้านเดี่ยว. ในงานประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 3, 23-25 พฤษภาคม 2550, โรงแรมไบหยกสกาย, กรุงเทพฯ.

Akbari, H., Levinson, R., & Stern, S. (2008). Procedure for measuring the solar reflectance of flat or curved roofing assembly. *Solar Energy*, 82, 648-655.

Levinson, R., Akbari, H., & Berdahl, P. (2010). Measuring solar reflectance Part II : Review of practical methodology. *Solar Energy*, 84, 1745-1759.

รูปแบบอุปกรณ์กระจายแสงที่อานำแสงแนวตั้ง

Light Dispersion Equipment for Vertical Lightpipe

อดิศา วงษ์ชมภู¹, ภัทรนันท์ ทักขนนท์² และ นวนวรรณ ทวยเจริญ³
Adisa Wongchompoo¹, Pattaranan Takkanon² and Nuanwan Tuaijaroen³

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: pooncharat.w@gmail.com¹, pattaranan@gmail.com², nuanwan@gmail.com³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบรูปแบบของท่อนำแสงแนวตั้งในอาคารจำหน่ายสินค้าประเภทซูเปอร์มาร์เก็ต โดยคำนึงถึงการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในได้อย่างเหมาะสม การวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยการศึกษาทดลองหลัก 2 การทดลอง ซึ่งเป็นการจำลองผลการส่องสว่างโดยโปรแกรม Dialux 4.10 ในสภาพท้องฟ้าแบบโปร่ง ในช่วงเวลา 8.00-18.00น. ในการทดลองแรกนั้นมีการวัดคุณสมบัติเพื่อที่จะศึกษาอิทธิพลของรูปแบบอุปกรณ์กระจายแสงในส่วนปลายปิดต่อปริมาณการส่องสว่างในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาร์เก็ต ผลสรุปจากการทดลองแรกชี้ให้เห็นถึงรูปแบบของอุปกรณ์กระจายแสงในส่วนปลายปิดซึ่งมีค่าการส่องสว่างที่สูงที่สุด สำหรับการทดลองที่สองนั้นจะเป็นการนำรูปแบบอุปกรณ์กระจายแสงในส่วนปลายปิดดังกล่าวมาทดลองต่อโดยมีการวัดคุณสมบัติเพื่อศึกษาอิทธิพลของมุมมองของแผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสงของท่อนำแสงแนวตั้งที่ส่งผลต่อค่าความส่องสว่างภายในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาร์เก็ต ผลการศึกษาสรุปรูปแบบที่ดีที่สุดของอุปกรณ์กระจายแสงในส่วนปลายปิดและมุมมองของแผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสงของท่อนำแสงแนวตั้งสำหรับอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาร์เก็ต นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังได้เสนอสมการในการทำนายค่าความส่องสว่างจากท่อนำแสงแนวตั้งที่มีมุมมองของแผ่นสะท้อนแสงต่างๆ ในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาร์เก็ต

Abstract

The propose of this study was to investigate the effect of the characteristics of the vertical light pipe in supermarket by considering the suitability of the day lighting utilization in indoor space. There are two main experiments investigating the illumination in the supermarket, during 8.00-18.00 in clear sky condition using Dialux 4.10. The first experiment aimed to investigate the effect of diffusers on illumination in supermarket. By using the best option gained from the first experiment, the second experiment objective was to examine the effect of reflector angle on illumination in the supermarket. The results in this study concluded the best option of diffuser characteristic and reflector angle. Moreover, the study also proposed an equation to predict illuminance level in the supermarket by using the vertical light pipe device with various angles.

คำสำคัญ (Keywords): แสงสว่างภายในอาคาร (Interior Lighting), ความสว่าง (Illuminance), ท่อนำแสงแนวตั้ง (Vertical Lightpipe).

1. บทนำ

อาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ต เพื่อจำหน่ายให้ลูกค้าจำนวนมากในที่ชุมชน ในปัจจุบัน ธุรกิจประเภทนี้ได้มีรูปแบบการจัดจำหน่าย เพื่อเข้าถึงเป้าหมายในการจำหน่ายสินค้าเข้าถึงแหล่งชุมชน ซึ่งอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ต มีการบริโภคพลังงานเพื่อใช้ในการส่องสว่างสูง การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจำหน่ายสินค้า จะนิยมการใช้แสงธรรมชาติจากด้านบน (Top Light) ซึ่งได้แก่ การนำแสง Skylight และท่อนำแสง (Light pipe) แต่ในประเทศไทยยังไม่เป็นที่นิยมมากนักในการนำแสงจากระบบท่อนำแสง เมื่อเปรียบเทียบการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ระหว่างท่อนำแสงและ Skylight พบว่า มีความแตกต่างคือ การนำแสงเข้าจาก Skylight จะมีการนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารมากกว่าและแสงเข้าสู่พื้นที่ใช้งานในอาคารได้มากกว่าระบบท่อนำแสง ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ได้แสดงถึงการพัฒนาระบบท่อนำแสงเพื่อนำแสงเข้ามาใช้งานในอาคาร โดยพบว่าสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 0.13KWh ต่อวัน (ภิญโญ ชุมมณี และคณะ, 2549) การนำท่อนำแสงเข้ามาใช้กับอาคารให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพ นอกจากจะมีการออกแบบอุปกรณ์ในการรับแสงที่ดีแล้วอุปกรณ์เพื่อกระจายแสงถือเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่องสว่างภายในอาคาร การศึกษาทางด้านคุณลักษณะขององค์ประกอบของท่อนำแสงแนวตั้งเพิ่งได้รับความสนใจในช่วงสิบปีที่ผ่านมา โดยการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้น

คุณลักษณะขององค์ประกอบ อาทิเช่น ขนาด (pipe diameter) และความยาวของท่อ (pipe length) ค่าการสะท้อนแสงภายใน (reflectance) มุมในการโค้ง (bend angle) และรูปแบบตัวรับแสง (emitter) โดยการศึกษาต่าง ๆ ดังกล่าวยังเป็นการทดลองในห้องทดลองที่ไม่ได้มีการจำลองบริบทของอาคารหรือการใช้สอยใด ๆ (Carter, 2002; Robertson, et al., 2010; Venturi, et al., 2006; Kwork, et al., 2007) ดังนั้น จากการรวบรวมหลักฐานต่าง ๆ จึงพบว่า ยังไม่มีการศึกษาในเรื่องของคุณลักษณะขององค์ประกอบในการรับแสงและอุปกรณ์กระจายแสงของท่อนำแสงแนวตั้งเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของอาคารประเภทจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ต

ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาและพัฒนาคุณลักษณะอุปกรณ์กระจายแสงและแผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสงสำหรับท่อนำแสงแนวตั้งสำหรับอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ตให้มีประสิทธิภาพในการกระจายแสงภายในอาคารได้อย่างเหมาะสม โดยผลของการศึกษาค้นนี้น่าจะเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของท่อนำแสงแนวตั้งในอาคารที่คล้ายคลึงกัน

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

การศึกษาค้นนี้ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ย่อย 3 ประการ ได้แก่

- 1) เพื่อที่จะศึกษารูปแบบของอุปกรณ์กระจายแสงสำหรับท่อนำแสงแนวตั้งให้มีประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ต

2) เพื่อที่จะศึกษารูปแบบของแผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสงสำหรับท่อนำแสงดิ่งให้มีประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ต

3) เพื่อที่จะเสนอสมการในการทำนายค่าความส่องสว่างจากท่อนำแสงแนวดิ่งในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ต

3. ระเบียบวิธีวิจัย

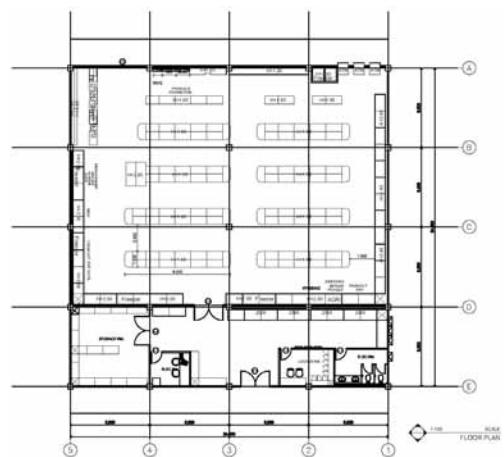
ในการศึกษาคั้งนี้ได้ทำการศึกษารณศึกษาศูเปอร์มาเก็ต 7-eleven เพื่อใช้เป็นตัวแทนอาคารซูเปอร์มาเก็ตขนาดเล็ก เนื่องจากอาคารซูเปอร์มาเก็ต 7-eleven เป็นอาคารที่มีรูปแบบการจัดวางที่คล้ายคลึงกับอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ตขนาดเล็กที่มีมากที่สุดในประเทศไทย และยังเป็นอาคารที่มีการเปิดกระจกหน้าร้านทำให้ได้รับแสงธรรมชาติในการส่องสว่าง ดังนั้น จะทำให้ปริมาณการใช้ท่อนำแสงแนวดิ่งเพื่อชดเชยแสงประดิษฐ์นั้นน้อยกว่าอาคารซูเปอร์มาเก็ตอื่น ทั้งนี้ เพื่อที่จะเป็นการรบกวนต่อโครงสร้างของอาคารให้น้อยที่สุด

ในการศึกษาคั้งนี้ได้มีการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของกรณศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการจำลองหลังจากนั้นจะเป็นการทดลองใน 2 ส่วนหลัก ได้แก่ การทดลองแรก คือ การศึกษาอิทธิพลของรูปแบบอุปกรณ์กระจายแสงของท่อนำแสงแนวดิ่งต่อปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาในอาคาร และการทดลองที่สอง คือ การศึกษามุมองศาของแผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสงของท่อนำแสงแนวดิ่งที่ส่งผลต่อค่าความส่องสว่างภายในอาคาร

3.1 ข้อมูลอาคารกรณีศึกษา

รูปแบบกรณศึกษาเป็นอาคารพาณิชย์ โดยใช้ระบบท่อนำแสงแนวดิ่ง ในส่วนพื้นที่ชุมชน

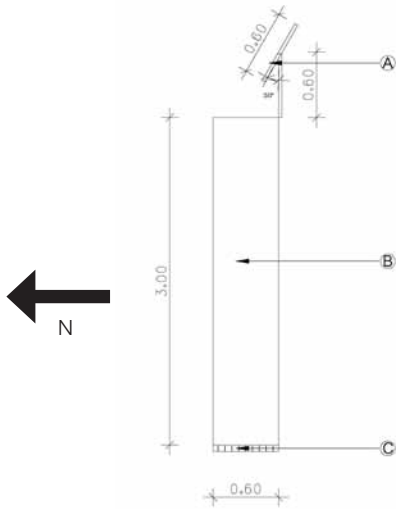
ที่มีเนื้อที่จำกัดสามารถพบเห็นได้ทั่วไปโดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีราคาที่ดินสูง โดยชั้นแรกเป็นการขายและเป็นอาคารเดี่ยวไม่มีการบังแดดจากอาคารข้างเคียง หรือต้นไม้จากพื้นที่ข้างเคียงภายในโดยรวมอาคาร 370 ตร.ม. พื้นที่ส่วนการขาย 240 ตร.ม. โดยมี ขนาด กว้าง x ยาว 5.00 x 5.00 เมตร และมีความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน 3.20 เมตร โดยมีระดับขอบล่างของช่องเปิดอยู่ที่ระดับความสูง 0.80 เมตรและมีระดับขอบบนของช่องเปิดอยู่ที่ระดับความสูง 2.40 เมตร ช่องเปิดเป็นหน้าต่างขนาดกว้าง 0.60 x 1.0 เมตร จำนวน 4 บานเรียงติดกันโดยวางกึ่งกลางของผนัง ดังนั้นจะมีขนาดของพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด 2.40 x 1.00 เมตร โดยหันหน้าไปทางเหนือ ค่าการสะท้อนแสงภายในห้องมีดังนี้ คือ ค่าการสะท้อนแสงของพื้น (p_f) = 30% ค่าการสะท้อนแสงของผนัง (p_w) = 50% ค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน (p_c) = 80% สำหรับวัสดุที่ใช้เป็นช่องเปิด คือ กระจกนิรภัยใส ความหนา 10 มิลลิเมตร โดยมีค่า Day-light Transmission = 0.97 U-value = 5.995 watt/sq.m. °C และค่า SC (Shading coefficient) = 1



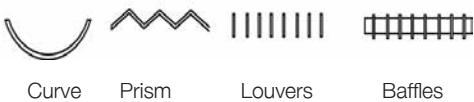
รูปที่ 1 แสดงพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

3.2 รูปแบบของอุปกรณ์ที่ใช้กับท่อนำแสงแนวตั้งในการศึกษา

ในการทดลองแรกได้มีการทดสอบรูปแบบของอุปกรณ์กระจายแสงของท่อนำแสง 5 รูปแบบ ได้แก่ ท่อเปล่า แบบ Louvers แบบ Prism แบบ Baffles และแบบ Curve ในการทดลองที่สอง ได้มีการทดสอบอิทธิพลของมุมมองของแผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสงของท่อนำแสงแนวตั้งทุก ๆ ระยะ 10 องศาตั้งแต่ 20-80 องศา



- A คือ แผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสง โดยรับแสงทิศเหนือ มุมองศา 20-80 องศา
- B คือ ท่อนำแสง ความยาว 3 เมตร
- C คือ อุปกรณ์กระจายแสง

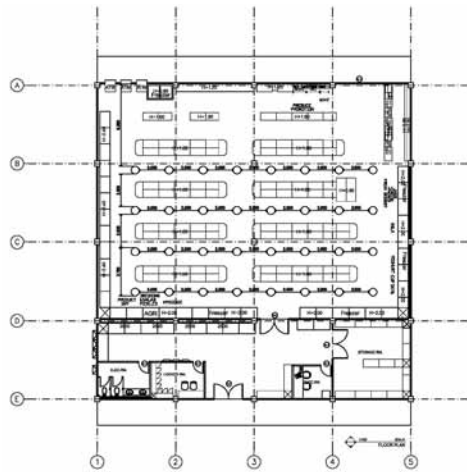


รูปที่ 2 รูปแบบอุปกรณ์กระจายแสง

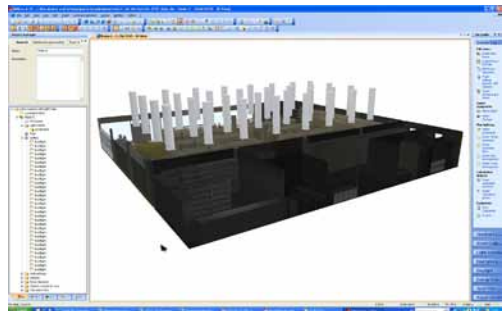
3.2 ข้อมูลการจำลองทางด้านสภาพแวดล้อมของอาคาร

การวิจัยในครั้งนี้ได้วิเคราะห์ค่าการส่องสว่างที่เกิดขึ้นเมื่อติดตั้งรูปแบบของอุปกรณ์

กระจายแสงของท่อนำแสงในรูปแบบ 5 รูปแบบ และมุมมองของแผ่นสะท้อนแสงที่มุมต่าง ๆ โดยการใช้โปรแกรม Dialux 4.10 ซึ่งตำแหน่งที่ทำการศึกษาจะทำการตรวจวัดในระนาบนอนทุก ๆ ระยะ 2 เมตร (Horizontal illuminance) ที่ความสูงระดับการใช้งานซึ่งคือ 0.20 เมตรจากพื้นซึ่งเป็นระดับชั้นวางของที่อยู่ล่างสุด โดยการจำลองตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทุก ๆ สองชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.00 น.- 18.00 น. และจำลองทั้งหมด 3 วัน คือ วันที่ 21 มีนาคม และ 24 กันยายน (Equinox) วันที่ 21 มิถุนายน (Summer Solstice) และวันที่ 21 ธันวาคม (Winter Solstice)



รูปที่ 3 ระยะระบบท่อนำแสงแนวตั้ง

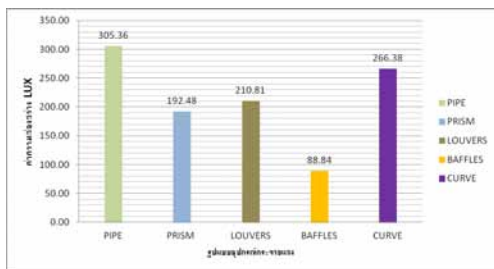


รูปที่ 4 โปรแกรม Dialux 4.10 ระยะท่อนำแสงแนวระนาบนอนทุก ๆ ระยะ 2 เมตร (Horizontal illuminance)

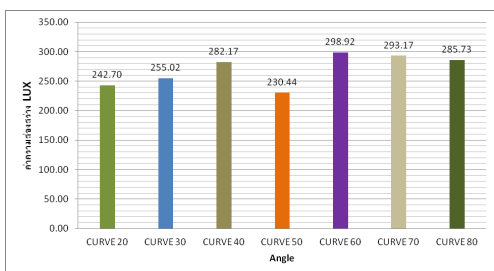
4. ผลการทดลอง

4.1 รูปแบบของอุปกรณ์กระจายแสงของท่อนำแสงแนวตั้ง

จากแผนภูมิที่ 1 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบอุปกรณ์กระจายแสงของท่อนำแสงแนวตั้งที่ดีที่สุด คือ รูปแบบ Curve รองลงมา คือ แบบ Louvers แบบ Prism และแบบ Baffles ตามลำดับ โดยมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 266.37 ลักซ์ (Curve), 210.80 ลักซ์ (Louvers), 192.48 ลักซ์ (Prism) และ 88.83 ลักซ์ (Baffles) ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของแต่ละรูปแบบอุปกรณ์กระจายแสง



แผนภูมิที่ 2 แสดงมุมองศาของอุปกรณ์รับแสงของท่อนำแสงแนวตั้ง

เมื่อนำรูปแบบอุปกรณ์รับแสงของท่อนำแสงแนวตั้งที่ดีที่สุด คือ รูปแบบ Curve มาจำลองค่าการส่องสว่างโดยมีการปรับมุมองศาอุปกรณ์รับแสงในมุมที่ต่างกันทุกๆ 10 องศา ตั้งแต่มุม 20-80 องศา พบว่า มุมองศาที่ก่อให้เกิดปริมาณค่าความส่องสว่างเฉลี่ยมากที่สุด คือ 60

องศา (298.92 ลักซ์) รองลงมา คือ 70 องศา (293.17 ลักซ์) และ 80 องศา (285.73 ลักซ์)

ซึ่งยังมีค่าที่ต่ำกว่าค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน CIE ในอาคารจำหน่ายสินค้าซึ่งเป็นพื้นที่จำหน่ายสินค้าทั่วไปซึ่งกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 500 ลักซ์ (Cibse,1994)

4.3 สมการในการทำนายการส่องสว่างในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ต

เมื่อนำผลการส่องสว่างเฉลี่ยของรูปแบบอุปกรณ์กระจายแสงแบบ Curve ที่มีมุมองศาของอุปกรณ์รับแสงที่แตกต่างกันมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้น จะสามารถสรุปเป็นสมการซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.70 และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสมการที่หาได้มีดังนี้

$$y = -0.8721x + 408.87 \quad (1)$$

โดยที่

y = ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยของการใช้ท่อนำแสงแนวตั้ง (ลักซ์)

x = มุมองศาของอุปกรณ์รับแสง (องศา)

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าท่อนำแสงแนวตั้งที่เหมาะสมจะใช้ในอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ตขนาดเล็กในประเทศไทยควรมีอุปกรณ์กระจายแสงแบบ Curve ในบริเวณปลายท่อและมีมุมองศาของแผ่นสะท้อนแสงบริเวณช่องรับแสงบริเวณปากท่อ 60° อย่างไรก็ตามเนื่องจากผลการศึกษาเป็นการจำลองผลการส่องสว่างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ของอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาเก็ตขนาดเล็ก ดังนั้นบทสรุปในการศึกษาครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้ได้

กับอาคารจำหน่ายสินค้าซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีลักษณะอาคาร สภาพแวดล้อมและที่ตั้งที่คล้ายคลึงกันเท่านั้น

เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการวิจัยการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องเก็บข้อมูลเฉพาะในช่วงเวลา 8.00-18.00 น. ในช่วงสภาพท้องฟ้าแบบโปร่ง (Clear sky) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วนในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะมีการศึกษาเก็บข้อมูลในช่วงเวลาอื่นๆ และสภาพท้องฟ้าอื่นๆ เช่น สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก (Overcast sky) และสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วน (Partly cloudy)

References

นศมา เพ็ญนัทธ์. (2553). *รูปแบบและขนาดช่องเปิดของช่องแสงที่หลังคาเพื่อการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารประเภทซูเปอร์สโตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณสิทธิ์ จิตตะยโสธร. (2550). *การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยการใช้ระบบท่อนำแสงด้านข้างของอาคาร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

คมกฤษ ชูเกียรติมัน. (2540). *การใช้แสงธรรมชาติเสริมเพื่อลดพลังงานในอาคาร กรณีศึกษาอาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชำนาญ ห่อเกียรติ. (2540). *เทคนิคการส่องสว่าง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Baker, J. (1996). *The 1994 CIBSE Interior lighting code*. London: Chartered Institution of Building Services Engineers.

Bean, A. R. (2004). *Lighting: Interior and exterior*. Amsterdam: Elsevier/Architectural Press.

Carter, D. J. (2002). *The measured and predicted performance of passive solar light pipe systems*, 34(1), 39–52.

Kwok, C., & Chung, T. (2008). Computer simulation study of a horizontal light pipe integrated with laser cut panels in a dense urban environment. *Lighting Res. Technol, China*, 287-305.

Robertson, A. P., Hedges, R. C. & Rideout, N. M. (2010). Optimisation and design of ducted daylight systems. *Lighting Res. Technol*, 42, 161–181.

Venturi, L., Wilson, M., Jacobs, A. & Solomon, J. (2006). Light piping performance enhancement using a deflecting sheet. *Lighting Res. Technol*, 38(2), 167-180.

อาคารพลังงานเป็นศูนย์ กรณีศึกษา: โครงการออกแบบปรับปรุง
มหาวิทยาลัยพุทธเศรษฐศาสตร์
Zero Energy Building Case Study: Project Design and Improvement
Mahavijjalaya of Buddhist Economics

ธันยวัต ไชยชมภู¹ และ สุมาวาลี จินดาพล²

Thunyawat Chichompoo¹ and Sumavalee Chindapol²

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

E-mail: nichikawa_zaa@hotmail.com¹, sumavalee.ch@cmu.ac.th²

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยพุทธเศรษฐศาสตร์ คือ สถาบันการศึกษาทางเลือกเพื่อการวิจัยภาวนา โดยบูรณาการพุทธศาสนากับศาสตร์ร่วมสมัย โดยใช้พลังงานทางเลือก พึ่งพาตนเองตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวทางของพระมหาจุฬาลงกรณ วชิรเมธี แนวคิดการออกแบบอาคารใช้พลังงานเป็นศูนย์ จึงเป็นแนวความคิดที่เหมาะสมต่อการศึกษาวิจัยในการออกแบบอาคารในเชิงพระพุทธศาสนาที่เน้นใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยศึกษาในเรื่องของแสงและความร้อนในอาคาร โดยศึกษาอาคาร 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 การวิเคราะห์อาคารเดิมเพื่อออกแบบอาคารใหม่ ได้แก่ อาคารวิหารหลวง และอาคารที่พักผู้ปฏิบัติธรรม ประเภทที่ 2 ออกแบบอาคารใหม่เพิ่มเข้ามาในโครงการ ได้แก่ อาคารเรียน จำนวน 3 ห้อง อาคารโรงอาหาร และอาคารวิปัสสนา

Abstract

'Mahavijjalaya of Buddhist Economics' is the institute of alternative education, contributes to meditation research by integrating between Buddhism and the contemporary knowledge. Following the approach of the famous monk 'V.Vajiramedhi', the knowledge of alternative energies, self-sufficiency, and sufficient economy have been integrated in the curriculum and the campus design. Zero energy classroom approach is suited for this efficiency energy consumption Buddhism buildings' design, focusing on lighting, heating and acoustic. The scope of study is separated two building types; firstly, existing building analysis which consists of the temple hall and the residences; secondly, new buildings namely three classrooms, a canteen and a dharma practice building.

คำสำคัญ (Keywords): พลังงานเป็นศูนย์ (Zero Energy), ห้องเรียน (Classroom), พุทธเศรษฐศาสตร์ (Buddhist Economics)

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยพุทธเศรษฐศาสตร์ คือ สถาบันการศึกษาทางเลือกเพื่อการวิจัยภาวนา โดยบูรณาการพุทธศาสนา กับศาสตร์ร่วมสมัย และเกษตรกรรมธรรมชาติ ตามแนวทางการสอนของพระมหาวุฒิชัย วชิรเมธี การปรับเปลี่ยนประเทศด้วยวิถีเกษตรกรรมธรรมชาติ การสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี และพลังงานทางเลือก เน้นไปในทางพุทธเศรษฐศาสตร์ พึ่งพาตนเอง และหลักเศรษฐกิจพอเพียง

ที่ตั้งโครงการมีขนาดพื้นที่ 135 ไร่ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเกษตรและสวนผลไม้ จึงมีศักยภาพในการใช้พลังงานทดแทน 2 ชนิด คือ พลังงานโซลาร์เซลล์และไบโอแก๊ส แต่เนื่องจากพลังงานจากไบโอแก๊สยังไม่สามารถผลิตได้เพียงพอตามความต้องการจากการใช้พลังงานในอาคาร และยังไม้คุ้มค่า แต่สามารถนำไปใช้ในการประกอบอาหารในโครงการ

เหตุผลที่เลือกพลังงานโซลาร์เซลล์ เนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ สอดคล้องตามแนวคิดของการเรียนการสอน การปฏิบัติธรรมในโครงการ

อาคารพลังงานเป็นศูนย์ จึงเป็นแนวความคิดที่เหมาะสมต่อการศึกษาวิจัย โดยการเลือกใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับการออกแบบอาคารในเชิงพระพุทธรศาสนาที่ใช้พลังงานเป็นศูนย์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวในขณะที่ใช้งาน จึงทำให้ไม่มีมลภาวะทางเสียง ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษจากขบวนการผลิตไฟฟ้า รวมไปถึงที่ตั้งโครงการเป็นพื้นที่ชนบท มีขนาดพื้นที่โครงการมากเพียงพอต่อการติดตั้งและเป็นพื้นที่ที่สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดภาระการใช้พลังงานจากส่วนกลาง เพื่อให้ตอบ

สนองและส่งเสริมต่อการเรียนรู้ตามแนวทางการพึ่งพิงธรรมชาติ ควบคู่ไปกับการเรียนการสอน การปฏิบัติธรรมของมหาวิทยาลัยพุทธเศรษฐศาสตร์

1.1 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

การใช้โซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้า จะได้กระแสไฟฟ้ามากในตอนกลางวันที่มีแสงแดด นิยมเก็บไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ และเหลือใช้จากตอนกลางวันไว้ในแบตเตอรี่ แล้วนำออกมาใช้งานในตอนกลางคืน ทำให้ช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าในระยะยาว มีอายุการใช้งานประมาณ 20-25 ปี แบตเตอรี่ที่นำมาใช้เก็บไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ มีอายุการใช้งานราว 3-5 ปี

ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยทั่วไปจะมีแรงดัน 12-24 โวลท์ เมื่อนำไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มาเก็บในแบตเตอรี่ สามารถแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดัน 220 โวลท์ ที่ใช้ตามครัวเรือนได้ นอกจากนั้นยังสามารถต่อพ่วงระบบไฟฟ้าที่ผลิตจากโซลาร์เซลล์ เข้ากับระบบของการไฟฟ้าได้โดยใช้ grid inverter เมื่อไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ ไม่เพียงพอ ระบบจะดึงไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้ต่อเนื่องทันที แต่การแปลงไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ เป็น 220 โวลท์ จะมีการสูญเสีย 10-20%

ดังนั้น ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ที่เลือกใช้ในโครงการตามความเหมาะสม คือ แบบต่อกับระบบจำหน่าย (grid connected system) สำหรับผลิตไฟฟ้าและผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง

ลักษณะแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในโครงการชนิด Mono Crystalline Solar

Panel กำลัง 300 วัตต์ มีขนาดทั้งแผ่น 1,957x 990 x 50 มม.

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเสนอแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมของอาคารพลังงานเป็นศูนย์ ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการเดิม กับการออกแบบอาคาร การออกแบบพื้นที่ที่บูรณาการร่วมกับการใช้พลังงานทดแทน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อศึกษาหาแนวทางนำไปสู่การออกแบบอาคาร จากนั้นนำผลที่ได้มาทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับโครงการเดิม

- ศึกษาข้อมูลทางกายภาพ สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ของที่ตั้งโครงการ

- กำหนดกลุ่มเป้าหมายและหลักสูตรสำหรับการเรียน และระยะเวลาการจัดกิจกรรมของการเรียนการสอน

- วิเคราะห์ปัญหาที่พบในโครงการ และสรุปวิธีการแก้ไข

2) ศึกษาและรวบรวมองค์ความรู้ที่ใช้งานการออกแบบ

- แผนและนโยบายการใช้พลังงาน

- ศึกษาองค์ความรู้การออกแบบอาคารพลังงานเป็นศูนย์ ประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ แสงและความร้อน

- ศึกษาจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวโน้มเทคโนโลยี การติดตั้งอุปกรณ์พลังงานทดแทน

การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน จากแหล่งข้อมูลของทั้งภาครัฐ และเอกชน

3) ศึกษากรณีโครงการตัวอย่าง เพื่อหาแนวทางในการออกแบบที่เกี่ยวกับการออกแบบอาคารที่ใช้พลังงานทดแทน

4) สรุปข้อกำหนดการออกแบบอาคารพลังงานเป็นศูนย์

5) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

เมื่อนำเสนอแบบสถาปัตยกรรมขั้นสุดท้ายแล้ว นำแบบประเมินความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากคณาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์หาข้อสรุป ข้อเสนอแนะ และแนวทางการพัฒนาต่อไป

4. ขอบเขตการศึกษา

ทำการศึกษาออกแบบอาคารโดยเน้นการจัดการและออกแบบในเรื่องของการใช้แสงสว่างในอาคาร โดยใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ และการจัดการความร้อนในอาคารให้มีความเหมาะสม ตามลักษณะผู้ใช้งานและช่วงเวลาการใช้งาน และความคู่ไปกับการออกแบบอาคารพลังงานศูนย์ โดยศึกษาออกแบบอาคาร 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 การวิเคราะห์อาคารเดิมเพื่อออกแบบอาคารใหม่

- 1) อาคารวิหารหลวง
- 2) อาคารที่พักผู้ปฏิบัติธรรม

ประเภทที่ 2 ออกแบบอาคารใหม่เพิ่มเข้ามาในโครงการ

- 1) อาคารเรียน
- 2) อาคารโรงอาหาร
- 3) อาคารวิปัสสนา

5. ผลการวิจัยและวิเคราะห์ออกแบบอาคาร

5.1 อาคารที่พักผู้ปฏิบัติธรรมชาย

ช่วงเวลาการใช้งานเฉลี่ย 21.00- 04.00 น.
เท่ากับ 8 ชั่วโมง/วัน

1) ด้านแสงสว่าง

- ช่วงเวลาที่ใช้แสงธรรมชาติ 07.00-17.00 น.
- แสงประดิษฐ์ ค่าความสว่างที่เหมาะสมคือ 50 ลักซ์

ช่วงเวลาที่ใช้แสงประดิษฐ์ 04.00-07.00 น.
เท่ากับ 3 ชั่วโมง/วัน ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ
แท่งยาว ขนาด 0.036 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน
60 หลอด x 3 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 6.48 กิโลวัตต์
ชั่วโมง/วัน ตำแหน่งของหลอดไฟที่เหมาะสม จาก
ระยะพื้นถึงเพดาน คือ 2.7 เมตร ต้องใช้แผงเซลล์
แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่างขนาด
0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 22 แผ่น โดยเหลือ
พลังงานทดแทน 0.12 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

2) ด้านความร้อน

ใช้พัดลมตั้งพื้นขนาด 0.14 กิโลวัตต์
จำนวน 4 ตัว x 8 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 4.48 กิโล
วัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
ทดแทนพลังงานด้านความร้อนขนาด 0.30 กิโล
วัตต์/ชั่วโมง จำนวน 15 แผ่น โดยเหลือพลังงาน
ทดแทน 0.02 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน รวมแล้วอาคาร
หลังนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 37 แผ่น โดยเหลือ
พลังงานทดแทนทั้งหมด 0.14 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

5.2 ที่พักผู้ปฏิบัติธรรมหญิง

ช่วงเวลาใช้งาน 21.00 – 04.00 น. เท่ากับ
8 ชั่วโมง/วัน

1) ด้านแสงสว่าง

- ช่วงเวลาที่ใช้แสงธรรมชาติ 07.00-17.00 น.
- แสงประดิษฐ์ ค่าความสว่างที่เหมาะสมคือ 50 ลักซ์

ช่วงเวลาที่ใช้แสงประดิษฐ์ 04.00-07.00 น.
เท่ากับ 3 ชั่วโมง/วัน ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ
แท่งยาว ขนาด 0.036 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน
68 หลอด x 3 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 7.34 กิโลวัตต์
ชั่วโมง/วัน ตำแหน่งของหลอดไฟที่เหมาะสม
จากระยะพื้นถึงเพดาน คือ 2.7 เมตร ต้องใช้แผง
เซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่าง
ขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 25 แผ่น โดย
เหลือพลังงานทดแทน 0.16 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

2) ด้านความร้อน

ใช้พัดลมตั้งพื้นขนาด 0.14 กิโลวัตต์
จำนวน 4 ตัว x 8 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 4.48 กิโล
วัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
ทดแทนพลังงานด้านความร้อนขนาด 0.30 กิโล
วัตต์/ชั่วโมง จำนวน 15 แผ่น โดยเหลือพลังงาน
ทดแทน 0.02 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน รวมแล้วอาคาร
หลังนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 40 แผ่น โดยเหลือ
พลังงานทดแทนทั้งหมด 0.18 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

5.3 โรงอาหาร

ช่วงเวลาใช้งาน 08.00-09.00 น. 11.00-
12.00 น. 16.00-16.30 น. รวม 2 ชั่วโมง 30 นาที/วัน

1) ด้านแสงสว่าง

- ช่วงเวลาที่ใช้แสงธรรมชาติ 08.00-16.30 น.
- แสงประดิษฐ์ ค่าความสว่างที่เหมาะสมคือ 500 ลักซ์

จากลักษณะการใช้งานของอาคารโรง
อาหาร เป็นช่วงที่ใช้แสงธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่
จึงไม่ต้องใช้พลังงานจากแสงประดิษฐ์

2) ด้านความร้อน

ใช้พัดลมตั้งพื้นขนาด 0.14 กิโลวัตต์
จำนวน 10 ตัว x 2.5 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 3.50 กิโล
วัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

ทดแทนพลังงานด้านความร้อนขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 12 แผ่น รวมแล้วอาคารหลังนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 12 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทนทั้งหมด 0.10 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

5.4 อาคารเรียน

ช่วงเวลาใช้งาน 09.00-11.00 น. 13.00-15.00 น. เท่ากับ 4 ชั่วโมง/วัน

1) ด้านแสงสว่าง

- ช่วงเวลาที่ใช้แสงธรรมชาติ 09.00-15.00 น.
- แสงประดิษฐ์ ค่าความสว่างที่เหมาะสมคือ 400 ลักซ์

ช่วงเวลาที่ใช้แสงประดิษฐ์ 13.00-15.00 น. เท่ากับ 2 ชั่วโมง/วัน ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบแท่งยาว ขนาด 0.036 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 24 หลอด เท่ากับ 0.86 กิโลวัตต์/ชั่วโมง x 2 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 1.72 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ตำแหน่งของหลอดไฟที่เหมาะสม จากระยะพื้นถึงเพดาน คือ 2.4 เมตร ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่างขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 6 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.08 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

2) ด้านความร้อน

ใช้พัดลมติดเพดานขนาด 0.057 กิโลวัตต์ จำนวน 12 ตัว x 4 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 2.74 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อนขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 10 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.06 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

3) เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ และโน้ตบุ๊ก 0.478 กิโลวัตต์/ชั่วโมง x 4 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 1.91 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน

4 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.01 กิโลวัตต์/ชั่วโมง/วัน รวมแล้วอาคารหลังนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 20 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทนทั้งหมด 0.15 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

5.5 วิหารหลวง

ช่วงเวลาใช้งาน 5.00 -11.00 น. เท่ากับ 6 ชั่วโมง/วัน

1) ด้านแสงสว่าง

- ช่วงเวลาที่ใช้แสงธรรมชาติ 07.00-11.00 น.
- แสงประดิษฐ์ ค่าความสว่างที่เหมาะสม 300 ลักซ์

ช่วงเวลาที่ใช้แสงประดิษฐ์ 05.00-07.00 น. เท่ากับ 2 ชั่วโมง/วัน ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบแท่งยาว ขนาด 0.036 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 32 หลอด เท่ากับ 1.15 กิโลวัตต์/ชั่วโมง x 2 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 2.30 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ตำแหน่งของหลอดไฟที่เหมาะสม จากระยะพื้นถึงเพดาน คือ 3 เมตร รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์เท่ากับ 2.30 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่างขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 8 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.10 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

2) ด้านความร้อน

ใช้พัดลมติดเพดานขนาด 0.054 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 24 ตัว x 6 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 7.77 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อนขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 26 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.03 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

3) เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

ลำโพงและเครื่องขยายเสียง 2.9 กิโลวัตต์/ชั่วโมง x 3 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 8.7 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 29 แผ่น รวมแล้วอาคารหลังนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 63 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทนทั้งหมด 0.13 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

5.6 อาคารวิปัสสนา

ช่วงเวลาใช้งาน 13.00 – 21.00 น. เท่ากับ 8 ชั่วโมง/วัน

1) ด้านแสงสว่าง

- ช่วงเวลาที่ใช้แสงธรรมชาติ 13.00-17.00 น.
- แสงประดิษฐ์ ค่าความสว่างที่เหมาะสม

คือ 300 ลักซ์

ช่วงเวลาที่ใช้แสงประดิษฐ์ 17.00-21.00 น. เท่ากับ 5 ชั่วโมง/วัน ใช้หลอดฟลูออโรเรสเซนต์แบบแท่งยาว ขนาด 0.036 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 92 หลอด x 5 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 16.56 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ใช้หลอดคอมแพคฟลูออโรเรสเซนต์ ชนิดหลอดตะเกียบ 0.0002 กิโลวัตต์/ชั่วโมง 6 หลอด เท่ากับ 0.0012 กิโลวัตต์/ชั่วโมง x 5 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 0.006 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ตำแหน่งของหลอดไฟที่เหมาะสม จากระยะพื้นถึงเพดาน คือ 3 เมตร รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ เท่ากับ 16.60 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่างขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 56 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.20 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

2) ด้านความร้อน

ใช้พัดลมติดผนังขนาด 0.054 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 28 ตัว x 8 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 12.09 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน พัดลมอุตสาหกรรมติดผนังใบพัดคู่ กำลังไฟฟ้า 0.187 กิโลวัตต์/ชั่วโมง 10 เครื่อง เท่ากับ 1.87 กิโลวัตต์/ชั่วโมง รวม 6 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 11.22 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน รวม

การใช้พลังงานด้านความร้อน 23.31 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อนขนาด 0.30 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จำนวน 78 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.09 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

3) เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

ลำโพงและเครื่องขยายเสียง 2.9 กิโลวัตต์/ชั่วโมง x 6 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 17.4 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ และโน้ตบุ๊ก 0.478 กิโลวัตต์/ชั่วโมง x 4 ชั่วโมง/วัน เท่ากับ 1.91 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เท่ากับ 18.59 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 62 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.01 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน รวมแล้วอาคารหลังนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 196 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทนทั้งหมด 0.39 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

6. ข้อสรุป

6.1 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลขั้นตอนกระบวนการวิจัยโดยการนำเสนอรูปแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งเน้นการจัดการและออกแบบ 2 เรื่อง คือ

1) แสงสว่างภายในอาคาร

- แสงธรรมชาติ โดยการออกแบบช่องเปิด ประตู หน้าต่าง และหลังคา
- แสงประดิษฐ์ การออกแบบติดตั้งแสงประดิษฐ์ เท่าที่จำเป็น และมีความเหมาะสมต่อลักษณะของประเภทอาคาร

2) ความร้อนภายในอาคาร

- การระบายความร้อนภายในอาคารด้วยวิธีการทำให้อุปกรณ์เครื่องกลเพื่อลดอุณหภูมิ

ของอากาศ (Active cooling)

- การออกแบบลักษณะอาคารที่มีการแก้ปัญหาและความคุมสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติ (Passive cooling)

และการใช้พลังงานทดแทน ทั้ง 6 อาคาร คือ วิหารหลวง อาคารวิปัสสนา โรงอาหาร อาคารเรียน และอาคารที่พักผู้ปฏิบัติธรรมชายและหญิง

6.2 สรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

1) อาคารที่พักผู้ปฏิบัติธรรมชาย

- จำนวนหลอดไฟ 60 หลอด ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง เท่ากับ 6.48 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่าง จำนวน 22 แผ่น

- ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านความร้อน เท่ากับ 6.48 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อน จำนวน 15 แผ่น

- เหลือพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตทั้งหมด 0.14 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

2) อาคารที่พักผู้ปฏิบัติธรรมหญิง

- จำนวนหลอดไฟ 68 หลอด ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง เท่ากับ 7.34 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่าง จำนวน 25 แผ่น

- ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านความร้อน เท่ากับ 4.48 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อน จำนวน 15 แผ่น

- เหลือพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตทั้งหมด 0.18 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

3) โรงอาหาร

- ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านความร้อน เท่ากับ 2.74 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อน จำนวน 10 แผ่น

- เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เท่ากับ 1.19 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 4 แผ่น

- เหลือพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตทั้งหมด 0.15 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

4) อาคารเรียน

- จำนวนหลอดไฟ 24 หลอด ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง เท่ากับ 1.72 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่าง จำนวน 6 แผ่น

- ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านความร้อน เท่ากับ 2.74 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อน จำนวน 10 แผ่น

- เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เท่ากับ 1.19 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 4 แผ่น

- เหลือพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตทั้งหมด 0.15 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

5) วิหารหลวง

- จำนวนหลอดไฟ 32 หลอด ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง เท่ากับ 2.30 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่าง จำนวน 8 แผ่น

- ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านความร้อน เท่ากับ 7.77 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อน 26 แผ่น
- เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เท่ากับ เท่ากับ 8.7 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 29 แผ่น
- เหลือพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตทั้งหมด 0.13 กิโลวัตต์

6) อาคารวิปัสสนา

- จำนวนหลอดไฟ 98 หลอด ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง เท่ากับ 16.60 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านแสงสว่าง จำนวน 56 แผ่น โดยเหลือพลังงานทดแทน 0.20 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
- ใช้พลังงานไฟฟ้าด้านความร้อน เท่ากับ 23.31 กิโลวัตต์ชั่วโมง /วัน
- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานด้านความร้อน จำนวน 78 แผ่น
- เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เท่ากับ 18.59 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
- ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ จำนวน 62 แผ่น
- เหลือพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตทั้งหมด 0.39 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยเป็นงานวิจัยจากการทำวิทยานิพนธ์ จึงขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์มา ณ ที่นี้

References

- กระทรวงพลังงาน. (2551). *แผนปฏิบัติการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี พ.ศ. 2551-2565*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- กระทรวงพลังงาน. (2554). *แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี พ.ศ.2554-2573*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2548). *ศูนย์แสดงเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน ภายในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ*. ปทุมธานี: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.
- กอขวัญ แสงหิรัญธาร. (2553). *โครงการอาคารสำนักงานกระทรวงพลังงาน เพื่อการประหยัดพลังงาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์. (2554). *การออกแบบที่พึ่งพาธรรมชาติเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ โรงเรียนอนุรักษ์พลังงานแห่งอนาคต*. ปทุมธานี: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.
- มหาวิทยาลัยพุทธเศรษฐศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2555, จาก <http://www.dhammatoday.com/>
- สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2535). *พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550*.
- Zero energy building. สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน 2555, จาก http://www.sunflowercosmos.org/climate_change/climate_change_home/inhabited_6.html

ระบบตรวจสอบคุณภาพอากาศเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมทาง
กายภาพของสถาปัตยกรรมและกลุ่มอาคาร
Air Quality Monitoring System to Support Physical Environment
Analysis of Architecture and Buildings

สารินี กันทะนะ¹ และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์²
Sarinee Kantana¹ and Chawee Busayarat, Ph.D.²

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
E-mail: medsci_srn@hotmail.com¹, cha_v_mek@hotmail.com²

บทคัดย่อ

ข้อมูลด้านคุณภาพอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งในการบ่งชี้ลักษณะทางสภาพแวดล้อมของพื้นที่ และเป็นหนึ่งในข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้านการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ปัจจุบันในประเทศไทยมีระบบการตรวจสอบคุณภาพอากาศหลากหลายรูปแบบ แต่ลักษณะส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่เข้าถึงยาก เนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพอากาศในประเทศไทยยังอยู่ในลักษณะการรายงานผลเชิงภาพรวม ที่ไม่เฉพาะเจาะจงพื้นที่ และไม่สามารถลงลึกในพื้นที่ขนาดย่อมหรือกลุ่มอาคาร แม้จะมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพอากาศที่สามารถนำข้อมูลมาแปลงผลเพื่อใช้วิเคราะห์และสื่อสารได้หลากหลายทาง แต่ข้อมูลที่ใช้เพื่อนักออกแบบโดยตรงยังไม่ถูกพัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบในการตรวจสอบคุณภาพอากาศและการบูรณาการข้อมูลทางสถาปัตยกรรม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการประเมินและวิเคราะห์ทางการออกแบบอาคารหรืองานทางสถาปัตยกรรม โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบุตำแหน่ง (Location Based Service) เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับติดตามและตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ควบคู่ไปกับการแสดงผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างมโนภาพ (Data Visualization) ให้แก่นักออกแบบ และเป็นแนวทางในการตรวจสอบแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพอากาศในระดับกลุ่มอาคารหรือการวางผังเมือง โดยมีขั้นตอนในการศึกษา คือ ศึกษาข้อมูลและมาตรฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศภายนอกอาคาร และการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพอากาศเพื่อสนับสนุนการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ซึ่งแบ่งประเด็นศึกษาในทางสถาปัตยกรรม 2 ระดับคือ พื้นที่โดยรอบกลุ่มอาคาร และพื้นที่โดยรอบเมือง รวมถึงการศึกษาเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบตรวจสอบคุณภาพอากาศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

Abstract

Air quality information is major information which defines some characteristics of environment, and it could be used in architectural design. Nowadays in Thailand, almost air quality

information are random collected, and also it difficult to analyze some specific information because the system is visualized in large scale which cannot be identified in small scale such as inside buildings and small area. Although many air pollution technology have been researched to analyze and visualize information in specific area, but It still do not meet some designer requirements. This research focus on a prototype of air quality detection system and architectural design for supporting and analyzing buildings and architecture. In a combination between location based service and data visualization that could be used as a tools to detect carbon monoxide and simulate zoning informations which can be used in the architectural design, and it could be approach to resolve an air quality problem in the buildings or urban scale. There is three main topics that had been studied in this research: Study the standard of air pollution open area around buildings, Study the relationship between air quality and architectural design, which there has two main point of this study: Buildings surrounding and Urban surrounding and study the computer technology in air pollution, which is used for data analyzing.

คำสำคัญ (Keywords): ระบบตรวจสอบคุณภาพอากาศ (Air Quality Monitoring System), สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment), การสร้างมโนภาพ (Data Visualization)

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัญหามลพิษทางอากาศในสภาวะปัจจุบันส่งผลกระทบต่อผู้คนอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อผู้ที่ใช้ท้องถนนและอาคารที่อยู่ใกล้ริมถนน จากสถิติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2554 มีจำนวนผู้ป่วยเป็นโรกระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นรวม 381,984 ราย จัดเป็นโรคอันดับ 2 ของคนกรุงเทพฯ (รายงานสถิติโรค กรมการแพทย์, 2554) ปัญหาจากมลพิษส่วนหนึ่งมาจากการออกแบบอย่างไร้การวางแผน โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ขาดการมองเห็นเชิงภาพรวมและประเด็นปัญหา จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบและประเมินปัญหาในด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงคุณภาพอากาศของพื้นที่ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขด้านการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

การใช้อุปกรณ์ตรวจวัดมลพิษ เป็นวิธีหนึ่งในการตรวจสอบพื้นที่ เพื่อประเมินปัญหาที่เกิดขึ้นและวางแผนการป้องกันปัญหาด้านมลพิษ ปัจจุบันมีอุปกรณ์และวิธีในการตรวจสอบมลพิษหลากหลายประเภท แต่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการใช้อุปกรณ์ และมีความยุ่งยากในการจัดการรวบรวมข้อมูลในการเชื่อมโยงปัจจัยอื่นมาวิเคราะห์ประกอบกัน จึงจะสามารถนำไปสู่การวางแผนและหาแนวทางในการจัดการด้านการออกแบบต่อไป ปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์การระบุตำแหน่ง (Location Based Service) ซึ่งสามารถดึงข้อมูลตำแหน่งมาใช้ประโยชน์กับเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ สามารถระบุตำแหน่งที่ต้องการศึกษาได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น และมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถแปลงข้อมูลออกมาเป็นภาพ

(Data Visualization) ผ่านโปรแกรมการแสดงผลภาพ 3 มิติ ซึ่งสร้างมิติในการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ให้แก่กันออกแบบให้เข้าใจได้ง่ายมากขึ้น สามารถรวบรวมเอาข้อมูลที่มีผลต่อการวิเคราะห์พื้นที่และปัญหาคุณภาพอากาศมาแสดงผลผ่านโปรแกรมได้ ซึ่งอาจทำให้เห็นข้อมูลแฝงบางอย่าง

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นความสำคัญของกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่บูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลด้านคุณภาพอากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบวางผังอาคารเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงพื้นที่ในการวิจัยมีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่ทำการระบุตำแหน่ง และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการแสดงผลข้อมูลที่สามารถเอื้อประโยชน์แก่สถาปนิกและนักวางผัง โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบต้นแบบที่สามารถตรวจสอบและเปรียบเทียบข้อมูลให้นักออกแบบสามารถนำไปใช้วิเคราะห์เพื่อใช้กับงานออกแบบ ทำให้เกิดมิติของข้อมูลที่มีเพิ่มมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการวิเคราะห์พื้นที่ สามารถชี้แนะปัญหาด้านคุณภาพอากาศในงานสถาปัตยกรรมเพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจปรับปรุงพื้นที่ มีผลต่อการสนับสนุนการออกแบบอาคารหรือวางผังอาคารให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบตระหนักและหันมาใส่ใจการออกแบบที่คำนึงถึงคุณภาพชีวิตของผู้ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทาง

อากาศและการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

2.1.1 การวิเคราะห์ปัจจัยทางการออกแบบที่มีผลต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ ประกอบด้วย

รูปแบบการวางผัง รูปทรงอาคาร ระยะห่างระหว่างอาคาร ทิศทางลม ลักษณะทางกายภาพและตำแหน่งองค์ประกอบภูมิสถาปัตยกรรม (Brown & Dekay, 2001) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อระบบนิเวศ การหมุนเวียน ทรัพยากรและการลดการสะสมของมลพิษทางอากาศในกลุ่มอาคาร (Moore, 1993) ในการใช้งานที่ดินแบ่งได้ 3 แบบ คือ ที่ดินเพื่อเป็นอาคาร ที่ดินเพื่อการสนับสนุนกิจกรรมหรือการใช้งานอาคาร และที่ดินเพื่อเป็นระบบสีเขียว (Russell, 1984)

2.1.2 การวิเคราะห์ปัจจัยด้านคุณภาพอากาศต่อการพัฒนาเมือง อ้างอิงข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร โดยวิเคราะห์พื้นที่และข้อมูลคุณภาพอากาศเพื่อการวางนโยบายและจัดทำโครงสร้างด้านสาธารณูปโภคเพื่อการส่งเสริมและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเมืองและเป็นมาตรการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและสาธารณูปโภค

2.2 การศึกษาเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบตรวจสอบคุณภาพอากาศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

2.2.1 แนวคิดปฏิสัมพันธ์ของเมืองทฤษฎี internet of things ทำงานโดยการใช้เซ็นเซอร์หรือตัวเก็บข้อมูลที่ติดกับวัตถุต่าง ๆ ทำให้การเก็บข้อมูลมีความแม่นยำ ในการกระจายหรือเผยแพร่ข้อมูลจะอาศัยการพัฒนาเทคโนโลยีและความก้าวหน้าในระบบโครงข่ายการสื่อสารปัจจุบัน (นิลสิทธิ์, 2555) ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นมีทั้งกลุ่มข้อมูลและการวิเคราะห์ (information and analysis) และกลุ่มตอบสนองอัตโนมัติและการควบคุม (automatic and control) ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน

2.2.2 เทคโนโลยีระบุตำแหน่ง (Location Based Service) มี 2 รูปแบบ คือ Pull Services เป็นการบริการที่ผู้ใช้งานค้นหาข้อมูลต่างๆ บนเว็บไซต์ และ push services เป็นการบริการที่ข้อมูลโดยอัตโนมัติ (เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ, 2553) ประกอบด้วย

(1) Mobile Devices คือส่วนของอุปกรณ์เคลื่อนที่ ที่ผู้ใช้งานนำไปใช้งานเพื่อใช้ในการร้องขอตอบรับหรือแสดงผลข้อมูล

(2) Communication Network เป็นโครงข่ายไร้สายที่ใช้ในรับส่งข้อมูลคำสั่งขอใช้บริการ Mobile Device ส่งไปยังส่วนของ Service Provider และส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับไปยัง Mobile Device

(3) Positioning Component เป็นการเชื่อมต่อการให้บริการที่ต้องระบุตำแหน่งของผู้ใช้ โดยโครงข่ายมือถือ สามารถใช้อุปกรณ์ Global Positioning System (GPS) เพื่อติดต่อสื่อสารบอกตำแหน่งได้

(4) Service and Application Provider ใช้เพื่อเสนอบริการต่างๆ ทั้งการหาตำแหน่งและค้นหาเส้นทาง

(5) Data and Content Provider เป็นส่วนเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ต่างๆ และมีการเชื่อมต่อกับผู้ให้ข้อมูลร่วมเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลได้

2.2.3 รูปแบบการแสดงผลข้อมูลมลพิษและคุณภาพอากาศ ใช้การสร้างมโนภาพ (Data visualization) เพื่อการสร้างภาพให้เข้าใจข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว โดยแสดงผลได้ 2 รูปแบบ คือ ในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ นอกจากนี้ มีการใช้เทคโนโลยีมาบูรณาการข้อมูลเชิงคุณภาพกับข้อมูลเชิงปริมาณ แสดงผลและประมวลผลข้อมูลแบบตอบสนองทันที (real time) ที่สามารถใช้เปรียบเทียบหรืออ้างอิงอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (Palen & Brandon, 2011)

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ประเภทของกลุ่มผู้ใช้งาน

การพัฒนากระบวนต้นแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์คุณภาพอากาศเพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ระบบต้นแบบนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ สถาปนิก นักวิเคราะห์ และกลุ่มคนที่ต้องการศึกษา

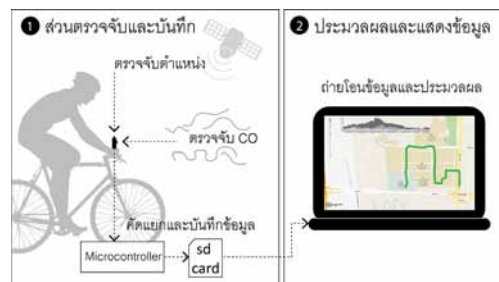
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

ประกอบด้วย 1) คุณภาพอากาศ โดยแปลงเป็นปริมาณคุณภาพอากาศที่มีผลต่อสุขภาพ 2) พิกัดที่ตั้ง และ 3) ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.3.1 โครงสร้างของระบบ

ประกอบด้วย ส่วนเก็บและบันทึกข้อมูลคุณภาพอากาศจากเซนเซอร์และที่ตั้งของอุปกรณ์ โดยนำไปประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อคัดแยกชุดข้อมูล รวมถึงส่วนประมวลผลและแสดงผลข้อมูลจากการแปลงข้อมูลเป็นภาพ ซึ่งมีระบบส่วนต่อประสานงานผู้ใช้ในการเลือกศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูล ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบ

3.3.2 การเลือกเครื่องมือ จากเครื่องมือที่หาซื้อได้ง่าย มีความแม่นยำในการบันทึกและสรุปผล ดังรูปที่ 2 คือ

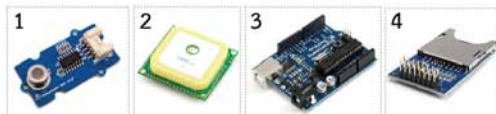
(1) Air Quality Sensor คือ อุปกรณ์สำหรับตรวจจับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ แสดงผลเป็นค่าช่วงที่มีผลต่อสุขภาพ และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

(2) GPS Module คือ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อหาพิกัดบนผิวโลก

(3) SD Card Module ใช้บันทึกข้อมูล และดึงข้อมูลจากมาใช้ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมประมวล

(4) ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณระหว่างเซนเซอร์ ในการรับส่งสัญญาณจาก Air Quality Sensor และ GPS

(5) โปรแกรม Virtools 5.0 จำลองสถานการณ์สามมิติเพื่อช่วยเหลือการตัดสินใจในการออกแบบอาคาร



รูปที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

โดยติดตั้งอุปกรณ์บนจักรยานหรือวางอุปกรณ์ในระดับความสูงที่ 800 – 1000 เซนติเมตร

3.4 พื้นที่กรณีศึกษา

กรณีศึกษา คือ พื้นที่บริเวณกลุ่มอาคารเรียนรวม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และพื้นที่ย่านสยามสแควร์ โดยเลือกจากการเป็นกลุ่มอาคารในขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกัน ประมาณ ตร.ม. แต่มีลักษณะทางสภาพแวดล้อมแตกต่างกันในด้านความเป็นบริบทของชานเมืองกับตัวเมือง ซึ่งมีความหนาแน่นของการจราจรและปริมาณรถยนต์แตกต่างกัน

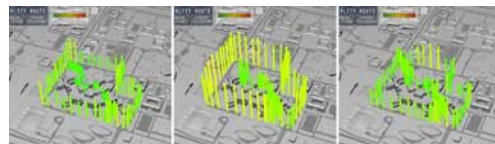
4. ผลการทดลอง

จากการออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปประเมินประสิทธิภาพในการออกแบบ

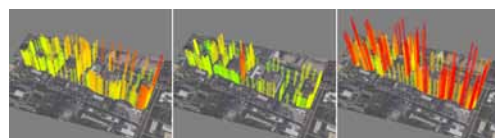
ทางสถาปัตยกรรม โดยแสดงผลปริมาณคุณภาพอากาศเป็นระดับเฉดสีมากน้อยตามปริมาณความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ โดยระดับโทนสีเย็นแสดงถึงระดับค่าน้อย และโทนสีร้อนแสดงระดับค่ามาก ผลการทดลอง มีดังนี้

4.1 วิเคราะห์ปริมาณคุณภาพอากาศกับช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

จากการทดสอบ พบว่า ในช่วงเช้า (8.00-10.00 น.) จะมีปริมาณคุณภาพอากาศดีกว่าช่วงบ่าย (12.00-15.00 น.) และช่วงเวลาเย็น (17.00 - 20.00 น.) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่กรณีศึกษา พบว่า ปริมาณคุณภาพอากาศในพื้นที่สยามสแควร์มีค่าแปรปรวนและมีค่าความเป็นผลพิษสูงกว่าในพื้นที่ มธ. ศูนย์รังสิต อย่างชัดเจนในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ดังรูปที่ 3



(ก) พื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

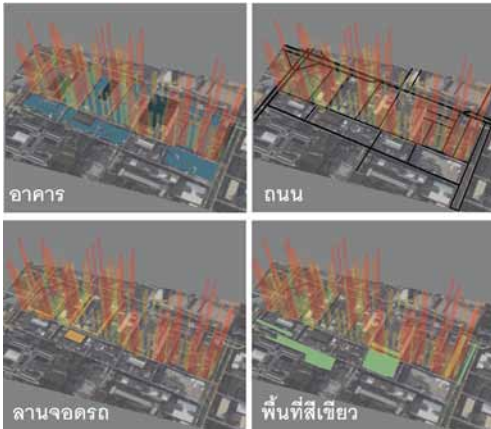


(ข) พื้นที่สยามสแควร์

รูปที่ 3 คุณภาพอากาศในเวลาที่แตกต่างกัน

4.2 วิเคราะห์ลักษณะของพื้นที่ต่อปริมาณคุณภาพอากาศ

แบ่งลักษณะการใช้งานของพื้นที่ที่ทดสอบเป็น 5 แบบ คือ อาคาร ลานจอดรถ พื้นที่สีเขียว พื้นที่โล่ง และถนน พบว่า คุณภาพอากาศในพื้นที่อาคาร พื้นที่สีเขียว และพื้นที่โล่ง จะมีคุณภาพอากาศอยู่ในระดับที่ดี เมื่อเทียบกับส่วนถนนและพื้นที่จอดรถที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 คุณภาพอากาศพื้นที่สยามสแควร์ในการใช้งาน
พื้นที่การใช้งานที่แตกต่างกัน

5. ข้อสรุปจากการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อสรุปจากการศึกษาวิจัย

(1) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลจะส่งผลต่อปริมาณคุณภาพอากาศ คือ ในเวลาเช้าปริมาณคุณภาพอากาศจะดีกว่าเวลาเที่ยง และเวลาเย็น ซึ่งสามารถสะท้อนถึงการใช้งานและบริบทของพื้นที่ เช่น ความหนาแน่นของรถยนต์ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม และรูปแบบของกิจกรรม

(2) ลักษณะการใช้งานพื้นที่ส่งผลต่อปริมาณคุณภาพอากาศ คือ พื้นที่อาคารที่มีการปิดล้อมมีค่าคุณภาพอากาศที่อยู่ในปริมาณที่แย่มากกว่าพื้นที่ลักษณะโล่งแจ้ง เช่น บริเวณพื้นที่สีเขียว และพื้นที่โล่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในเบื้องต้นได้พัฒนาเป็นระบบต้นแบบเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพอากาศ ยังมีข้อจำกัดในด้านการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจในอุปกรณ์อย่างชัดเจน

โดยมุ่งเน้นกลุ่มผู้ใช้งานที่เป็นสถาปนิกและนักออกแบบ เพื่อใช้ในการตรวจสอบการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แต่ในขั้นการพัฒนาต่อในอนาคตอุปกรณ์ สามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้งานได้ง่ายกับกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป เพื่อนำประโยชน์จากข้อมูลที่ได้มาเป็นสร้างเป็นองค์ความรู้ให้ผู้คนตระหนักและใส่ใจในด้านมลพิษและอันตรายต่อสุขภาพ

References

- วันชัย สัตยาวิฑูริพงษ์ และสมบุญรัตน์ ทศบวร. (2554). รายงานสถิติโรค พ.ศ. 2554 (Statistical Report 2011). กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรมการแพทย์.
- เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ. (2553). รู้จักกับ Location Based Service (LBS). สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2555, จาก <http://r66.wikidot.com>
- เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ. (2555). Internet of Things เมื่อทุกสิ่งเข้าอินเทอร์เน็ตได้. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2555, จาก <http://www.oknation.net>
- Brown, G. Z., & DeKay, M. (2001). *Architectural design strategies (2nd ed)*. New York: Licensed for Publication in Chinese.
- Moore, J. F. (1993). *Predators and prey: A new ecology of competition*. London: Harvard Business.
- Palen, K. & Brandon, J. (2011). *Urban analytic*. Cambridge: Harvard University.
- Russell, J. E. (1984). *Site planning*. New Jersey: Prentice Hall PTR.

ระบบสารสนเทศสำหรับนำเสนอข้อมูลเชิงความหมายขององค์ประกอบ
สถาปัตยกรรมไทยผ่านแบบจำลองสามมิติ
Information System for Semantic Data of Thai Architectural Elements
through 3D Model

ปิ่นณวัฒน์ เดชชจรวุฒิ¹ และ ดร. ชาวี บุษยรัตน์²
Pannawat Dejkajonwuth¹ and Chawee Busayarat, Ph.D.²

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
E-mail: markpanawat32@gmail.com¹, cha_v_mek@hotmail.com²

บทคัดย่อ

องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมในสถาปัตยกรรมไทย เป็นองค์ความรู้ที่มีความซับซ้อนและมีรายละเอียดมาก การจะทำความเข้าใจและตระหนักถึงคุณค่าทางสถาปัตยกรรมไทยประเพณีนั้นจำเป็นต้องมีการจะศึกษาจะต้องมีช่องทางในการเข้าถึงข้อมูลของสถาปัตยกรรมไทยประเพณีได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ความรู้ด้านการเข้าใจคำศัพท์ต่างๆ ที่ใช้เรียกองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไทย ซึ่งปัจจุบัน องค์ความรู้ทางด้านนี้ยังถูกละเลย กระจัดกระจาย และไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ตามแต่ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านในสาขาวิชาจะศึกษาในแต่ละอาคารที่เป็นกรณีศึกษา งานวิจัยจึงศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับข้อมูลเชิงความหมาย (semantic) ขององค์ประกอบสถาปัตยกรรมไทยโบราณ เพื่อการจัดระเบียบแบบแผนองค์ความรู้ในการศึกษาทางสถาปัตยกรรม และพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตเฟสแบบปฏิสัมพันธ์ที่ด้วยเทคโนโลยีเกมเอนจินที่สามารถแสดงผลผ่านทางอินเทอร์เน็ตเพื่อส่งเสริมการกระจายและเผยแพร่องค์ความรู้ทางสถาปัตยกรรมไทยแก่บุคคลทั่วไปเพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของสถาปัตยกรรมไทย โดยเลือกใช้เทคโนโลยีสามมิติเข้ามาช่วยในการสื่อสารและเก็บข้อมูลของสถาปัตยกรรมไทย นำไปสู่การสื่อสารองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไทยให้แก่บุคคลทั่วไปผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อเสนอแนวทางใหม่ในการนำเสนอข้อมูลองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไทย

Abstract

Architectural elements of Thai architecture are complex and highly detailed knowledge. To understand and valorize the value of Traditional Thai architecture, an accurate and efficient way to access architectural data is important, particularly, the knowledge to understand the terms of Thai architectural elements. Nowadays these knowledge is scattered and unorganized, depends on experts in specific educational fields or case studies. The objective of this research is to study and develop a database for the Thai architectural elements, to formalize the architectural knowledge and to develop a real-time online interactive interface to promote and

disseminate Thai architectural knowledge for general public via the Internet. By using 3D technology to assist in communication and data storage of Thai architecture information, the research proposes a new approach to presenting Thai architectural elements.

คำสำคัญ (Keywords): แบบจำลองสามมิติอ้างอิงจากอาคารในโลกจริง (Reality-based Modeling), แบบจำลองสามมิติและความหมาย (Semantic Modeling), องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไทย (Thai Architectural Elements), การปฏิสัมพันธ์แบบทันที (Real-time Interactive), ระบบสารสนเทศบนเว็บ (Web-based Information System), ฐานข้อมูลแบบจำลองสามมิติ (3D Database)

1. ที่มาและความสำคัญ

ในหลายปีที่ผ่านมางานวิจัยหลายชิ้นได้มุ่งเน้นในการอนุรักษ์และจัดเก็บข้อมูลของมรดกทางวัฒนธรรม โดยเฉพาะมรดกที่ถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ สักวันหนึ่งในอนาคต ภัยคุกคามต่างๆ ที่เคยทำร้ายมรดกโลกไปแล้วหลายแห่ง อาจจะเกิดขึ้นอีกกับมรดกที่มีคุณค่าแหล่งอื่น ๆ ข้อมูลเหล่านี้จะสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง การจัดเก็บข้อมูลดิจิทัลของมรดกทางวัฒนธรรมได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากการสนับสนุนจากองค์กรระหว่างชาติต่างๆ ในปัจจุบันข้อมูลสามมิติจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลเชิงรูปทรงของวัตถุที่มีความสำคัญอย่างถาวร เพื่อส่งต่อไปยังชนรุ่นหลัง เทคโนโลยีและหลักการในการจัดเก็บข้อมูลของมรดกทางวัฒนธรรมในปัจจุบัน สามารถสร้างและแสดงผลแบบจำลองสามมิติที่เหมือนจริงมาก (ในด้านรูปทรงและพื้นผิวอาคาร) เทคนิคนี้ถูกใช้ในหลายๆ ด้านของการศึกษาสถาปัตยกรรมโบราณ เช่น การจัดเก็บข้อมูลทางโบราณคดี การอนุรักษ์แบบดิจิทัล การทำนุบำรุงซ่อมแซมอาคาร การสร้างสภาพแวดล้อมเสมือน (virtual reality) การทำระบบจัดเก็บและแคตตาล็อกแบบสามมิติ ระบบ

เว็บเชิงภูมิศาสตร์ การสร้างทัศนียภาพจำลอง ฯลฯ การใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์สามมิติเปิดโอกาสที่กว้างขึ้นให้แก่การประยุกต์ใช้ ทำให้สามารถวิเคราะห์ วิจัย ศึกษาและตีความแนวทางการอนุรักษ์และฟื้นฟู เพื่อการใช้งานและต่อยอดข้อมูลของมรดกโลก

2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้ความหมายทางสถาปัตยกรรมไทย

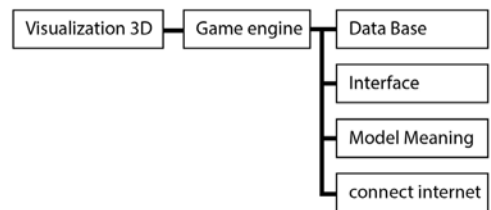
องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม หมายถึง อาคารหรือกลุ่มอาคารรวมทั้งส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน นำมาประกอบขึ้นเป็นงานสถาปัตยกรรมประเภทหนึ่งแล้ว สามารถสื่อให้งานสถาปัตยกรรมชิ้นนั้นๆ สะท้อนออกมาถึงคุณลักษณะ ในแง่ของประโยชน์ใช้สอย หรือความงาม หรือคติความหมาย หรือทุกอย่างรวมกัน (สมคิด จิระทัศนกุล, 2553) องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่สำคัญมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ 1) องค์ประกอบแผนผัง หมายถึง ลักษณะทางกายภาพในแนวระนาบทางนอน ที่บ่งบอกถึงที่ตั้ง ขนาด พื้นที่ว่าง ขอบเขต และความสัมพันธ์ ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นในผัง ซึ่งแตกต่างกันตามความต้องการของแนวความคิดในการ

ออกแบบในงานพุทธศาสนา สถาปัตยกรรมของไทย มีการแบ่งพื้นที่ภายในออกเป็น เขตพุทธาวาส เขตสังฆาวาส และเขตธรณีสงฆ์ โดยแต่ละเขตก็มีองค์ประกอบแผนผัง ที่มีแบบอย่างลักษณะเฉพาะตัว ตามหน้าที่ของประโยชน์ใช้สอยหรือคติสัญลักษณ์ในทางพุทธศาสนาและ 2) องค์ประกอบอาคาร หมายถึง ส่วนของอาคารที่ประกอบหรือประดับตกแต่งขึ้นด้วยองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ เพื่อให้อาคารสามารถคงอยู่ได้อย่างมั่นคงแข็งแรง ทั้งมีความประณีตงดงาม และสื่อแสดงออกถึงความหมายหรือคติในทางพุทธปรัชญาได้อย่างสมบูรณ์ การศึกษารูปแบบของสถาปัตยกรรมไทยในงานวิจัยนี้ได้นำเอาอุโบสถเข้ามาใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมเนื่องจากอุโบสถมีความสำคัญในการประกอบพิธีทางศาสนาและยังมีศิลปะมากมายในการเรียนรู้ (พเยาว์ เข็มนาถ, 2551) จากโครงการจัดทำองค์ความรู้ด้านการสำรวจสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน (อาคารประเภทเครื่องมุง) ได้จำแนกลักษณะต่างๆ ของอุโบสถไว้ดังนี้ คือ 1) โครงหลังคาอุโบสถและวิหารใช้ผนังรับน้ำหนัก 2) โครงหลังคาอุโบสถและวิหารชนิดมีเสาร่วมในและผนังรับน้ำหนัก 3) ฐานอุโบสถและวิหารจะเห็นได้ว่าการแบ่งประเภทอุโบสถออกเป็น 2 ประเภท ตามโครงสร้างของอาคาร คือ โครงหลังคาอุโบสถและวิหารใช้ผนังรับน้ำหนัก และโครงหลังคาอุโบสถและวิหารชนิดมีเสาร่วมในและผนังรับน้ำหนัก แต่ในด้านความหมายของสถาปัตยกรรมนั้นไม่มีการจำแนกออก

2.2 การศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบอินเตอร์เฟสแบบปฏิสัมพันธ์ทันทีที่สามารถแสดงผลผ่านทางอินเทอร์เน็ต

รูปแบบการขึ้นแบบจำลองสามมิติ จากการศึกษาการขึ้นแบบจำลองสามมิตินั้นแบ่ง

ออกได้ 2 ประเภท 1) Parametric modeling การขึ้นแบบจำลองจากพารามิเตอร์โดยอาจขึ้นจากแปลน รูปด้าน รูปตัด เช่น โปรแกรม 3Dmax Maya Rhinoceros Sketchup โปรแกรมเหล่านี้จะต้องให้ค่าเพื่อที่จะขึ้นโมเดล 2) Reality based modeling การขึ้นแบบจำลองโดยอ้างอิงจากความเป็นจริง เช่น Scanner 3D เป็นเครื่องที่ใช้เลเซอร์ในการสแกนวัตถุ ในงานวิจัยนี้สามารถที่จะนำแบบจำลองในรูปแบบต่างๆ เข้ามาใช้ได้โดยจะต้องแปลงไฟล์เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ในโปรแกรมที่พัฒนาได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำความสามารถเกมส์เอ็นจิน (รูปที่1) เข้ามาช่วยในการพัฒนาตัวระบบเนื่องจากองค์ประกอบถางสถาปัตยกรรมไทยมีความซับซ้อนทำให้ต้องการมีการแสดงผลในหลายมิติ



รูปที่ 1 ความสามารถของเกมส์เอ็นจินที่ใช้ในระบบ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยเลือกเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสื่อสารและเก็บข้อมูลของสถาปัตยกรรมไทยโดยนำข้อมูลขององค์ประกอบไทยกับข้อมูลของสถาปัตยกรรมไทยในรูปแบบสามมิติมาผนวกกันเพื่อเป็นนวัตกรรมนำไปสู่การสื่อสารองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไทยให้แก่บุคคลที่สนใจทางด้านสถาปัตยกรรมไทย (อุโบสถ) เพื่อเสนอแนวทางใหม่ในการนำเสนอข้อมูลองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไทย การวิเคราะห์ความต้องการของระบบในการดำเนินงานวิจัย การวิเคราะห์ความต้องการ

ของระบบเป็นการศึกษาของข้อจำกัดของเครื่องมือช่วยสนับสนุนการติดต่อสื่อสารงานสถาปัตยกรรมไทย ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานได้รับข้อมูลโดยง่ายเพื่อให้ทราบถึงแนวทางการเพิ่มความสามารถให้ระบบสื่อสารด้วยระบบสามมิติ และนำแนวทางดังกล่าว ไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบในขั้นตอนต่อไป โดยทำการวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป คนทั่วไปมีทัศนคติในสายสถาปัตยกรรมมักจะขาดความเข้าใจในการมองภาพในเชิงสองมิติ จากงานวิจัยต่างๆ ที่มีเป้าหมายในการสร้างศักยภาพในการเข้าใจงานสถาปัตยกรรมไทยได้งายนั้น พบว่า การใช้งานสภาพแวดล้อมสามมิติ มีความสามารถในการสื่อสารงานออกแบบที่สามารถทำให้บุคคลทั่วไปเกิดความเข้าใจได้เป็นอย่างดีเพราะทำให้เกิดการรับรู้ในเชิงทัศนภาพที่มีบทบาทกับผู้ใช้งานมากกว่าการนำเสนอด้วยภาพนิ่งหรือในรูปแบบสองมิติ แต่การใช้งานสภาพแวดล้อมสามมิติโดยทั่วไปนั้น มีบทบาทเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในเชิงรูปทรงเป็นการสื่อสารแบบทางเดียว ไม่สามารถโต้ตอบความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างตรงจุด ดังนั้นทางคณะผู้ทำวิจัยจึงพัฒนาระบบโต้ตอบแบบทันทีในสภาพแวดล้อมสามมิติเพื่อสนับสนุนการสื่อสารแบบมีส่วนร่วม ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและตรงความต้องการของผู้ใช้ สรุปแนวทางการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารของระบบโต้ตอบแบบทันทีในสภาพแวดล้อมสามมิติจากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบในส่วนของผู้ใช้งานจะประกอบด้วย 1) แนวทางการเพิ่มคุณสมบัติต่างๆ 2) แนวทางการออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบโต้ตอบแบบทันทีในสภาพแวดล้อมเสมือนสามมิติในงานวิจัยที่มีมาจากแนวความคิดการเรียกองค์ประกอบ

สถาปัตยกรรมไทย โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของการทำงานในส่วนต่างๆ

4. ผลการทดลอง

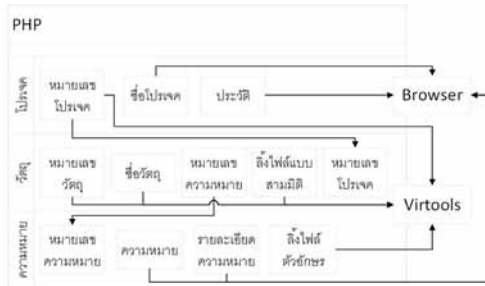
จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลและองค์ความรู้ทางสถาปัตยกรรมไทยจำนวนมากที่กระจัดกระจาย ไม่ได้นำมารวมเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร เช่น ความหมาย ประวัติ แบบสองมิติ เช่น ผังอาคาร รูปด้าน รูปตัด และแบบสามมิติ จะเห็นได้ว่า ตัวอักษรกับแบบสองมิติจะถูกผลิตออกมาแต่ไม่มีการออกมานำเสนอเป็นที่แพร่หลายในสังคม ส่วนแบบสามมิตินั้นก็มีการเผยแพร่ในลักษณะรูปลักษณะ (ภาพ render) เท่านั้น ไม่ได้มีการให้ความหมายต่างๆ ลงในแบบจำลอง จึงได้เลือกใช้เกมส์เอ็นจิน ผ่านโปรแกรม Virtools เพื่อพัฒนาระบบอินเตอร์เฟซแบบปฏิสัมพันธ์ทันทีที่สามารถแสดงผลผ่านทางอินเทอร์เน็ต

4.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการทำงานของระบบออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) ฐานข้อมูล MySQL จะเป็นระบบที่ช่วยเก็บข้อมูลรายละเอียดทั้งหมดโดยจะมีการเชื่อมโยงระหว่าง Virtools โดยใช้ Java script และ html โดยใช้ PHP 2) เกมส์เอ็นจิน (Virtools) เป็นระบบช่วยเชื่อมโยงข้อมูลกับแบบจำลองสามมิติและสร้างระบบปฏิสัมพันธ์โต้ตอบแบบทันที 3) html ใช้ในการแสดงผลผ่านบราวเซอร์

4.2 การทำงานของระบบฐานข้อมูล

4.2.1 การออกแบบฐานข้อมูลในระบบ จะออกแบบฐานข้อมูลแบบ many to many โดยระบบ MySQL บนเซิร์ฟเวอร์ได้มีการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) โปรเจ็ค 2) วัตถุ และ 3) ความหมาย



รูปที่ 2 การส่งข้อมูลออกจากฐานข้อมูล

4.2.2 การให้ความหมายกับองค์ประกอบสถาปัตยกรรม การให้ความหมายต่าง ๆ ขององค์ประกอบสถาปัตยกรรมไทยในที่นี้ได้อ้างอิงข้อมูลจากหนังสือสองเล่มในการอ้างอิง ได้แก่ ฐานานุศักดิ์ โดย กรมศิลปากร พุทธศิลปะสถาปัตยกรรม โดย พ.พรหมพิจิตร และโครงการสำรวจจัดทำองค์ความรู้ด้านการสำรวจสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถานโดยกลุ่มอนุรักษ์โบราณสถาน

4.3 การทำงานของระบบ (script) ในโปรแกรม Virtools

จากความต้องการของตัวโปรแกรมที่ต้องการให้การใช้นั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ 1) ส่วนของข้อมูล ได้แก่ แบบจำลองสามมิติ และข้อมูลความหมายต่าง ๆ ของแบบจำลองสามมิติ 2) ส่วนของอินเตอร์เฟซ ได้แก่ การควบคุมมุมมอง และการแสดงความหมายของแบบจำลองสามมิติต่าง ๆ มีการเขียนคำสั่งออกเป็น 4 ชุดด้วยกันได้แก่ 1) โหลดข้อมูลใช้ในการโหลดข้อมูล MySQL จาก saver เข้าสู่ตัวโปรแกรมผ่านอินเตอร์เน็ต 2) โหลดแบบจำลองสามมิติใช้ในการโหลดไฟล์สามมิติจากเซิร์ฟเวอร์โดยมีการรอคำสั่งของตัวโปรแกรมว่าผู้ใช้งานกดเลือกโปรเจคใดแล้วทางโปรแกรมจะนำไปลิ้งค์ที่ถูเก็บไว้ในตารางข้อมูล objects โดยอ้างอิงจาก เลขกำกับโปรเจคและโหลดแบบจำลองสามมิติเข้าสู่

ตัวโปรแกรม 3) แสดงความหมายใช้ในการแสดงความหมายขององค์ประกอบสถาปัตยกรรมโดยการใช้เมาส์ชี้ในแบบจำลองสามมิติและจะมีชื่อของวัตถุนั้นปรากฏขึ้นข้างเมาส์ 4) ควบคุมมุมมองจากการศึกษาการควบคุมกล้องของผู้ใช้งานสามารถทำได้หลายแบบ อาทิ แบบที่ใช้บังคับตัวละครในเกมส์มุมมองบุคคลที่สามหรือมุมมองอิสระแต่การที่จะใช้การควบคุมแบบนี้ผู้ใช้งานต้องมีประสบการณ์ใช้จำนวนหนึ่งถึงจะสามารถใช้งานได้อย่างดี ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การควบคุมมุมมองโดยยึดวัตถุเป็นศูนย์กลางโดยผู้ใช้งานจะวนอยู่รอบวัตถุ ในการควบคุมกล้องสามารถหมุนซ้ายขวา หน้า หลัง ซoomเข้าและออกโดยมีจุดศูนย์กลาง คือ ตัววัตถุ และยังแสดงข้อความการใช้งานของกล้องทางด้านล่างขวา

4.4 การแสดงผลให้แก่ผู้ใช้งาน

การแสดงผลบนเบราว์เซอร์หลัก ๆ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะแสดงภาพของแบบจำลองสามมิติ และส่วนที่สองจะแสดง



รูปที่ 3 การแสดงผลของเบราว์เซอร์โดยแบ่งการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วนในส่วนแรกเป็นการแสดงผลสามมิติ และส่วนที่สองเป็นการแสดงรายละเอียดของข้อมูล



รูปที่ 4 ตัวอย่างการแสดงผลของเบราว์เซอร์

รายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งมีการสร้างหน้าออกเป็นหน้าย่อย ๆ 3 หน้า ที่มีการเปลี่ยนแปลงในส่วนที่ 2 ของรูปที่ 2 โดยมีหน้าแรก คือ รายละเอียดของอุโบสถที่มีอยู่ทั้งหมดในฐานข้อมูลโดยสามารถคลิกเลือกอุโบสถที่ต้องการดูได้หน้าสองเป็นหน้าที่แสดงรายละเอียดของอุโบสถที่ผู้ใช้งานได้เลือกไว้และแสดงประวัติของวัดนั้น ๆ หน้าสามจะเป็นการแสดงรายละเอียดการให้ความหมายขององค์ประกอบสถาปัตยกรรมโดยที่ผู้ใช้คลิกไปบนแบบจำลองสามมิติที่เลือกได้แล้วคำอธิบายจะปรากฏ

5. สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ

5.1 รูปแบบเครื่องมือและรูปแบบของระบบที่เหมาะสม

การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีลักษณะเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ที่กับผู้ใช้งานนั้นมีข้อจำกัดของความสามารถของผู้ใช้งานที่จะต้องควบคุมตัวระบบด้วยเมาส์และคีย์บอร์ดทำให้ต้องออกแบบระบบการใช้งานให้ง่ายที่สุดเพื่อที่จะสามารถเข้าถึงผู้ใช้ทุกกลุ่ม และการวางผังฐานข้อมูลนั้นในเบื้องต้นระบบได้วางผังได้ระดับหนึ่งแต่ก็ยังเข้าถึงยากเนื่องจากมีความซับซ้อนของตัวระบบที่จะให้คนทั่วไปเข้ามาแก้ไขข้อมูลได้ทำให้ระบบข้างหลังนั้นจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่ดูแลตัวระบบ

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบต้นแบบ

จากระบบต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาสามารถที่จะต่อยอดพัฒนาต่อได้หลายทาง เช่น ในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้พูดถึงการรวมกลุ่มของแต่ละความหมายย่อย ๆ เพื่อให้เกิดเป็นกลุ่มความหมายใหม่เกิดขึ้น ยังสามารถที่จะเพิ่มในส่วนของคนทั่วไปที่จะสามารถเพิ่มแบบจำลองสามมิติเข้าสู่ระบบหรือมีการพูดคุยระหว่างคนที่เข้ามาใช้งานให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้เกิดขึ้น

References

- พรมพิจิตร พระ. (2495). *พุทธศิลป์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พระจันทร์.
- พเยาว์ เข็มนาถ. (2551). *องค์ความรู้ด้านการสำรวจสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์โบราณสถาน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมศิลปากร.
- ภิญโญ สุวรรณคีรี. (2547). *ฐานานุศักดิ์ของสถาปัตยกรรมไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมศิลปากร.
- เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ. (2551). *ระบบเสมือนจริง (Virtual Reality System -VR)*. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2551, จาก <http://www.nextproject.net>.
- สมคิด จิระทัศนกุล. (2553). *พระอุโบสถและพระวิหารในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สำนักสถาปัตยกรรม, กรมศิลปากร. (2551). *ฐานานุศักดิ์งานสถาปัตยกรรมไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมศิลปากร.
- Hawksey, M. (2008). *Clinical problem based learning in second life*. Retrieved November 19, 2008, from <http://mashe.hawksey.info> Information method exploiting illumination-related geometric properties. *Computer Graphics Forum*, 28(7),1755-1764.
- Marr, D. (1982). *Vision_A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Radu Bogdan Rusu. (2005). *Leaving flatland: realtime 3D stereo semantic Reconstruction*. Artificial Intelligence Center.

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบุตำแหน่งภายในอาคาร ติดตามและ
ประเมินผลการใช้พื้นที่ด้านเส้นทางการสัญจรของคนเดินเท้า
บนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์: กรณีศึกษาโรงอาหาร
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง
Application Development Indoor Positioning Monitoring and
Evaluating The Area Used in The Path of Pedestrian Traffic on Android
Platform: Case Study of Canteen, Faculty of Architecture and Planning

มกรวรรษ ฤทธิยา¹ ดร. สุธี สูดประเสริฐ² และ พฤฒิพร ลพเกิด³
Makarawat Ritthiya¹, Sutee Sudprasert, Ph.D.² and Prittipporn Lopkerd³

^{1,3} คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: ohm_pamong@hotmail.com¹, sutee.s@gmail.com², prittipporn@ap.tu.ac.th³

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเก็บข้อมูลการใช้งานพื้นที่ที่มีการใช้ทรัพยากรบุคคลเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้ จึงเกิดเป็นแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้เก็บข้อมูลการใช้งานพื้นที่ด้านเส้นทางการสัญจรของคนเดินเท้า ลดการใช้ทรัพยากรบุคคลในการเก็บข้อมูลโดยการพัฒนาเทคโนโลยีการระบุตำแหน่ง ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบุตำแหน่งภายในอาคารบนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์ในอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ โดยตัวโปรแกรมประยุกต์จะทำหน้าที่คำนวณและกำหนดตำแหน่งจากหลัก Trilateration เก็บข้อมูลการใช้งานพื้นที่ รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้ใช้งานและแสดงผลออกมาในรูปแบบข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินพื้นที่ต่อได้ ผลการทำงานของโปรแกรมประยุกต์แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้งาน ตำแหน่ง และเวลา ข้อมูลที่ได้จากการใช้งานพื้นที่ถือเป็นส่วนสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับนักออกแบบที่จะนำไปใช้ควบคู่กับการออกแบบพื้นที่

Abstract

At present the collect data in this section has been used a lot of resources. Thus become the concept of developing applications that use collect data of the area used in the path of pedestrian, reduces the use of human resources data from develop of positioning technologies. In this paper, the application development to specify the position on the Android platform within the device. The application performs compute and determine a position from the Trilateration principle, storage the used areas, collect data from user space and display information

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบุตำแหน่งภายในอาคาร ติดตามและประเมินผลการใช้พื้นที่ด้านเส้นทางการสัญจรของคนเดินเท้าบนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์: กรณีศึกษาโรงอาหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มกธรรษ ฤทธิยา ดร. สุธี สุดประเสริฐ และ พงศนิพร ลพเกิด

in a format that can be used to evaluate used area immediately. The results of application represent data such as user information, position and time. Data obtained area used considered as a decision support for a designers to use with the design area.

คำสำคัญ (Keywords): โปรแกรมประยุกต์ (Application), ระบุตำแหน่ง (Positioning), ประเมินผลการใช้พื้นที่ (Evaluating The Area Used), เส้นทางการสัญจรของคนเดินเท้า (The Path of Pedestrian Traffic)

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การศึกษาการใช้พื้นที่เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่และเป็นหนึ่งในกระบวนการก่อนการประเมินการใช้งานของพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากคือ ช่วยทำให้เราทราบถึง เส้นทาง เวลา ตำแหน่ง การใช้งานของคน และพื้นที่การใช้งาน (Zeisel, 1984) โดยใช้ประกอบกับข้อมูลด้านอื่น เช่น การศึกษารูปแบบพฤติกรรมการใช้พื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถปรับปรุงและพัฒนาพื้นที่นั้น แต่การเก็บข้อมูลในส่วนนี้มีการใช้เวลาและทรัพยากรบุคคลเป็นจำนวนมาก

ในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อระบุตำแหน่งทั้งภายใน และภายนอกอาคาร อาทิ Wi-Fi, GPS, RFID เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ และรูปแบบการใช้งาน โดยเทคโนโลยีเหล่านี้ ส่วนใหญ่ได้ถูกติดตั้งในสมาร์ตโฟน (Smartphone) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย สามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์ (application) เพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะทางได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเกิดเป็นแนวความคิดเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ บนสมาร์ตโฟนที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายในการติดตามและประเมินผลการใช้งานพื้นที่ใน

อาคารจากคุณสมบัติของการระบุตำแหน่ง งานวิจัยนี้จะมีประโยชน์ในด้านการเก็บข้อมูลการใช้พื้นที่ภายในอาคารและสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพัฒนาพื้นที่โดยมีกลุ่มผู้ใช้ คือ กลุ่มผู้บริหารจัดการพื้นที่ และกลุ่มผู้ประกอบการที่มาลงทุน โดยใช้พื้นที่ศึกษาบริเวณโรงอาหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง เนื่องจากมีรูปแบบพฤติกรรมไม่ซับซ้อนและมีจุดปล่อยสัญญาณเพียงพอ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการประเมินผลการใช้พื้นที่ด้านเส้นทางการสัญจรของคนเดินเท้า
2. ศึกษาการสร้างโปรแกรมประยุกต์และการออกแบบฐานข้อมูลบนแพลตฟอร์ม (platform) แอนดรอยด์ (Android) สำหรับใช้ระบุตำแหน่ง เก็บข้อมูล
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่จากความเข้มสัญญาณ Wi-Fi กับพื้นที่จริง โดยใช้ทฤษฎีการหาตำแหน่งจากความเข้มสัญญาณ Wi-Fi
4. พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบุตำแหน่งภายในอาคารผ่านสมาร์ตโฟนและเก็บเป็นฐานข้อมูลเข้าเซิร์ฟเวอร์ (Server)
5. พัฒนาระบบแสดงข้อมูลการใช้พื้นที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการออกแบบพื้นที่

2. เนื้อความหลัก

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดในการประเมินผลการใช้พื้นที่

การประเมินการใช้พื้นที่ เป็นการศึกษาพฤติกรรมสภาพแวดล้อม พิจารณาจากรูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ประกอบกับข้อมูลต่างๆ ของพื้นที่ เช่น ลักษณะทางกายภาพ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาต่างๆ

2.2 ทฤษฎีและแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม

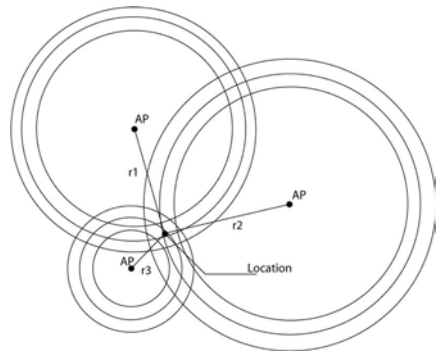
การระบุตำแหน่งเป็นกระบวนการที่ใช้ระบุจุดของสถานที่นั้น และยังเป็นส่วนหนึ่งของการนำทางจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทาง (Kushki, Platanotis & Venetsanopoulos, 2012)

2.2.1 การบริการตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (LBS)

การบริการตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Location-based service: LBS) ถูกติดตั้งในอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ, PDA หรืออุปกรณ์อื่นๆ ผ่านสัญญาณเครือข่ายของผู้ให้บริการ สำหรับการระบุตำแหน่งภายในอาคารจะเป็นรูปแบบของ Near LBS ด้วยเทคโนโลยีระยะใกล้ เช่น WLAN, Bluetooth การใช้งานขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ให้บริการในบริเวณใกล้เคียง

2.2.1.1 ระบบ Wi-Fi

Wi-Fi (wireless fidelity) เป็นชุดผลิตภัณฑ์ที่รองรับมาตรฐาน WLAN โดยทั่วไปแล้วมีระยะการใช้งานที่ 22.5–45 เมตร ในสภาพแวดล้อมโดยทั่วไป การระบุตำแหน่งด้วย Wi-Fi มีความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่ระยะ 1–3 เมตร และสามารถทำได้ในระดับ 0.1 เมตรภายใต้สถานการณ์อุดมคติ (Wang, Jia & Lee, 2003)



รูปที่ 1 รูปจำลองการหาสัญญาณจาก Access point

2.2.1.2 หลัก Trilateration

เป็นวิธีการพิจารณา intersections ของทรงวงกลมทั้งสามวง เพื่อหาตำแหน่ง x, y ใช้ในระบบ GPS โดยใช้การรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อยที่สุด จำนวน 3 ดวงเพื่อหาระยะทาง ดังรูปที่ 1 โดยให้กำหนดให้ทรงกลม P_1 เป็นทรงกลมอ้างอิงที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0, 0)$ สมการ r_1, r_2, r_3 มีค่าดังสมการที่ 1

$$\begin{aligned} r_1^2 &= x^2 + y^2 + z^2 \\ r_2^2 &= (x - d)^2 + y^2 + z^2 \\ r_3^2 &= (x - i)^2 + (y - j)^2 + z^2 \end{aligned} \quad (1)$$

จากสมการเราจะระบุตำแหน่งที่ต้องการเป็นพิกัด (x, y, z) ได้สมการที่ 2

$$x = (r_1^2 - r_2^2 + d^2) / 2d \quad (2)$$

เราสมมติว่า วงกลม 2 วงแรก ตัดกันมากกว่า 1 จุด นั่นคือ $d - r_1 < r_2 < d + r_1$ แทนค่าในสมการที่ 1 ค่าตอบสำหรับ 2 วงกลม ที่ intersect กัน คือ

$$y^2 + z^2 = r_1^2 - ((r_1^2 - r_2^2 + d^2) / 2d)^2 \quad (3)$$

แทนค่า $y^2 + z^2 = r_1^2 - x^2$ ในสมการที่ 3 จะได้

$$y = (r_1^2 - r_3^2 + i^2 + j^2) / 2j - ix / j \quad (4)$$

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบุตำแหน่งภายในอาคาร ติดตามและประเมินผลการใช้พื้นที่ด้านเส้นทางการสัญจรของคนเดินเท้าบนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์: กรณีศึกษาโรงอาหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มกврวรรษ ฤทธิยา ดร. สุธี สุุดประเสริฐ และ พุดฉิมพร ลพเกิด

3. ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา

3.1 ศึกษาพฤติกรรมการใช้โรงอาหาร

เก็บข้อมูลพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในโรงอาหาร ระยะเวลาในการใช้โรงอาหาร ในช่วงเวลาพักกลางวัน เวลา 12.30 น.–13.30 น. โดยการบันทึกข้อมูลแบบวีดีโอ

3.2 การเลือกใช้เครื่องมือและผู้เข้ารับทำการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ในส่วนของเทคโนโลยีการระบุตำแหน่งใช้หลัก Trilateration เป็นการหาค่าความเข้มของสัญญาณ Wi-Fi ที่มีอยู่ในตัวอาคาร เครื่องมือที่นำมาใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย

Eclipse เป็นเฟรมเวิร์คที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรม บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการของสมาร์ตโฟน

phpMyAdmin และ MySQL เป็น open source software ที่นำมาใช้ในการจัดการฐานข้อมูล เก็บข้อมูลตำแหน่ง, เวลา ของผู้ใช้งานพื้นที่ ภาษา Processing ช่วยในการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบ Data Visualization ได้

ผู้ทดสอบที่กำหนดในการวิจัยเลือกใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยมีเกณฑ์ในการเลือกคือผู้ที่ใช้ต้องเป็นนักศึกษาในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และการผังเมือง มีการใช้งานโทรศัพท์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ยอมรับให้มีการติดตั้ง และทดสอบตัวโปรแกรม

3.3 ออกแบบ และพัฒนาโปรแกรม

ตัวโปรแกรมประกอบด้วย 3 ส่วนหลักดังนี้ สมาร์ตโฟน แบ่งการทำงานเป็นสองส่วนคือส่วนผู้ใช้งาน และระบบประมวลผลโดยผู้ใช้งาน

จะทำการกรอกข้อมูลเพื่อเข้าสู่ระบบจากนั้นระบบประมวลผล เก็บข้อมูล และส่งข้อมูลไปเก็บในเซิร์ฟเวอร์

เซิร์ฟเวอร์ตอบรับการลงทะเบียน และเก็บข้อมูลที่ส่งมาไว้ในฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์

ระบบแสดงผลข้อมูล แบ่งการทำงานเป็นสองส่วนระบบจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงผล และผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถเลือกดูข้อมูลที่ต้องการ



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงการทำงานของระบบ

3.4 ทดสอบระบบและประเมินผล

การทดสอบครั้งที่ 1 ทดสอบความถูกต้องของระบบระบุตำแหน่ง ในพื้นที่ขนาดเล็ก การประเมินผลของโปรแกรมประยุกต์ สามารถระบุตำแหน่งได้และจัดเก็บข้อมูล

การทดสอบครั้งที่ 2 ทดสอบความถูกต้องของระบบระบุตำแหน่ง ในพื้นที่โรงอาหารกับผู้ใช้งานจริง และนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพื้นที่ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินโดยมีเกณฑ์การประเมินคือ ผ่านและไม่ผ่าน

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรม

ส่วนของโปรแกรมประยุกต์ได้ออกแบบให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการใช้โปรแกรม เพียงแค่ใส่ ID และรหัสผ่านจากนั้นระบบจะทำการเก็บข้อมูล บันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำของตัวเครื่อง และส่งข้อมูลไปที่เซิร์ฟเวอร์ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพจากโปรแกรมประยุกต์ในสมาร์ตโฟน ระหว่างทำการทดสอบบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

xposition	yposition	datetime
13	12.5	2012:12:20 13:23:4
14.5	11	2012:12:20 13:23:5
13	12.5	24:11:2012:23:31:1
13	12.5	24:11:2012:23:31:1

รูปที่ 4 ข้อมูลบางส่วนที่ถูกเก็บภายในสมาร์ตโฟน

การออกแบบฐานข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ และใช้ php-MyAdmin ในการทำบัญชีผู้ใช้ และออกแบบฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4

การแสดงผลจากฐานข้อมูลใช้การแสดงผลข้อมูลเป็นแผนที่ จำนวนคน และกราฟเส้นเพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับข้อมูลที่หลากหลาย โดยส่วนของแผนที่ได้มีการสร้างจุดจากระยะ x, y ที่ทำได้ และได้ทำการลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่มีความ

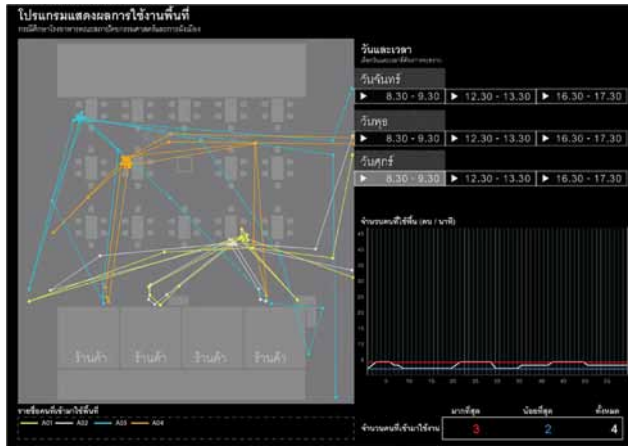
ต่อเนื่องของเวลา เกิดเป็นเส้นทาง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบเกี่ยวกับเส้นทางทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา ส่วนของจำนวนคนได้มาจากการนับการใช้งานของคนโดยใช้คำสั่งนับจำนวนคนในเวลาที่ต้องการ ผู้ใช้งานจะสามารถทราบถึงจำนวนคนที่มากที่สุด น้อยที่สุดและจำนวนคนทั้งหมดได้ทันทีโดยแสดงผลสอดคล้องกับกราฟเส้นและส่วนของกราฟเส้นนำข้อมูลจากตารางมาแสดงตามช่วงเวลา ทำให้ทราบถึงแนวโน้มการใช้งานพื้นที่ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างกัน ดังรูปที่ 5 และออกแบบให้มีปุ่มกด เป็นการสลับการแสดงผลการเก็บข้อมูลใน 9 ช่วงเวลา

4.2 ผลการทดสอบระบบ

จากการทดสอบครั้งที่ 1 ความคลาดเคลื่อนในการหาตำแหน่งจากหลัก trilateration ดังรูปที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแม่นยำในการหาระยะทาง จากจุดที่ยืนอยู่ไปยังตัวส่งสัญญาณ Wi-Fi จุดที่ 1, 2 และ 3 มีค่า 66.36, 39.28 และ 6.18 เหตุที่บางจุดมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยมากเป็นเพราะระยะห่างระหว่างอุปกรณ์กับตัวส่งสัญญาณใกล้เคียงกันมาก การจัดเก็บข้อมูลในตัวเครื่อง และส่งข้อมูลไปเก็บในเซิร์ฟเวอร์ ดังรูปที่ 4 เกิดข้อผิดพลาดในการประมวลผลโปรแกรมทำให้ในบางครั้งโปรแกรมเกิดการขัดข้อง และไม่สามารถดำเนินการต่อได้ นำไปแก้ไขปรับปรุงในการทดสอบครั้งที่ 2

จากการทดสอบครั้งที่ 2 ได้ทดลองจัดตำแหน่งตัวส่งสัญญาณ Wi-Fi กับพื้นที่ให้สอดคล้องกับสัญญาณที่อุปกรณ์สามารถรับได้ พบว่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งลดลง ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลในตัวเครื่อง และส่งข้อมูลไปเก็บในเซิร์ฟเวอร์ มีความถูกต้อง และส่วนของระบบการแสดงผลการให้

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบุตำแหน่งภายในอาคาร ติดตามและประเมินผลการใช้พื้นที่ด้านเส้นทางการสัญจรของคนเดินเท้าบนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์: กรณีศึกษาโรงอาหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มทร.พระนคร ฤทธิยา ดร. สุธี สุตประเสริฐ และ พุทธิพร ลพเกิด



รูปที่ 5 โปรแกรมแสดงผลการใช้งานพื้นที่

พื้นที่ ดังรูปที่ 5 พบว่า การการทำงานของระบบแสดงผลพื้นที่ได้ตรงตามข้อมูลจริงและนำไปใช้ในการตัดสินใจได้

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาโปรแกรมระบุตำแหน่งภายในอาคารชุดโปรแกรมแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. เก็บและบันทึกข้อมูลจากสมาร์ตโฟน
2. ส่งข้อมูลจากสมาร์ตโฟนทุกเครื่องเข้าเซิร์ฟเวอร์สำหรับเก็บข้อมูล
3. แสดงผลการใช้งานพื้นที่โดยการนำข้อมูลออกมาแสดงผล

ผลการศึกษา วิจัย และพัฒนาชุดโปรแกรม

1. ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินการใช้งานพื้นที่ในปัจจุบัน มีการใช้การนับจำนวนผู้ที่สัญจรผ่านบริเวณนั้น โดยจะไม่ทราบถึงเส้นทางการสัญจรของแต่ละคน ในการพัฒนาชุดโปรแกรมนี้ทำให้ได้ทราบถึงจำนวน เส้นทาง และเวลาของผู้ที่เข้ามาใช้งานในพื้นที่จากการส่งข้อมูลของตัวโปรแกรมประยุกต์ไปยังเซิร์ฟเวอร์

2. ข้อมูลที่ได้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงจากการบันทึกตำแหน่ง เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้งานจะพกสมาร์ตโฟน ติดตัว

3. ในกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นมีหลายขั้นตอน งานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมที่เป็นพื้นฐานโดยตัวโปรแกรมประยุกต์จะส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ ช่วยในการประหยัดเวลาในการรวบรวมข้อมูล

4. การแสดงผลข้อมูลในโปรแกรมแสดงผลการใช้งานพื้นที่เป็นเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ใช้งานพื้นที่มาแสดงในรูปแบบของเส้นทางการเดินซึ่งกลุ่มผู้ใช้งานโปรแกรมเช่นผู้บริหารจัดการพื้นที่ จะใช้ในการตัดสินใจในการปรับปรุงและพัฒนาและกลุ่มผู้ประกอบการร้านอาหารใช้ในการตัดสินใจที่จะเข้ามาขายสินค้าในโรงอาหาร

6. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาผู้วิจัยควรมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมที่จะใช้งานเพื่อที่จะได้ทราบถึงเวลาในการดำเนินงาน

ผู้วิจัยที่จะนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อควรพัฒนาในหลายส่วนดังนี้

ส่วนของระบบประมวลผลในสมาร์ทโฟน
ควรมีการพัฒนาเพิ่มในส่วนการหาค่าตัวแปรที่
ใช้ในการคำนวณระยะทางโดยอัตโนมัติเพื่อ
ประหยัดเวลาในการตั้งค่าระบบและควรมีการ
พัฒนาโปรแกรมให้สามารถคำนวณหาตำแหน่ง
จากจุดปล่อยสัญญาณที่มีมากกว่า 3 จุด เพื่อ
รองรับการใช้งานในพื้นที่ขนาดใหญ่

ส่วนแสดงผลข้อมูล ลดความซับซ้อนของ
ระบบโดยให้ทำงานอยู่บน Web Application และ
แสดงในรูปแบบอื่นเพื่อพัฒนาในส่วนการแสดงผล
ข้อมูล

References

นิธิศ เกียรติสุข. (2555). พฤติกรรมการใช้พื้นที่
บริเวณศูนย์อาหารภายในศูนย์การค้าเขต
กรุงเทพฯ. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.* (14), 109-122.
เลอสม สถาปิตานนท์. (2554). *มิติสถาปัตยกรรม.*
กรุงเทพฯ: ลายเส้น.
เสาวนิตย์ สระทองล้วน, ชลลดา ขวลิขิตพิเชฐ,
และ ธรรมภรณ์ ศิริไชยา. (2007, สิงหาคม).
Location Estimate. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม
2555. จาก <http://locationproject.blogspot.com/>

ไพบูลย์ สวัสดิ์ปัญญาโชติ. (2554). *The Android Developer's Cookbook: รวมโค้ด Android App.* กรุงเทพฯ: ทูริติจิตอล คอนเท้นท์แอนด์มีเดีย.

Altman, I., Rapoport, A., & Wohlwill, F., J. (1980). *Human Behavior and Environment Volume 4.* New York: Plenum Press.

Fry, B. (2008). *Visualizing Data.* Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Kushki, A., Plataniotis, N. K. & Venetsanopoulos, N. A. (2012). WLAN positioning systems: Principles and applications in location-based services. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Wang, Y., Jia, X. & Lee, H.K. (2003). An indoors Wireless positioning system based on wireless local area network infrastructure. *Proceeding of the 6th International Symposium on Satellite Navigation Technology Including Mobile Position & Location Services.*

Zeisel, J. (1984). *Inquiry by design: Tools for environment-behavior Research.* New York, USA: Cambridge University Press.

