การออกแบบ การส่องสว่างภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติตามวิธีของ CIE

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายสมัย สือุชิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-826-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017424

INTERIOR DAYLIGHTING DESIGN BY CIE METHOD

Mr. Smai Si-Uchin

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1990

ISBN 974-577-826-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบการส่องสว่างภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ ตามวิธีของ CIE

โดย นายสมัย สีอุชิน

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุณห์ไวทยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุณห์ไวทยะ)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ไชยะ แช่มช้อย)

.... กรรมการ
(ม.ล. ปิยพงศ์ นวรัตน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมัย สี่อุชิน : การออกแบบการส่องสว่างภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ ตามวิธีของ CIE (INTERIOR DAYLIGHTING DESIGN BY CIE METHOD)
อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ประโมทย์ อุณห์ไวทยะ, อ.ไชยะ แช่มช้อย, 162 หน้า.
ISBN 974-577-826-5

การวิจัยนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ ใช้ในงานออกแบบอาคาร หรือการส่องสว่างในแนวราบภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ ตามวิธีของ CIE พร้อมทั้งพัฒนาและปรับปรุงข้อมูลของ CIE เพื่อใช้ในการคำนวณค่าความส่องสว่างในแนวดิ่งภายในอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน

ผลจากการวิจัย ทำให้สามารถใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ ช่วยในงานออกแบบอาคารหรือการส่องสว่างภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ โดยสามารถคำนวณหาค่าความสว่างต่ำสุดที่จุดอ้างอิงในแนวราบสำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้านหรือสองด้าน พร้อมทั้งค่าความสว่างเฉลี่ยบนกำแพงด้านตรงข้ามหน้าต่างได้ และสามารถหาค่าความสว่างเฉลี่ยในแนวราบบนระนาบอ้างอิงภายในอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา, หลังคาลักษณะฟันเลื่อย, หลังคาเป็นมอนิเตอร์, หลังคาแบบผสมระหว่างหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย และหลังคาแบบผสมระหว่างหลังคาธรรมดากับหลังคามอนิเตอร์ นอกจากนี้ยังได้เพิ่มผลของกันสาด หรือบานเกล็ดสำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนัง และสามารถหาขนาดหน้าต่างของอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน และหาจำนวนของช่องเปิดรับแสงของอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดาได้จากค่าความสว่าง ที่กำหนดสำหรับการหาค่าความสว่างเฉลี่ยบนกำแพงด้านตรงข้ามหน้าต่างนั้นได้ตรวจสอบความถูกต้อง โดยการคำนวณค่าความสว่างเป็นจุด ๆ โดยวิธีที่ถือว่าหน้าต่างเป็นแหล่งกำเนิดแสงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดใหญ่ (SURFACE RADIATOR) แล้วหาค่าเฉลี่ยซึ่งให้ผลใกล้เคียงกัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

SMAI SI-UCHIN : INTERIOR DAYLIGHTING DESIGN BY CIE METHOD
THESIS ADVISOR: ASSO.PROF.PRAMOTH AUNHWITAYA, CHAIYA CHAMCHOI,
162 PP. ISBN 974-577-826-5

This study was to develope microcomputer program for building design or horizontal interior daylighting design by CIE method. Additionally, the developing and modifying on CIE data for vertical interior daylighting calculation in building has vertical window in one wall.

The result of this study, microcomputer program can be used for building design or interior daylighting design by finding minimum horizontal illuminance at reference point for vertical window building and, at the same time, average vertical illuminance on the wall opposite the vertical window wall, and average horizontal illuminance on reference plane for building has skylight roof, sawtooth roof, monitor roof, combination of skylight and sawtooth roof, and combination of skylight and monitor roof also, including the effect of overhang and louver for vertical window building, finding width of window for vertical window in one wall or amount of aperture for skylight roof at required illuminance.

For finding the average vertical illuminance on the wall opposite the vertical window wall, it was checked by calculate illuminance at each point on the wall by Surface Radiator method and finding the average illuminance which the result is nearly the same.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ลายมือชื่อนิสิต ....
ภาควิชา ......วิศวกรรมไฟฟ้า......	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....
สาขาวิชา ......วิศวกรรมไฟฟ้า......	
ปีการศึกษา ......2532......	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้ เนื่องจากความช่วยเหลือของผู้มีพระคุณหลายท่าน ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุณห์ไวทยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ไชยะ แช่มช้อย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ท่านทั้งสองให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยดีตลอดมา และขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และ ม.ล.บิยพงศ์ นวรัตน์ เจ้าหน้าที่จากการไฟฟ้านครหลวง ที่ท่านทั้งสองให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของงานวิจัยนี้ และนอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณอุไรวรรณ สือชิน พี่สาวผู้พิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.. ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. จ
กิตติกรรมประกาศ.. ฉ
สารบัญตาราง.. ฌ
สารบัญภาพ.. ญ
รายการสัญลักษณ์ประกอบ.. ด
บทที่
1. บทนำ.. 1
1.1 แสงธรรมชาติ.. 1
1.2 การวิจัยการส่องสว่างภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ.. 1
1.3 คำนิยามและคำศัพท์เทคนิค.. 2
2. หลักเบื้องต้นในการออกแบบการส่องสว่างด้วยแสงธรรมชาติ.. 5
2.1 ท้องฟ้าตามมาตรฐานของ CIE.. 5
2.2 ความสว่างภายนอกอาคาร.. 7
2.3 ความสว่างภายในอาคาร.. 8
2.4 องค์ประกอบแก้ไข.. 9
3. การออกแบบการส่องสว่างในแนวราบภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ.. 14
3.1 อาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่ง.. 14
3.2 อาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา.. 19
3.3 อาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.. 22
3.4 อาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์.. 25
3.5 อาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง
ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.. 28
3.6 อาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง
ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาเป็นมอนิเตอร์.. 31
4. การออกแบบการส่องสว่างในแนวดิ่งภายในอาคาร ด้วยแสงธรรมชาติ.. 34
4.1 อาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน.. 34
5. การใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคารด้วยแสงธรรมชาติ..... 38
5.1 โครงสร้างของโปรแกรม.. 38
5.2 การใช้งานโปรแกรมคำนวณค่าความสว่างภายในอาคาร.. 43

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 73

เอกสารอ้างอิง 75

ภาคผนวก ก. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร ด้วยแสงธรรมชาติ ตามวิธีของ CIE 77

ภาคผนวก ข. การคำนวณค่าความสว่างโดยใช้วิธีแหล่งกำเนิดแสงเป็นพื้นที่ใหญ่ ๆ 95

ภาคผนวก ค. แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร ด้วยแสงธรรมชาติตามวิธีของ CIE 101

ประวัติผู้เขียน 162

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.2.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่าง ภายในอาคารที่คำนวณด้วยมือ กับที่คำนวณด้วยโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ 44

ตารางผนวก ก.1 แสดงค่าเปอร์เซนต์ชั่วโมงการใช้งาน สำหรับช่วงเวลาการใช้งานที่ต่างไปจาก 09.00 - 17.00 น. 89

ตารางผนวก ก.2 แสดงค่าการส่งผ่านแสง และองค์ประกอบแก้ไข 89

(ก) แสดงค่าการส่งผ่านแสงของวัสดุที่ทำจากแก้วและพลาสติก

(ข) แสดงค่าองค์ประกอบแก้ไขเนื่องจากความสามารถในการส่งผ่านแสงของวัสดุ

ตารางผนวก ก.3 แสดงค่าการสะท้อนแสง และองค์ประกอบแก้ไข 90

(ก) แสดงค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ ภายในอาคาร

(ข) แสดงค่าองค์ประกอบแก้ไขเนื่องจากความสามารถในการสะท้อนแสงของวัสดุ

ตารางผนวก ก.4 แสดงค่าองค์ประกอบแก้ไขเนื่องจากการสะสมของฝุ่น หรือสิ่งสกปรกที่ช่องเปิด 90

ตารางผนวก ก.5 แสดงค่าความสว่างต่ำสุด และค่าความสว่างที่เหมาะสมที่กำหนดโดย CIE สำหรับงาน หรือกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ภายในอาคาร....... 91

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.3.1 แสดงความลึกของห้อง ความสูงของหน้าต่าง และมุมบังแสง............ 3
รูปที่ 1.3.2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความกว้างของหน้าต่าง.................... 4
(ก) %Ww = 30% (ข) %Ww = 60% (ค) %Ww = 90%
รูปที่ 2.1.1 แสดงความส่องสว่างและความสว่างของท้องฟ้า 6
(ก) ท้องฟ้ามืดที่มีค่าความส่องสว่างเท่ากันตลอด
(ข) ท้องฟ้ามืดที่มีค่าความส่องสว่างไม่เท่ากันตลอด
(ค) ท้องฟ้าแจ่มใส
รูปที่ 2.4.1 แสดงมุมบังแสงบนหน้าต่าง 11
รูปที่ 2.4.2 แสดงลักษณะของกันสาดหรือบานเกล็ด 12
(ก) และ (ข) แสดงกันสาดหรือบานเกล็ดในแนวระดับ
(ค) แสดงกันสาดหรือบานเกล็ดทำมุมกับแนวระดับ
รูปที่ 3.1.1 แสดงตำแหน่งจุดอ้างอิงสำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนัง
หนึ่งด้านหนึ่งด้าน.................................... 15
รูปที่ 3.1.2 แสดงตำแหน่งจุดอ้างอิงสำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนัง
สองด้านตรงข้ามกัน.................................... 15
รูปที่ 3.2.1 แสดงขนาดและระยะอ้างอิงสำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสง
บนหลังคาธรรมดา.................................... 19
(ก) สำหรับหลังคาทำมุม
(ข) สำหรับหลังคาแนวราบ
(ค) แสดงอัตราส่วนระยะห่างของช่องเปิดรับแสงที่เหมาะสม
รูปที่ 3.3.1 แสดงขนาดและระยะอ้างอิงสำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสง
บนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................................... 23
(ก) และ (ข) แสดงขนาดและระยะต่าง ๆ ของช่องเปิดรับแสง
(ค) แสดงมุมของช่องเปิดรับแสงที่ทำกับแนวระดับ
รูปที่ 3.4.1 แสดงขนาด และระยะอ้างอิงสำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสง
บนหลังคาเป็นมอนิเตอร์.................................... 26
(ก) แบบริดจ์มอนิเตอร์
(ข) แบบแฟลตมอนิเตอร์
(ค) แสดงขนาดและระยะต่าง ๆ ของช่องเปิดรับแสง

หน้า

รูปที่ 5.2.1 แสดงตัวอย่างการแสดงเมนเมนูบนจอภาพ (เลือก 1.)............... 45
รูปที่ 5.2.2 แสดงตัวอย่างการแสดงข้อสมมติฐานเบื้องต้นในการออกแบบบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งหรือสองด้าน............ 46
รูปที่ 5.2.3 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้านหรือสองด้านตรงข้ามกัน. 46
รูปที่ 5.2.4 แสดงตัวอย่าง การแสดงการป้อนค่าเส้นรุ้งผิดพลาดบนจอภาพ........... 47
รูปที่ 5.2.5 แสดงตัวอย่าง การแสดงการป้อนค่าขนาดของหน้าต่างผิดพลาดบนจอภาพ.. 47
รูปที่ 5.2.6 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูขยายข้อความ บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้านหรือสองด้านตรงข้ามกัน. 48
รูปที่ 5.2.7 แสดงตัวอย่าง การแสดงค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน........................ 48
รูปที่ 5.2.8 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างในแนวราบภายในอาคาร บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน......... 49
รูปที่ 5.2.9 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างในแนวดิ่งภายในอาคาร บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน......... 49
รูปที่ 5.2.10 แสดงตัวอย่าง การแสดงค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังสองด้านตรงข้ามกัน.......... 50
รูปที่ 5.2.11 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังสองด้านตรงข้ามกัน.......... 50
รูปที่ 5.2.12 แสดงตัวอย่าง การป้อนข้อมูลเพื่อหาขนาดของหน้าต่างในแนวดิ่ง ในเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่ง บนผนังหนึ่งด้าน.. 51
รูปที่ 5.2.13 แสดงตัวอย่าง การแสดงขนาดของหน้าต่างในแนวดิ่ง และค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน........................ 51
รูปที่ 5.2.14 แสดงตัวอย่างการแสดงเมนเมนูบนจอภาพ (เลือก 2.)............... 52
รูปที่ 5.2.15 แสดงตัวอย่างการแสดงข้อสมมติฐานเบื้องต้นในการออกแบบบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา....................... 53
รูปที่ 5.2.16 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา....................... 53
รูปที่ 5.2.17 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูขยายข้อความ บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา....................... 54

หน้า

รูปที่ 5.2.18 แสดงตัวอย่าง การแสดงค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา.................. 54

รูปที่ 5.2.19 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา.................. 55

รูปที่ 5.2.20 แสดงตัวอย่าง การป้อนข้อมูลเพื่อหาจำนวนของช่องเปิดรับแสง ในเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสง บนหลังคาธรรมดา.................. 55

รูปที่ 5.2.21 แสดงตัวอย่าง การแสดงจำนวนของช่องเปิดรับแสง และค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดา.................. 56

รูปที่ 5.2.22 แสดงตัวอย่างการแสดงเมนเมนูบนจอภาพ (เลือก 3.).................. 57

รูปที่ 5.2.23 แสดงตัวอย่างการแสดงข้อสมมติฐานเบื้องต้นในการออกแบบบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 58

รูปที่ 5.2.24 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 58

รูปที่ 5.2.25 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูขยายข้อความ บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 59

รูปที่ 5.2.26 แสดงตัวอย่าง การแสดงค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาลัษณะฟันเลื่อย.................. 59

รูปที่ 5.2.27 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 60

รูปที่ 5.2.28 แสดงตัวอย่างการแสดงเมนเมนูบนจอภาพ (เลือก 4.).................. 61

รูปที่ 5.2.29 แสดงตัวอย่างการแสดงข้อสมมติฐานเบื้องต้นในการออกแบบบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์.................. 62

รูปที่ 5.2.30 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์.................. 62

รูปที่ 5.2.31 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูขยายข้อความ บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์.................. 63

รูปที่ 5.2.32 แสดงตัวอย่างการแสดงค่าความสว่างภายในอาคาร บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์.................. 63

รูปที่ 5.2.33 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์.................. 64

รูปที่ 5.2.34 แสดงตัวอย่างการแสดงเมนเมนูบนจอภาพ (เลือก 5.).................. 65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

รูปที่ 5.2.35 แสดงตัวอย่างการแสดงข้อสมมติฐานเบื้องต้นในการออกแบบบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 66
รูปที่ 5.2.36 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 66
รูปที่ 5.2.37 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูขยายข้อความ บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 67
รูปที่ 5.2.38 แสดงตัวอย่างการแสดงค่าความสว่างภายในอาคาร บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.................. 67
รูปที่ 5.2.39 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย (กรณีหลังคาธรรมดา).. 68
รูปที่ 5.2.40 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาลักษณะฟันเลื่อย (กรณีหลังคาลักษณะฟันเลื่อย)................................ 68
รูปที่ 5.2.41 แสดงตัวอย่างการแสดงเมนเมนูบนจอภาพ (เลือก 6.).............. 69
รูปที่ 5.2.42 แสดงตัวอย่างการแสดงข้อสมมติฐานเบื้องต้นในการออกแบบบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาเป็นมอนิเตอร์................. 70
รูปที่ 5.2.43 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูป้อนข้อมูลบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาเป็นมอนิเตอร์................. 70
รูปที่ 5.2.44 แสดงตัวอย่าง การแสดงเมนูขยายข้อความ บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาเป็นมอนิเตอร์................. 71
รูปที่ 5.2.45 แสดงตัวอย่างการแสดงค่าความสว่างภายในอาคาร บนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาเป็นมอนิเตอร์................. 71

หน้า

รูปที่ 5.2.46 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาเป็นมอนิเตอร์ (กรณีหลังคาธรรมดา)........................ 72
รูปที่ 5.2.47 แสดงตัวอย่าง การแสดงที่มาของค่าความสว่างภายในอาคารบนจอภาพ สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงแบบผสมระหว่าง ช่องเปิดบนหลังคาธรรมดากับหลังคาเป็นมอนิเตอร์ (กรณีหลังคาเป็นมอนิเตอร์)........................ 72
รูปผนวก ก.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความสว่างในแนวราบกลางแจ้ง กับเส้นรุ้ง และช่วงเวลาใช้งาน........................ 77
รูปผนวก ก.2 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติต่ำสุด (MDF) สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน........................ 78
รูปผนวก ก.3 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแก้ไข [CF(α)] เนื่องจากมุมบังแสง สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังหนึ่งด้าน........................ 78
รูปผนวก ก.4 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติต่ำสุด (MDF) สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังสองด้านตรงข้ามกัน.......... 79
รูปผนวก ก.5 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแก้ไข [CF($\alpha_1+\alpha_2$)] เนื่องจากมุมบังแสง บนหน้าต่างสองบาน สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่งบนผนังสองด้าน ตรงข้ามกัน........................ 79
รูปผนวก ก.6 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแก้ไข [CF($\alpha_1+\alpha_2$)] เนื่องจากมุมบังแสง บนหน้าต่างหนึ่งบานหรือสองบาน สำหรับอาคารที่มีหน้าต่างในแนวดิ่ง บนผนังสองด้านตรงข้ามกัน........................ 80
รูปผนวก ก.7 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดาในแนวราบ.......... 81
รูปผนวก ก.8 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดาในแนวทำมุม 15°... 81
รูปผนวก ก.9 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดาในแนวทำมุม 20°... 82
รูปผนวก ก.10 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาธรรมดาในแนวทำมุม 25°... 82
รูปผนวก ก.11 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงทำมุม 60° บนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.. 83

หน้า

รูปผนวก ก.12 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงทำมุม 75° บนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.. 83
รูปผนวก ก.13 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงทำมุม 90° บนหลังคาลักษณะฟันเลื่อย.. 84
รูปผนวก ก.14 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ SINGLE RIDGE TYPE MR และมี SUNBREAK 25% 85
รูปผนวก ก.15 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ SINGLE RIDGE TYPE MR และมี SUNBREAK 50% 85
รูปผนวก ก.16 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ DOUBLE RIDGE TYPE MR และมี SUNBREAK 25% 86
รูปผนวก ก.17 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ DOUBLE RIDGE TYPE MR และมี SUNBREAK 50% 86
รูปผนวก ก.18 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ REPETITIVE RIDGE TYPE MR และมี SUNBREAK 25%............ 87
รูปผนวก ก.19 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ REPETITIVE RIDGE TYPE MR และมี SUNBREAK 50%............ 87
รูปผนวก ก.20 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ REPETITIVE FLAT ROOF MONITOR และมี SUNBREAK 25% 88
รูปผนวก ก.21 กราฟแสดงค่าองค์ประกอบแสงธารรมชาติเฉลี่ย (ADF) สำหรับอาคารที่มีช่องเปิดรับแสงบนหลังคาเป็นมอนิเตอร์แบบ REPETITIVE FLAT ROOF MONITOR และมี SUNBREAK 50% 88
รูปผนวก ข.1 แสดงการหาค่าความสว่างกรณีจุดที่ต้องการหาค่าไม่อยู่ภายใต้มุมใดมุมหนึ่งของแหล่งกำเนิดแสงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า........................... 96
รูปผนวก ข.2 กราฟแสดงค่ามุมเชิงของแข็งกรณีระนาบอ้างอิงตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดแสง. 99
รูปผนวก ข.3 กราฟแสดงค่ามุมเชิงของแข็งกรณีระนาบอ้างอิงขนานกับแหล่งกำเนิดแสง.. 99

หน้า

รูปผนวก ข.4 แสดงการแบ่งพื้นที่บนผนังด้านตรงข้ามหน้าต่าง และค่าความสว่างในแต่ละจุดที่คำนวณได้โดยวิธีของ Surface Radiator (สำหรับตัวอย่างที่ ข.1)....................................100

รูปผนวก ข.5 แสดงการแบ่งพื้นที่บนผนังด้านตรงข้ามหน้าต่าง และค่าความสว่างในแต่ละจุดที่คำนวณได้โดยวิธีของ Surface Radiator (สำหรับตัวอย่างที่ ข.2)....................................100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการสัญลักษณ์ประกอบ

L	ความส่องสว่าง (LUNINANCE)
E	ความสว่าง (ILLUMINANCE)
t	การส่งผ่านแสงของวัสดุ (TRANSMITTANCE)
R	การสะท้อนแสงของวัสดุ (REFLECTANCE)
K_m	การบำรุงรักษา
E_{ho}	ความสว่างบนพื้นราบกลางแจ้ง (EXTERNAL HORIZONTAL ILLUMINANCE)
E_{hi}	ความสว่างบนระนาบแนวราบภายในอาคาร (INTERNAL HORIZONTAL ILLUMINANCE)
E_{vi}	ความสว่างบนระนาบแนวดิ่งภายในอาคาร (INTERNAL VERTICAL ILLUMINANCE)
DF_h	องค์ประกอบแสงธรรมชาติในแนวราบ (HORIZONTAL DAYLIGHT FACTOR)
DF_v	องค์ประกอบแสงธรรมชาติในดิ่ง (VERTICAL DAYLIGHT FACTOR)
MDF	องค์ประกอบแสงธรรมชาติต่ำสุด (MINIMUM DAYLIGHT FACTOR)
ADF	องค์ประกอบแสงธรรมชาติเฉลี่ย (AVERAGE DAYLIGHT FACTOR)
CF	องค์ประกอบแก้ไข (CORRECTION FACTOR)
Rd	ความลึกของห้อง (ROOM DEPTH)
%Ww	เปอร์เซนต์ความกว้างของหน้าต่าง (PERCENT WINDOW WIDTH)
α	มุมบังแสง (OBSTRUCTION ANGLE)
Ω	มุมเชิงของแข็ง (SOLID ANGLE)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย