

การใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านท่อนำแสงแนวตั้ง

Daylighting in Building Through a Vertical Light Pipe

ศิวดล อุปพงษ์* / Siwadon Upapong
ยingsawat ไชยะกุล** / Yingsawad Chaiyakul

* หลักสูตรปริญญา
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
** ผู้ช่วยศาสตราจารย์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
e-mail : u.siwadon@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ มีวัตถุประสงค์นำเสนอความสัมพันธ์ของค่าปริมาณแสงสว่างกับขนาดและความยาวท่อนำแสงแนวตั้งของการนำท่อนำแสงแนวตั้งมาใช้ในอาคาร การศึกษาวิจัยท่อนำแสงนี้ดำเนินการโดยการสร้างแบบจำลองคำนวณปริมาณแสงสว่างจากโปรแกรม DIALux 4.9 นำเสนอผลที่ได้เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ท่อนำแสงแนวตั้งในอาคาร

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา มีขนาดห้องกว้าง 20.00 เมตร ยาว 20.00 เมตร และสูง 3.00 เมตร ท่อนำแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร 0.80 เมตร และ 1.00 เมตร ความยาวท่อนำแสง 0.50 ถึง 6.00 เมตร ศึกษาทุกระยะ 0.50 เมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (R) ของผิวท่อนำแสงเท่ากับ 0.90 ตำแหน่งที่ใช้ในการคำนวณปริมาณแสงสว่าง ได้แก่ ที่ปากท่อนำแสง ที่ปลายท่อนำแสงที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane) และที่ระนาบพื้นห้อง วันเวลาในการเก็บข้อมูล คือ วันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม ในสภาพท้องฟ้าแบบท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky) ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน (Party Cloudy Sky) และท้องฟ้ามีเมฆมาก (Overcast Sky)

ผลที่ได้จากการศึกษานี้ ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของท่อนำแสง ขนาดท่อ ความยาวท่อ และปริมาณความสว่างที่ส่องผ่านท่อนำแสงแนวตั้งเข้าสู่อาคาร โดยนำเสนอแผนภาพปริมาณความสว่างเฉลี่ยที่ระนาบพื้นที่ใช้งานและพื้นห้อง ตามความยาวท่อนำแสงแนวตั้งเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่างๆ และแผนภาพ Daylight Factor (DF) ที่ระนาบพื้นที่ใช้งานและที่พื้นห้อง เพื่อเป็นข้อมูลแนวทางสำหรับการนำท่อนำแสงไปใช้ในอาคาร ให้อาคารประหยัดพลังงานด้านแสงสว่าง นำไปสู่การพัฒนาการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงแนวตั้งที่ดีขึ้นในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ : แสงธรรมชาติ ท่อนำแสง อาคาร

Keywords : Daylighting, Vertical Light, Building

บทนำ

แสงธรรมชาติเป็นพลังงานทดแทนจากธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการประหยัดพลังงาน โดยการใช้พลังงานทดแทนจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่มีหมด ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตโซนมีแสงธรรมชาติที่เพียงพอ โดยมีปริมาณแสงสว่างที่ได้จากท้องฟ้าที่มีค่ามากกว่า 10,000 (lux) สูงถึง 90% ซึ่งหากสามารถนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารให้เกิดประโยชน์ จะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานด้านแสงสว่างภายในอาคาร จากสถิติการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2553 มีการใช้ไฟฟ้าคิดเป็นพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 148,709 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง และพบว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบแสงสว่างมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุกปี การเลือกใช้พลังงานที่เหมาะสมก็จะช่วยลดภาระในส่วนของการใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าโดยรวมลงได้ในระยะยาว

ท่อนำแสงสามารถนำแสงเข้าสู่อาคารได้ทั้งด้านบนและด้านข้าง รวมทั้งสามารถนำแสงเข้าสู่ภายในห้องที่ไม่มีช่องเปิดได้ต่างจากการนำแสงทางด้านข้างทั่วไป ที่จะให้แสงได้เฉพาะส่วนที่มีช่องเปิดสู่ภายนอกอาคาร ระบบท่อนำแสงจึงเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการออกแบบและการทดลองนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคาร การศึกษาจึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าปริมาณความสว่างกับขนาดท่อนำแสงรวมถึงความยาวท่อนำแสงแนวดิ่ง โดยความสัมพันธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างสะดวกง่ายแก่การเข้าใจ เหมาะแก่สถาปนิก วิศวกร นำไปใช้งาน ประกอบการพิจารณาเลือกใช้ท่อนำแสงในอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานแสงสว่างในอาคาร เป็นแนวทางการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานธรรมชาติในอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุด และส่งเสริมการใช้ท่อนำแสงแนวดิ่งไปใช้ในอาคารให้เป็นที่แพร่หลาย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยการใช้แสงธรรมชาติในอาคารผ่านท่อนำแสงแนวดิ่ง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และวิธีการศึกษาวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย รายละเอียดดังนี้

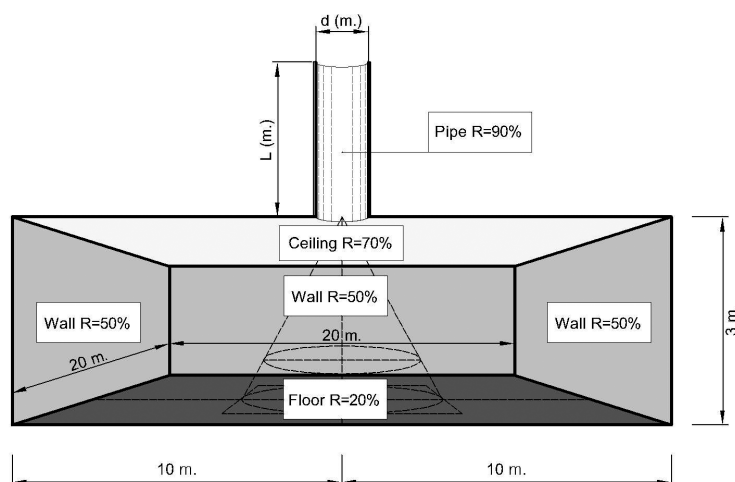
แนวทาง ขั้นตอน ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การหาความสัมพันธ์ใช้วิธีจำลองทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม DIALux 4.9 ในการคำนวณหาปริมาณแสงสว่างจากแสงธรรมชาติในอาคารผ่านท่อนำแสงแนวดิ่ง กำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ของแบบจำลอง ดังนี้

1) ที่ตั้งการศึกษาวิจัยนี้กำหนดสถานที่ตั้งในการทดลองคือ จังหวัดขอนแก่น ตำแหน่งลองจิจูด 102.5 องศาตะวันออก และละติจูด 16 องศาเหนือ

2) ขนาดห้อง กำหนดขนาดห้องในแบบจำลองในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบจำลองขนาดห้องกว้าง 20.00 เมตร ยาว 20.00 เมตร เพื่อไม่ให้ผลกระทบจากแสงสะท้อนกลับจากผนังห้องส่งผลต่อการคำนวณปริมาณแสงสว่างที่ได้จากท่อนำแสง ทำให้ผลการคำนวณที่ได้เป็นปริมาณความสว่างจากท่อนำแสงแนวดิ่งโดยตรง ในส่วนความสูงจากปลายท่อนำแสงแนวดิ่งถึงพื้นห้อง ในงานศึกษาวิจัยครั้งนี้ กำหนดความสูงไว้ที่ 3.00 เมตร เป็นความสูงที่ใช้กับความสูงระหว่างชั้นในอาคารทั่วไป

3) ขนาดท่อนำแสงแนวดิ่งเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 0.60 เมตร 0.80 เมตร และ 1.00 เมตร และใช้ความยาวท่อขนาด 0.50 ถึง 6.00 เมตร ทุกระยะ 0.50 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวท่อนำแสง $R=90\%$ ด้านรับแสงของปากท่อนำแสง กำหนดให้แสงสามารถเข้าได้ทุกทิศทาง โดยมีค่าการส่องผ่านของแสง (Transmission: T) มีค่า $T=90\%$ การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวห้องแบบจำลอง ตามมาตรฐานของ IES กำหนดไว้ดังนี้ 1) พื้นผิวเพดาน กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง $R=70\%$ 2) พื้นผิวผนังทั้ง 4 ด้าน กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง $R=50\%$ 3) พื้นผิวพื้นห้อง กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง $R=20\%$ ดังแสดง ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบจำลองห้องทดลอง

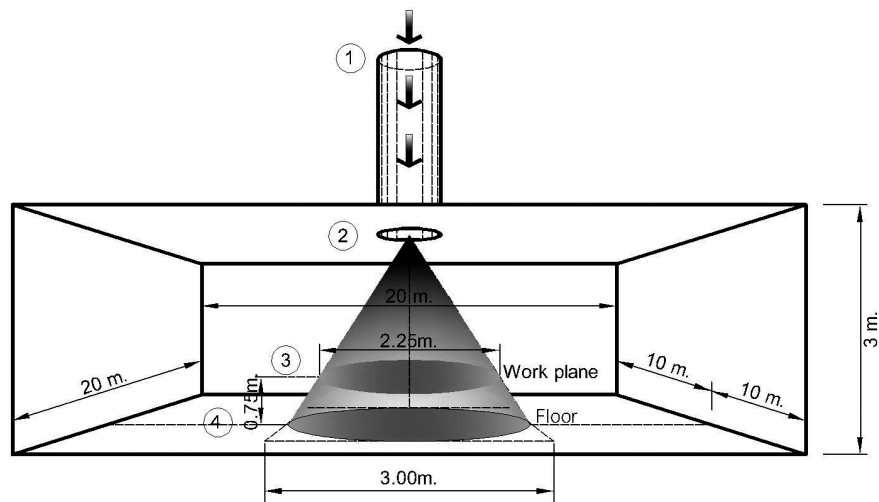
วิธีการเก็บข้อมูลการศึกษาวิจัย

1) วัน เวลา ในการทดลองการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารผ่านท่อนำแสงแนวดิ่ง โดยการใช้โปรแกรม DIALux 4.9 ในการคำนวณหาปริมาณแสงสว่างจากแสงธรรมชาติในอาคาร ได้กำหนดวันเวลาในการทดลอง ได้แก่ วันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม โดยคำนวณและเก็บข้อมูลช่วงเวลา 07.00–17.00 น. ของทุก 1 ชั่วโมง ตามสภาพท้องฟ้า 3 แบบ ได้แก่ 1) สภาพท้องฟ้าแบบที่มีเมฆมาก (Overcast Sky) 2) สภาพท้องฟ้าแบบ ที่มีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy Sky) และ 3) สภาพท้องฟ้าแบบท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky) เพื่อนำข้อมูลปริมาณแสงสว่างที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวท่อ ขนาดและปริมาณแสงสว่างที่ได้

2) ตำแหน่งในการวัดปริมาณแสงสว่าง

การคำนวณหาปริมาณแสงสว่างจากแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคารผ่านท่อนำแสงแนวดิ่ง โดยการใช้โปรแกรม DIALux 4.9 ได้กำหนดตำแหน่งที่ต้องการให้โปรแกรมคำนวณหาปริมาณแสงสว่าง ดังนี้ 1) ที่ด้านรับแสงปากท่อนำแสง 2) ที่ปลายท่อนำแสง 3) ที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane) และ 4) ที่ระนาบพื้นห้อง ดังแสดงในภาพที่ 2 ในตำแหน่งที่ 1 และ 2 เป็นการคำนวณในลักษณะปริมาณแสงที่เฉลี่ยตามพื้นที่หน้าตัดท่อ (Calculation Surface) โดยข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบปริมาณแสงสว่างภายนอกอาคารที่ปากท่อนำแสง และปริมาณแสงสว่างที่ปลายท่อนำแสงแนวดิ่งเป็นข้อมูลเพื่อคู่กันพฤติกรรมของแสง ในตำแหน่งที่ 3 และ 4 เป็นการคำนวณปริมาณแสงสว่างลักษณะจุดแบบกลุ่ม (Calculation Grid) และขอบเขตในการคำนวณหาปริมาณแสงสว่าง ทำมุม 45 องศา ตามหลักทฤษฎี Law Square ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตำแหน่งที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณแสงสว่าง

ผลการศึกษาวิจัย

ผลการคำนวณปริมาณแสงสว่างจากโปรแกรม DIALux 4.9 ในตำแหน่งระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane) และที่พื้นห้อง นำผลที่ได้แต่ละวัน ใน 4 วันที่ทดลอง เวลา 7.00-17.00 น. ตามสภาพท้องฟ้าทั้ง 3 แบบ มาเฉลี่ยค่าได้ปริมาณความสว่างเฉลี่ยในตำแหน่งพื้นที่ใช้งานและพื้นห้อง นำมาเปรียบเทียบกับปริมาณความสว่างตามมาตรฐาน CIE ดังนี้ 1) ปริมาณความสว่างที่เหมาะสมกับงานที่ใช้สายตาไม่มากนัก ที่ต้องการระดับความสว่าง 200 lux 2) ห้องที่ไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่องเวลานาน ที่ต้องการระดับความสว่าง 100 lux และ 3) ทางเดินภายในและการแวะ

ผ่านระยะสั้น ที่ต้องการระดับความสว่าง 50 lux ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

ที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane)

1. งานที่ใช้สายตาไม่มากนัก ที่ต้องการระดับความสว่าง 200 lux ช่วงเวลาทำงาน 09.00-15.00 น. ได้ผลการคำนวณ ท่อนำแสงแนวดิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ม. เป็นท่อที่เหมาะสมที่สุด ความยาวท่อเท่ากับ 0.50-1.00 ม. ตามแสดงในภาพที่ 3

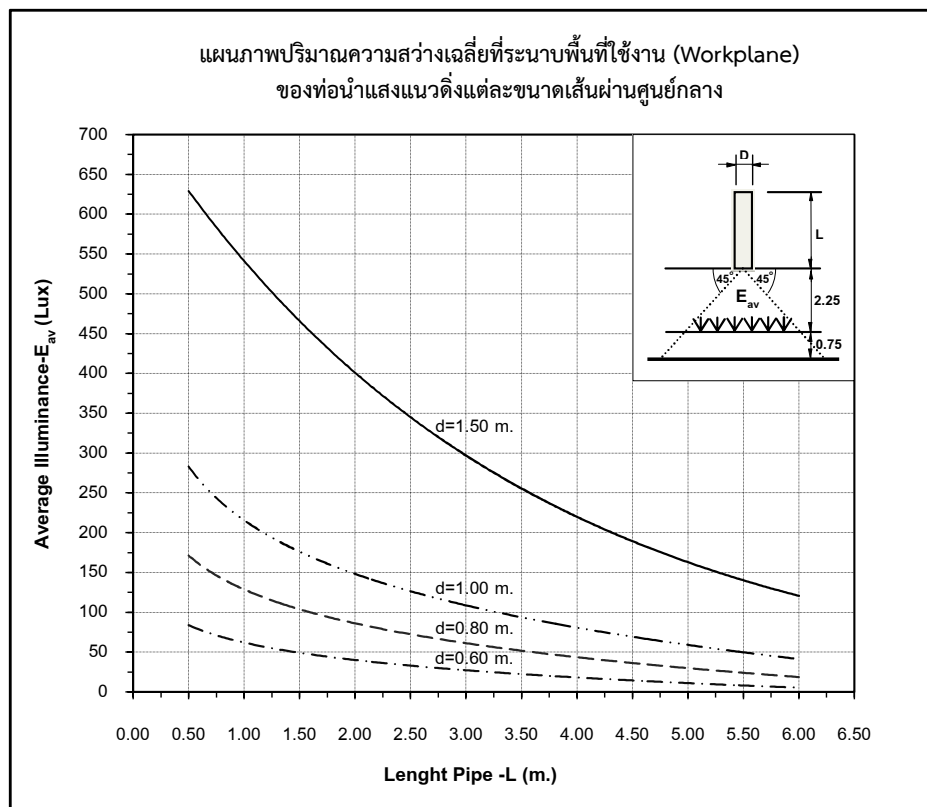
2. ห้องที่ไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่องเวลานาน ที่ต้องการระดับความสว่าง 100 lux ช่วงเวลาทำงาน 09.00 -15.00 น. ได้ผลการคำนวณ ท่อนำแสงแนวดิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 ม.

เป็นท่อที่เหมาะสมที่สุด ความยาวท่อเท่ากับ 0.50-3.00 เมตร ตามแสดงในภาพที่ 3

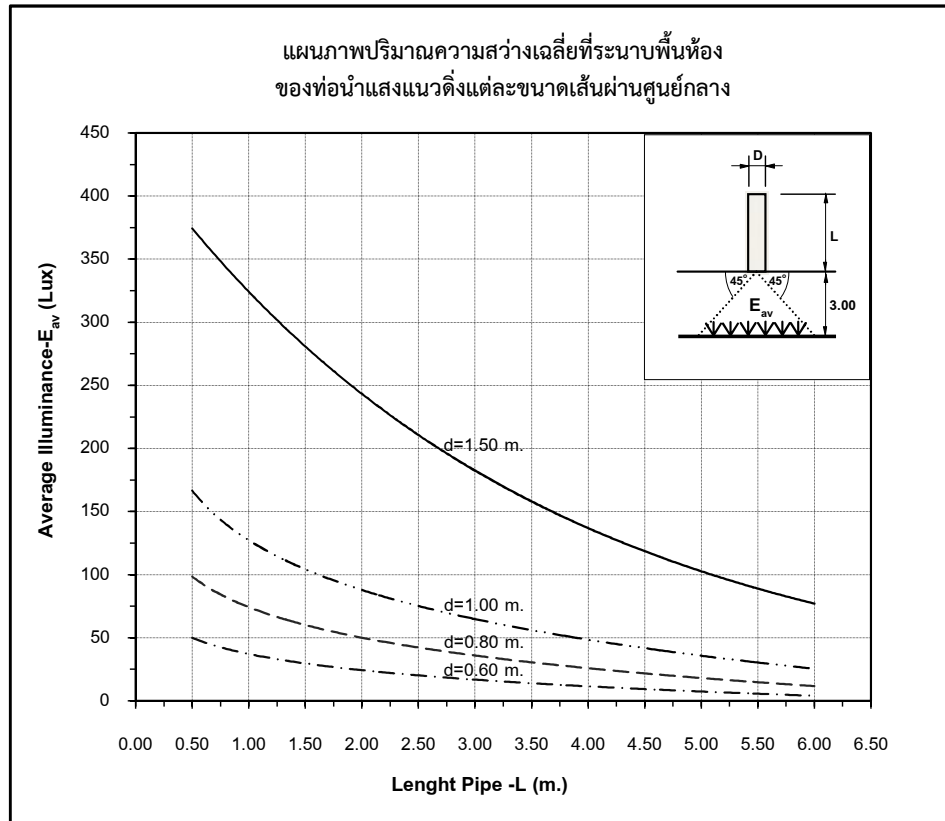
ที่ระนาบพื้นห้อง

ทางเดินภายในและการแขวนผ่านระยะสั้น ที่ต้องการระดับความสว่าง 50 lux ช่วงเวลา 09.00-15.00 น. ได้ผลการคำนวณคือ ท่อนำแสงแนวตั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.00 เมตร เป็นท่อที่เหมาะสมที่สุด ความยาวท่อเท่ากับ 0.50-3.50 เมตร และท่อนำแสงแนวตั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร ที่ความยาวท่อเท่ากับ 0.50-2.00 เมตร ตามแสดงในภาพที่ 4

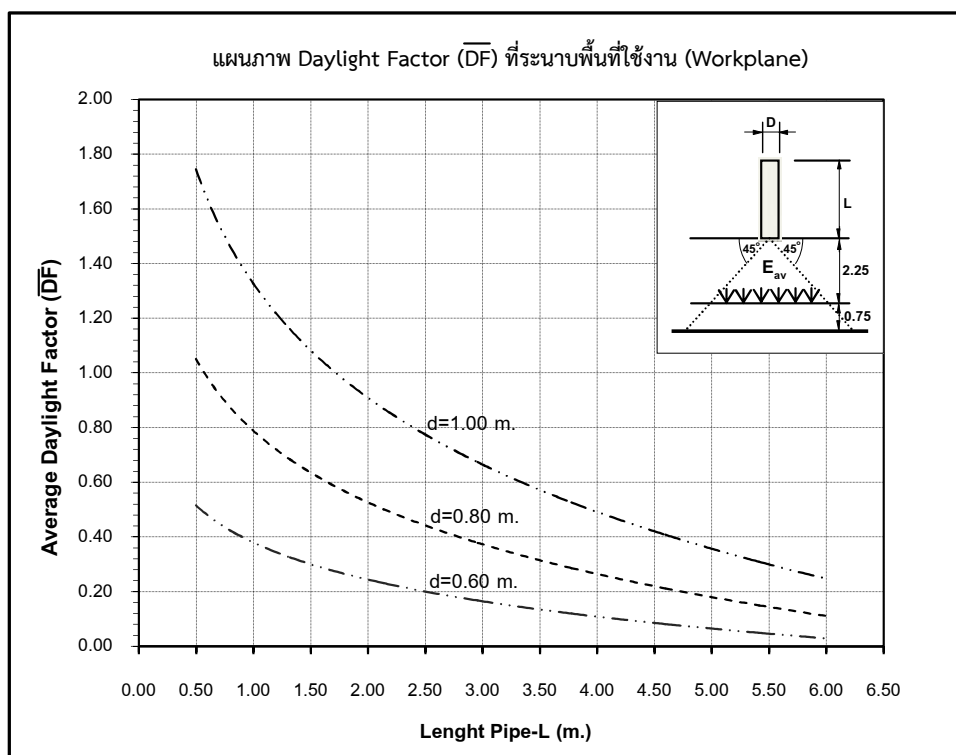
การศึกษาท่อนำแสงแนวตั้งได้พิจารณาขนาดท่อนำแสงเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.10-1.50 เมตร เพิ่มเติมจากที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการศึกษา เพื่อพิจารณาขนาดท่อนำแสงแนวตั้ง ที่มีปริมาณความสว่างผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน CIE ที่ต้องการระดับความสว่าง 100 lux ในช่วงเวลาทำงาน 09.00 -15.00 น. โดยท่อนำแสงแนวตั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 เมตร มีปริมาณความสว่างผ่านเกณฑ์ที่ความยาวท่อ 0.50-6.00 เมตร ผลการคำนวณปริมาณความสว่างของท่อนำแสงขนาดต่างๆ แสดงตามแผนภาพความสัมพันธ์ของท่อนำแสงแนวตั้งกับตัวแปรต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4



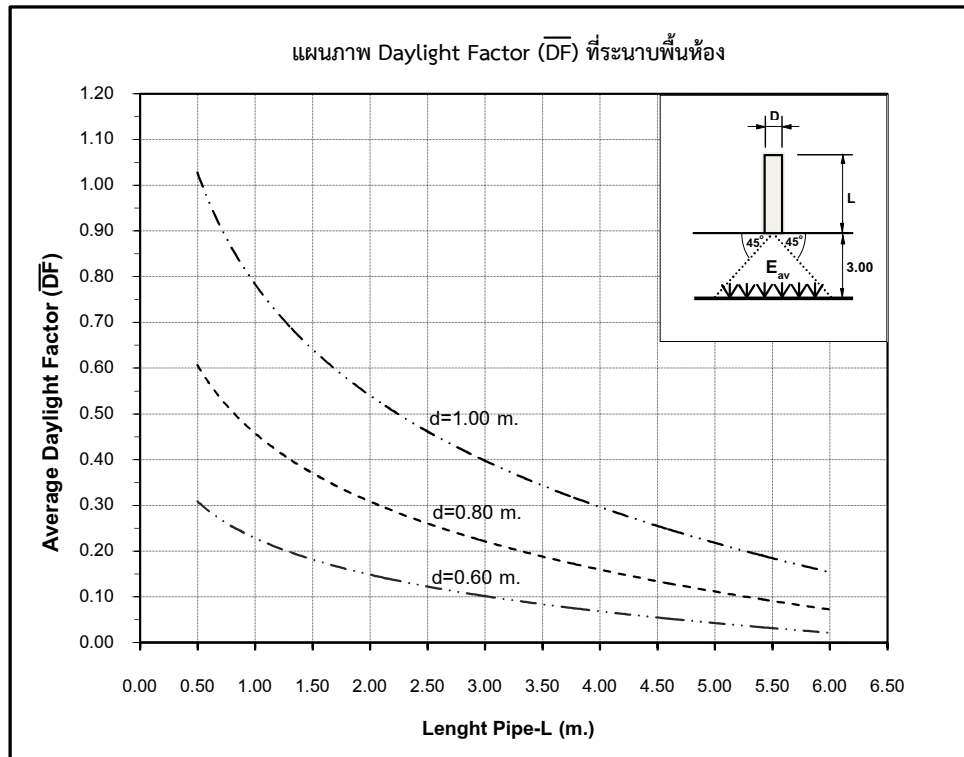
ภาพที่ 3 แสดงผลการคำนวณปริมาณความสว่างเฉลี่ยที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane)



ภาพที่ 4 แสดงผลการคำนวณปริมาณความสว่างเฉลี่ยที่ระนาบพื้นห้อง



ภาพที่ 5 แสดงผลการคำนวณค่า Daylight Factor (DF) ที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane)



ภาพที่ 6 แสดงผลการคำนวณค่า Daylight Factor (DF) ที่ระนาบพื้นห้อง

ผลการคำนวณหาค่า Daylight Factor (DF)

การคำนวณค่า Daylight Factor (DF) ของท่อนำแสง แนวตั้งในสภาพท้องฟ้าแบบ Overcast Sky เฉลี่ยค่าใน 4 วัน ทดลอง ได้แก่ วันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม ของท่อนำแสงแนวตั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร 0.80 เมตร และ 1.00 เมตร ได้ค่า Daylight Factor (DF) ที่ระนาบ พื้นที่ใช้งาน และที่ระนาบพื้นห้อง มีค่า $DF < 2.5\%$ เหมาะสำหรับ พื้นที่ลักษณะใช้งานแบบการอ่านหนังสือและการใช้งานปกติในช่วง เวลาขณะหนึ่ง ผลการคำนวณค่า Daylight Factor (DF) ของท่อ

นำแสงขนาดต่างๆ แสดงตามแผนภาพค่า Daylight Factor (DF) ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6

จากแผนภาพความสัมพันธ์ของท่อนำแสงแนวตั้งที่ได้ จากศึกษา ได้แก่ แผนภาพการคำนวณปริมาณความสว่างเฉลี่ย ของความยาวท่อตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อขนาดต่างๆ และ แผนภาพค่า Daylight Factor (DF) ที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Work-plane) และที่ระนาบพื้นห้อง (ภาพที่ 4-6) ได้หาสมการความสัมพันธ์เชิงคณิตที่ได้จากการศึกษา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พหุคูณ (R^2) ตามสมการที่ 1-14 ดังนี้

สมการความสัมพันธ์ปริมาณความสว่างเฉลี่ยที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane)

D= 1.50 ม.

$$E_{av} = 731.e^{-0.3L} \quad (R^2=0.997)$$

สมการที่ 1

D= 1.00 ม.

$$E_{av} = -97.2\ln(L)+215.5 \quad (R^2=0.998)$$

สมการที่ 2

D= 0.80 ม.

$$E_{av} = -61.3\ln(L)+128.4 \quad (R^2=0.992)$$

สมการที่ 3

D= 0.60 ม.

เมื่อ $E_{av} = -31.6 \ln(L) + 61.77$ ($R^2 = 0.979$) สมการที่ 4
 E_{av} = ปริมาณความสว่างเฉลี่ย (lux)
 L = ความยาวท่อนำแสงแนวดิ่ง (เมตร)

สมการความสัมพันธ์ปริมาณความสว่างเฉลี่ยที่ระนาบพื้นที่ห้อง

D = 1.50 ม.

$E_{av} = 432.4.e^{-0.28L}$ ($R^2 = 0.997$) สมการที่ 5

D = 1.00 ม.

$E_{av} = -56.8 \ln(L) + 127.3$ ($R^2 = 0.998$) สมการที่ 6

D = 0.80 ม.

$E_{av} = -34.8 \ln(L) + 74.20$ ($R^2 = 0.993$) สมการที่ 7

D = 0.60 ม.

เมื่อ $E_{av} = -18.5 \ln(L) + 37.12$ ($R^2 = 0.971$) สมการที่ 8
 E_{av} = ปริมาณความสว่างเฉลี่ย (lux)
 L = ความยาวท่อนำแสงแนวดิ่ง (เมตร)

สมการความสัมพันธ์ค่า Daylight Factor (DF) เฉลี่ยที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane)

D = 1.00 ม.

$DF = -0.60 \ln(L) + 1.326$ ($R^2 = 0.998$) สมการที่ 9

D = 0.80 ม.

$DF = -0.37 \ln(L) + 0.788$ ($R^2 = 0.991$) สมการที่ 10

D = 0.60 ม.

เมื่อ $DF = -0.19 \ln(L) + 0.380$ ($R^2 = 0.978$) สมการที่ 11
 DF = ค่า Daylight Factor (DF)
 L = ความยาวท่อนำแสงแนวดิ่ง (เมตร)

สมการความสัมพันธ์ค่า Daylight Factor (DF) เฉลี่ยที่ระนาบพื้นที่ห้อง

D = 1.00 ม.

$DF = -0.35 \ln(L) + 0.783$ ($R^2 = 0.998$) สมการที่ 12

D = 0.80 ม.

$DF = -0.21 \ln(L) + 0.458$ ($R^2 = 0.992$) สมการที่ 13

D = 0.60 ม.

เมื่อ $DF = -0.11 \ln(L) + 0.228$ ($R^2 = 0.973$) สมการที่ 14
 DF = ค่า Daylight Factor (DF)
 L = ความยาวท่อนำแสงแนวดิ่ง (เมตร)

สมการความสัมพันธ์เชิงคณิตที่ได้จากการศึกษา สามารถนำไปคำนวณปริมาณความสว่างและค่า Daylight Factor (DF) ที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane) และที่ระนาบพื้นห้อง ตามความยาวท่อหน้าแสงขนาดต่างๆ ที่ต้องการทราบปริมาณความสว่าง โดยใช้งานควบคู่กับแผนภาพที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 4 และ 5 ทำให้การคำนวณปริมาณความสว่าง ทำได้สะดวกและง่ายต่อการนำไปใช้

สรุปข้อเสนอแนะ

การศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารผ่านท่อหน้าแสงแนวดิ่ง ได้ผลการศึกษาจากการใช้โปรแกรม DIALux 4.9 ในการคำนวณปริมาณแสงสว่างในตำแหน่ง ที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane) และที่ระนาบพื้นห้อง โดยใช้ท่อหน้าแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 เมตร 0.80 เมตร และ 1.00 เมตร และความยาวท่อหน้าแสง 0.50-6.00 เมตร ทุกระยะ 0.50 เมตร และขนาดท่อหน้าแสงเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 เมตร ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน CIE นำเสนอแผนภาพการคำนวณปริมาณความสว่างเฉลี่ยของความยาวท่อตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อขนาดต่างๆและแผนภาพค่า Daylight Factor (DF) ที่ระนาบพื้นที่ใช้งาน (Workplane) และที่ระนาบพื้นห้อง พร้อมสมการความสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย ซึ่งค่าที่ได้จากคำนวณจากโปรแกรม DIALux ที่พัฒนาโดยบริษัทต่างชาติ สูตรที่ใช้คำนวณจึงใช้สูตรมาตรฐานสากล และตัวโปรแกรมเป็นโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ได้ทั่วโลก ผลที่ได้จึงเป็นค่ามาตรฐาน ซึ่งในความเป็นจริงค่าที่คำนวณได้อาจน้อยกว่าความเป็นจริง เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนมีแสงธรรมชาติที่เพียงพอและมีปริมาณแสงสว่างสูง

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีข้อจำกัดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้โปรแกรม DIALux ซึ่งต้องทำความเข้าใจในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองท่อหน้าแสงแบบทอวงกลม การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณแสงสว่าง และระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยได้ จากการศึกษาวิจัยท่อหน้าแสงแนวดิ่งยังสามารถศึกษาค้นคว้าในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านพื้นที่หน้าตัดท่อหน้าแสง แบบหน้าตัดทอวงกลมกับหน้าตัดทอสี่เหลี่ยม สามารถนำมาค้นคว้าเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของท่อทั้งสองแบบได้ การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นผิวผนังท่อหน้าแสง เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อปริมาณแสงสว่างได้ การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ได้ปริมาณแสงสว่างที่สูงขึ้นไปด้วย รวมทั้งระยะความสูงห้องของอาคารที่ความสูงต่างๆ

ด้านการรับแสงที่ปากท่อหน้าแสง การศึกษานี้ไม่ได้พิจารณาการรับแสง ทำให้มุมที่แสงผ่านเข้าสู่ท่อหน้าแสงจะตามมุมของแสงอาทิตย์ตามวันต่างๆ ของวงโคจรรอบโลก หากสามารถออกแบบเครื่องมือรับแสงที่ปากท่อหน้าแสงอาจทำให้ปริมาณแสงสว่างมีความสม่ำเสมอมากขึ้นได้ และระยะห่างระหว่างท่อหน้าแสง ควรมีศึกษาเพื่อทราบการวางตำแหน่งท่อหน้าแสงที่เหมาะสม รวมทั้งอุณหภูมิห้องผลกระทบที่เกิดจากการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารผ่านท่อหน้าแสง ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อให้ทราบผลกระทบที่เกิดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. รายงานประจำปี 2553. 2553. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2552. เอกสารประกอบหลักสูตรมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.
- เด่น แซ่อึ้ง. การให้ความสว่างทางเดินภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติโดยทางช่องท่อหน้าแสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2550.
- Egan, M.D. 1983. Concepts in Architectural Lighting. United States: McGraw-Hill, Inc.
- Surapong, C., Pipat, C., & Singthong, P. 2000. Daylight Availability and Models for Global and Diffuse Horizontal Illuminance & Irradiance for bangkok. Journal of Renewable Energy, vol. 26, P. 69-89