พัฒนาการการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติ ในอาคารประเภทห้องสมุด

นางสาวไพลิน ไพจิตรสัตยา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF DAYLIGHTING DESIGN STRATEGIES IN LIBRARIES

Miss Pailin Paijitsattaya

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	พัฒนาการการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารประเภทห้องสมุด
โดย	นางสาวไพลิน ไพจิตรสัตยา
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จุลาสัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์พรรณชลัท สุริโยธิน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาริณี รามสูต)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไพลิน ไพจิตรสัตยา : พัฒนาการการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติในอาคารประเภทห้องสมุด (DEVELOPMENT OF DAYLIGHTING DESIGN STRATEGIES IN LIBRARIES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์, 135 หน้า.

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาพัฒนาการการออกแบบช่องแสงด้านข้างในบริเวณที่นั่งอ่านหนังสือของอาคารกรณีศึกษาประเภทห้องสมุดในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมลักษณะของรูปแบบช่องแสง รูปแบบของแผงบังแดด และศึกษาประสิทธิผลการให้แสงธรรมชาติของกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม DIALux 4.7 โดยเก็บข้อมูลทางสถาปัตยกรรมจากการสำรวจอาคารจริงของอาคารกรณีศึกษาทั้งหมด 21 กรณี จากนั้นทำการสร้างรูปแบบมาตรฐานของช่องแสงโดยอ้างอิงจากข้อมูลอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง (Window to wall ratio: WWR) มุมระยะยื่นแผงบังแดดทางนอน (Vertical shading angle: VSA) และมุมระยะยื่นแผงบังแดดทางตั้ง (Horizontal shading angle: HSA) ของกรณีศึกษา โดยนำมาสร้างรูปแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นใหม่ได้ 27 รูปแบบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการให้แสงธรรมชาติของช่องแสงแต่ละรูปแบบจากค่าความส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีและค่าความสม่ำเสมอของแสงใน 4 ทิศหลัก

ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบการออกแบบช่องแสงของกรณีศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2464-2505 การออกแบบช่องแสงเป็นไปตามการออกแบบประเพณีนิยมของอาคาร ช่วงปี พ.ศ. 2509-2521 พบการใช้ลูกเล่นแผงบังแดดทางนอนประกอบกับทางตั้ง ในช่วงปี พ.ศ. 2540-2552 รายละเอียดของแผงบังแดดถูกลดทอนน้อยลง และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการให้แสงธรรมชาติของรูปแบบมาตรฐานในแต่ละทิศพบว่า กรณีช่องแสงทางทิศเหนือ ค่าการส่องสว่างได้ตามเกณฑ์ (300lx)เมื่อช่องแสงมีขนาด WWR ระหว่าง 0.59-0.82 และให้ค่าความสม่ำเสมอตามเกณฑ์ (0.5) เมื่อมีค่า VSA ที่ 42° แต่ WWR ที่ 0.37 จะให้ค่าความสม่ำเสมอตามเกณฑ์ เมื่อมีค่า VSA ที่ 70° โดยให้ผลเช่นเดียวกันกับกรณีช่องแสงทางทิศใต้ กรณีช่องแสงทางด้านทิศตะวันออกให้ค่าส่องสว่างสูงกว่าเกณฑ์เมื่อขนาดช่องมีค่า WWR ระหว่าง 0.37-0.82 แต่จะได้ค่าความสม่ำเสมอตามเกณฑ์เมื่อ WWR มีค่า 0.37 และมีค่า VSA เท่ากับ 90° เท่านั้น และกรณีช่องแสงทางทิศตะวันตกให้ค่าความสม่ำเสมอต่ำกว่าเกณฑ์และใกล้เคียงกันในทุกกรณีของขนาดช่องมีค่า WWR ระหว่าง 0.37-0.82 เว้นแต่กรณีที่มีค่า VSA ที่ 42° และ WWR เท่ากับ 0.82 เพื่อสรุปรวบรวมลักษณะการให้แสงของแต่ละรูปแบบมาตรฐานให้ผู้ค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยสามารถคาดการณ์ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของช่องแสงที่ออกแบบได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต ไพลิน ไพจิตรสัตยา

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

5274294025 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD : DAYLIGHTING DESISN / CASE STUDY / SHADING / DAYLIGHT DISTRIBUTION / LIBRARY

PAILIN PAIJITSATTAYA: DEVELOPMENT OF DAYLIGHTING DESIGN STRATEGIES IN LIBRARIES. ADVISOR: VORAPAT INKAROJRIT, Ph.D, 135 pp.

The current research investigated the development of lighting design for reading areas in Bangkok's public libraries. This research aimed to examine the types of openings and shades used in libraries and their efficiency in the use of natural light. Twenty one libraries were selected as case studies. Architectural data of each case study, namely window to wall ratio (WWR), vertical shading angle (VSA), and horizontal shading angle (HSA), were collected from a survey of the actual sites. DIALux4.7 program was then employed to artificially create an opening for natural light based on these data. There were 27 designs of openings simulated by the computer program. These openings were evaluated for their efficiency in terms of average illumination and consistency of lighting in four directions.

The findings suggest that, during 1921-1962, the design of openings followed the traditions of building design. From 1966 to 1978, a combination of vertical and horizontal shades was adopted. However, during 1997-2009, the details of shading designs were simplified. In terms of the analysis of lighting efficiency, it was found that a standard illuminance level (300lx) and lighting uniformity (0.5) was reached in the Northern direction when the WWR of the opening was between 0.59-0.82 and the VSA was at 42 degrees. Nevertheless, 0.5 lighting uniformity was also reached when WWR of the opening was at 0.37 and VSA was measured at 37 degrees. This condition appeared to yield the same result in the Southern direction. As for the Eastern opening, the illuminance level was found to be higher than average when the WWR of the opening was between 0.37 and 0.82. However, standard lighting consistency was only reached when WWR was at 0.37 and VSA was at 90 degrees. On the other hand, the Western opening was found to yield low lighting consistency when WWR was between 0.37 and 0.82, except in the case where VSA of the opening was at 42 degrees and WWR was set at 0.82. The findings of this research detail the characteristics of standard designs for natural lighting so as to provide the information for future researchers with regard to possible designs of openings and their anticipated lighting conditions.

Department : Architecture Student's Signature ไพลิน ไพจิตรสัตยา

Field of Study : Architecture Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกองค์กรห้องสมุดที่ให้โอกาสในการเข้าไปศึกษาหาข้อมูลกรณีศึกษา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่สละเวลาในการให้ข้อมูลและนำชมไม่ว่ามากหรือน้อย ขอขอบคุณอาจารย์ทุกๆ ท่าน ที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ใหม่ๆ เพื่อเปิดหูเปิดตาในแง่มุมต่างๆของการออกแบบและการใช้งานสถาปัตยกรรมมากขึ้น ขอขอบคุณผศ.ดร.ธาริณี รามสูต ที่กรุณาให้คำข้อเสนอแนะมากมาย ในการปรับปรุงเล่มวิทยานิพนธ์ รศ.พรรณชลัท สุริโยธิน ที่กรุณาให้ยืมหนังสือดีๆและกำลังใจก่อนสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร ที่ช่วยกรุณาแนะนำข้อมูลและแนวคิดต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล รศ.ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์ ที่คอยให้แรงผลักดันและแรงบันดาลใจในการทำงานวิจัยชิ้นนี้จนสำเร็จได้ในที่สุด

ขอขอบคุณภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ทั้งอาจารย์ผู้สอนทุกท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกคน ทั้งคุณจอยและคุณกุ้งรวมถึงแม่บ้านและคุณลุงที่คอยดูแลทั้งเรื่องเอกสารและอาหารจนของว่าง ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตร่วมรุ่นที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจกันตลอดระยะเวลาของการศึกษร่วมกัน ขอขอบคุณนิสิตรุ่นพี่ทุกคนที่คอยให้คำแนะนำและให้กำลังใจในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ ขอขอบคุณคุณศาณิส ยี่โถขาว ทั้งกำลังใจในการสนับสนุน ผลักดัน และที่อยู่เคียงข้างกันเสมอมา ขอบคุณทุกเรื่องราวที่ได้มีประสบการณ์ร่วมกัน

ขอขอบคุณผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งบิดามารดาและครอบครัวที่คอยสนับสนุนและให้คำปรึกษา และขอขอบคุณสถาปนิกคิดคี ที่ให้โอกาสในการจัดสรรเวลาในการทำงานเพื่อการเรียนรู้และศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อผู้วิจัยจักนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของผลงานต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

1.6 คำนิยามและคำศัพท์เทคนิค..... 6

1.7 ผังลำดับขั้นตอนในการทำงานวิจัย..... 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8

2.1 รูปแบบช่องแสงเพื่อการให้แสงธรรมชาติภายในอาคาร..... 8

2.2 การโคจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ..... 9

2.3 ปัญหาในการนำแสงธรรมชาติมาใช้สำหรับภูมิภาคเขตร้อนชื้น..... 10

2.4 การออกแบบอุปกรณ์บังแดด..... 11

2.5 การออกแบบแสงสว่างในห้องสมุด..... 12

2.6 เกณฑ์ในการใช้แสงอย่างมีประสิทธิภาพ..... 14

2.7 การค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย..... 19

3.1 การคัดเลือกกรณีศึกษาอาคารประเภทห้องสมุด..... 19

3.2 การเก็บสำรวจข้อมูลอาคารกรณีศึกษา..... 20

3.3 วิเคราะห์การออกแบบช่องแสงและแผงบังแดดของกรณีศึกษา..... 21

3.4 การศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ..... 22

3.5 สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา..... 24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 4 ผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษา..... 26
4.1 ผลการเก็บสำรวจข้อมูลอาคารกรณีศึกษา 21 กรณี..... 26
4.1.1 กรณีศึกษาที่ 1 ห้องสมุดเนลสันเฮย์ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2464..... 26
4.1.2 กรณีศึกษาที่ 2 ห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2499..... 28
4.1.3 กรณีศึกษาที่ 3 หอสมุดแห่งชาติ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2509..... 30
4.1.4 กรณีศึกษาที่ 4 หอสมุดศิริราช ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2509..... 31
4.1.5 กรณีศึกษาที่ 5 ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข มหาวิทยาลัยมหิดล
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2511..... 33
4.1.6 กรณีศึกษาที่ 6 ห้องสมุดประชาชนซอยพระนาง ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2512.... 35
4.1.7 กรณีศึกษาที่ 7 สำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยรามคำแหง
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2518..... 36
4.1.8 กรณีศึกษาที่ 8 หอสมุดสาขา วังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2518..... 38
4.1.9 กรณีศึกษาที่ 9 ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2521..... 40
4.1.10 กรณีศึกษาที่ 10 สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2522..... 43
4.1.11 กรณีศึกษาที่ 11 สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2528..... 45
4.1.12 กรณีศึกษาที่ 12 สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2531..... 47
4.1.13 กรณีศึกษาที่ 13 หอสมุดดำรงราชานุภาพ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2532..... 49
4.1.14 กรณีศึกษาที่ 14 ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2536..... 50
4.1.15 กรณีศึกษาที่ 15 สำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2537..... 52
4.1.16 กรณีศึกษาที่ 16 หอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2540..... 54
4.1.17 กรณีศึกษาที่ 17 สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
(สาขากล้วยน้ำไทย) ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2545..... 56
4.1.18 กรณีศึกษาที่ 18 สำนักวิทยบริการและสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2548..... 58
4.1.19 กรณีศึกษาที่ 19 ศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2549..... 59

หน้า

4.1 ผลการเก็บสำรวจข้อมูลอาคารกรณีศึกษา 21 กรณี (ต่อ).....
4.1.20 กรณีศึกษาที่ 20 ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2551…….. 61
4.1.21 กรณีศึกษาที่ 21 หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2552... 63
4.2 การวิเคราะห์รูปแบบของการออกแบบช่องแสงและแผงบังแดดของกรณีศึกษา..... 66
4.2.1 การวิเคราะห์รูปแบบช่องแสงและขนาดช่องแสง..... 66
4.2.2 การวิเคราะห์การออกแบบแผงบังแดดทางนอน..... 69
4.2.3 การวิเคราะห์การออกแบบแผงบังแดดทางตั้ง..... 71
4.3 การกำหนดรูปแบบช่องแสงและแผงบังแดดเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ..... 74
4.4 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ..... 76

บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 104
5.1 อภิปรายผลการวิจัย: ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ..... 104
5.2 ความเกี่ยวเนื่องของการออกแบบช่องแสง แผงบังแดดทางนอนและทางตั้ง เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานของสถาปนิก..... 112
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการต่อยอดงานวิจัยต่อไปในอนาคต..... 118

รายการอ้างอิง..... 119
ภาคผนวก..... 121
ภาคผนวก ก – หลักการที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบแสงสว่าง..... 122
ภาคผนวก ข – การคำนวณระยะให้แสงธรรมชาติ จากข้อมูลค่าการส่องสว่างและการคำนวณหาความสม่ำเสมอของแสง..... 123
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 135

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	IESNA Lighting Design Guide for Library.....	12
2.2	ประเภทของการส่องสว่างและค่าการส่องสว่างที่กำหนดสำหรับกิจกรรมในห้องสมุด.....	14
2.3	เปรียบเทียบมาตรฐานค่าการส่องสว่างของกฎหมายและมาตรฐานสำหรับห้องสมุด.....	14
2.4	อัตราส่วนความแตกต่างของค่าความสว่างที่แนะนำ.....	15
3.1	ตารางรายชื่ออาคารที่กำหนดเป็นกรณีศึกษา พร้อมปี พ.ศ. ที่ก่อสร้าง.....	19
4.1	กลุ่มข้อมูลอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง WWR.....	68
4.2	การจัดกลุ่มข้อมูลกรณีศึกษาด้วยค่า Vertical Shading Angle.....	71
4.3	การจัดกลุ่มข้อมูลกรณีศึกษาด้วยค่า Horizontal Shading Angle.....	73
4.4	ลักษณะของช่องแสงและแผงบังแดดที่กำหนดในแต่ละรูปแบบ.....	75
5.1	ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ.....	105
5.2	ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศใต้.....	107
5.3	ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันออก...	109
5.4	ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก.....	111

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	การวัดมุมระยะยื่นแผลบังแดดทางนอน VSA	6
1.2	การวัดมุมระยะยื่นแผลบังแดดทางตั้ง HSA	6
2.1	การให้แสงของแสงทางด้านข้างที่มีแผงบังแดดทางนอนและไม่มีแผงบังแดด	8
2.2	รูปแบบช่องแสงด้านบน	8
2.3	รูปแบบการให้แสงจากช่องแสงด้านข้างส่วนบน	9
2.4	ตำแหน่งดวงอาทิตย์ตามการโคจร	10
2.5	ภาพตัวอย่างผลงานวิจัยของคุณพิรุฬห์รัตน์ บุริประเสริฐ, 2543	16
2.6	ภาพตัวอย่างผลงานวิจัยของคุณอวิรุทธ์ อุรุพงศา, 2544	16
2.7	ภาพตัวอย่างผลงานวิจัยของ Danny H.W.Li, Joseph C. Lam, 2545	17
2.8	ภาพตัวอย่างผลงานวิจัยของ Catherine Dubios, Claude Demers, Andre Potivin, 2552	17
2.9	ภาพตัวอย่างงานวิจัยของ Ayona Datta, 2552	17
2.10	ภาพตัวอย่างงานวิจัยของ Ming-Chin Ho a, Che-Ming Chiang b, Po-Cheng Chou c, Kuei-Feng Chang d และ Chia-Yen Lee, 2551	18
3.1	ตัวอย่างการคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง กรณีศึกษาห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี	21
3.2	ตัวอย่างการคำนวณระยะมุมยื่นแผงบังแดดทางนอน กรณีศึกษาหอสมุดดำรงราชานุภาพ.	21
3.3	ตัวอย่างการคำนวณระยะมุมยื่นแผงบังแดดทางตั้ง กรณีศึกษาห้องสมุดสตางค์มงคลสุข...	21
3.4	ผังห้องจำลองแสดงตำแหน่งวัดแสง	22
3.5	ภาพมุมมองจากด้านหลังของห้องจำลอง	22
3.6	ภาพมุมมองจากด้านข้างของห้องจำลอง	23
3.7	ภาพการตั้งค่าที่ตั้ง ในโปรแกรม Dialux 4.7	23
3.8	ภาพการตั้งค่าทิศ ในโปรแกรม Dialux 4.7	23
3.9	ภาพการตั้งจุดที่ทำการวัดแสง ในโปรแกรม Dialux 4.7	23
3.10	ภาพการตั้งค่าวันเวลาและสภาพท้องฟ้า ในโปรแกรม Dialux 4.7	24
4.1	ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารห้องสมุดเนลสันเฮย์	26
4.2	ผังพื้นชั้น 1 อาคารห้องสมุดเนลสันเฮย์แสดงบริเวณที่ทำการศึกษา	26
4.3	ภาพถ่ายภายในอาคารห้องสมุดเนลสันเฮย์	27
4.4	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	27
4.5	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดเนลสันเฮย์	27
4.6	ภาพถ่ายภายนอกอาคารห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี	28

ภาพที่		หน้า
4.7	ผังอาคารห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี	28
4.8	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี	29
4.9	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	29
4.10	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี	29
4.11	ภาพถ่ายภายนอกและหุ่นจำลองอาคารห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี	30
4.12	ผังพื้นชั้น 2 อาคารหอสมุดแห่งชาติ	30
4.13	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุดแห่งชาติ	30
4.14	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	31
4.15	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดแห่งชาติ	31
4.16	ภาพถ่ายภายนอกอาคารหอสมุดศิริราช	31
4.17	ผังพื้นชั้น 2 อาคารหอสมุดศิริราช	32
4.18	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุดศิริราช	32
4.19	รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	32
4.20	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดศิริราช	33
4.21	ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข	33
4.22	ผังพื้นชั้น 2 อาคารห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข	33
4.23	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข	34
4.24	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	34
4.25	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข	34
4.26	ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านหลังอาคารห้องสมุดฯซอยพระนาง	35
4.27	ผังพื้นชั้น 2 อาคารห้องสมุดฯซอยพระนาง	35
4.28	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ห้องสมุดฯซอยพระนาง	35
4.29	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	36
4.30	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดฯซอยพระนาง	36
4.31	ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าอาคาร สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง	37
4.32	ผังพื้นชั้น 2 สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง	37
4.33	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, สำนักหอสมุดกลาง ม.รามคำแหง	37
4.34	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	38

ภาพที่		หน้า
4.36	ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านข้างอาคารหอสมุดสาขา วังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร	39
4.37	ผังพื้นชั้น 1 อาคารหอสมุดสาขา วังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร	39
4.38	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุดสาขา วังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร	39
4.39	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	40
4.40	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. , หอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศิลปากร	40
4.41	ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าอาคารศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	41
4.42	ผังพื้นชั้น 4 อาคารศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	41
4.43	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	42
4.44	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	42
4.45	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา12.00 น. ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.	42
4.46	ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านข้างอาคารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	43
4.47	ผังอาคารอาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	43
4.48	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	44
4.49	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	44
4.50	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	44
4.51	ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารสำนักหอสมุดกลาง ม.ศรีนครินทรวิโรฒ	45
4.52	ผังพื้นชั้น 4 อาคารสำนักหอสมุดกลาง ม.ศรีนครินทรวิโรฒ	45
4.53	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.	46
4.54	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	46
4.55	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุดกลาง ม.ศรีนครินทรวิโรฒ	46
4.56	ภาพถ่ายภายนอกอาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	47
4.57	ผังพื้นชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	47
4.58	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	48
4.59	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	48
4.60	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	48
4.61	ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารหอสมุดดำรงราชานุภาพ	49

ภาพที่		หน้า
4.62	ผังพื้นชั้น 1 อาคารหอสมุดดำรงราชานุภาพ	49
4.63	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา หอสมุดดำรงราชานุภาพ	49
4.64	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	50
4.65	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดดำรงราชานุภาพ	50
4.66	ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ	50
4.67	ผังพื้นชั้น 2 อาคารห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ	51
4.68	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ	51
4.69	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	51
4.70	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ	52
4.71	ภาพถ่ายภายนอกอาคารสำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง	52
4.72	ผังพื้นชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	52
4.73	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, พื้นที่อ่านหนังสือชั้น 4 สำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	53
4.74	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	53
4.75	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	53
4.76	ภาพถ่ายภายนอกอาคารหอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	54
4.77	ผังพื้นชั้นใต้ดินชั้นที่ 3 อาคารหอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	54
4.78	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	55
4.79	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	55
4.80	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดปรีดี พนมยงค์ ม.ธรรมศาสตร์	55
4.81	ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านหลังอาคารสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	56
4.82	ผังพื้นชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	56
4.83	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	57
4.84	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา	57
4.85	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	57
4.86	ภาพถ่ายภายนอกอาคารสำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	58
4.87	ผังพื้นชั้น 3 อาคารสำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	58
4.88	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, สำนักวิทยบริการและสารสนเทศ ม.ภัฏพระนคร	58

ภาพที่		หน้า
4.89	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา.....	59
4.90	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	59
4.91	ภาพถ่ายภายนอกอาคารศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.....	60
4.92	ผังพื้นชั้น 3 อาคารศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.....	60
4.93	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษาศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.....	60
4.94	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา.....	61
4.95	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์....	61
4.96	ภาพถ่ายภายนอกอาคารห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน.....	62
4.97	ผังพื้นชั้น 4 อาคารห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน.....	62
4.98	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน.....	62
4.99	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา.....	63
4.100	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ,ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน.....	63
4.101	ภาพถ่ายภายนอกอาคารหอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	64
4.102	ผังพื้นชั้น 5 หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	64
4.103	ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	65
4.104	รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา.....	65
4.105	ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	65
4.106	รูปด้านกรณีศึกษาและอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนังของแต่ละกรณี.....	66
4.107	รูปตัดกรณีศึกษาและ Vertical Shading Angle ของแต่ละกรณี.....	69
4.108	แปลนกรณีศึกษาและ Horizontal Shading Angle ของแต่ละกรณี.....	72
4.109	ภาพรูปด้านแสดงขนาดพื้นที่ช่องแสงทั้ง 3 กลุ่ม.....	74
4.110	ภาพรูปตัดแสดงแผงบังแดดทางนอนทั้ง 3 กลุ่ม.....	74
4.111	ภาพแปลนแสดงแผงบังแดดทางตั้งทั้ง 3 กลุ่ม.....	74
5.1	ภาพอธิบายการอ่านกราฟลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ เมื่อขนาดช่องแสงที่ร้อยละ 80 กรณีหันไปทางทิศใต้ โดยไม่มีแผงบังแดดทั้งทางนอน.....	117
5.2	ภาพอธิบายการเปรียบเทียบลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ.....	117

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
3.1	ตัวอย่างกราฟจากการผลการคำนวณค่าการส่องสว่าง เวลา 8.00, 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น. ของวันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน, 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม รูปแบบช่องแสง WWR=0.82, VSA= 41.5°, HAS= 12.8° กรณีหันช่องแสงทางทิศเหนือ.....	25
4.1	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 1.....	77
4.2	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 2.....	78
4.3	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 3.....	79
4.4	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 4.....	80
4.5	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 5.....	81
4.6	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 6.....	82
4.7	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 7.....	83
4.8	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 8.....	84
4.9	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 9.....	85
4.10	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 10.....	86
4.11	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 11.....	87
4.12	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 12.....	88
4.13	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 13.....	89
4.14	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 14.....	90

แผนภูมิที่		หน้า
4.15	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 15.....	91
4.16	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 16.....	92
4.17	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 17.....	93
4.18	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 18.....	94
4.19	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 19.....	95
4.20	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 20.....	96
4.21	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 21.....	97
4.22	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 22.....	98
4.23	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 23.....	99
4.24	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 24.....	100
4.25	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 25.....	101
4.26	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 26.....	102
4.27	ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 27.....	103
5.1	การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ.....	113
5.2	การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศใต้.....	114
5.3	การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันออก.....	115
5.4	การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก.....	116

บทที่ 1
บทนำ

การออกแบบช่องแสงเป็นปัญหาในการออกแบบที่สำคัญข้อหนึ่งในงานสถาปัตยกรรม เพราะต้องคำนึงถึงทั้งด้านการสร้างมุมมอง การให้แสงสว่างธรรมชาติสู่พื้นที่ภายในซึ่งมีอิทธิพลส่งผลต่อผู้ใช้งานโดยตรง และแม้จะมีทฤษฎีหรือแนวทางในการออกแบบช่องแสงให้ค้นคว้าอยู่มากมายแต่ในการออกแบบสถาปัตยกรรมจริงๆ นั้นมีปัจจัยเกี่ยวข้องอีกหลายด้านที่ล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้แสงของช่องแสงทั้งสิ้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงเลือกศึกษารูปแบบวิธีการในการออกแบบช่องแสงจากงานสถาปัตยกรรมที่ถูกสร้างขึ้นแล้วในอดีตเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันและด้วยการศึกษาประสิทธิภาพของช่องแสงนั้นๆ เพื่อให้สถาปนิกสามารถเพิ่มเติมประสบการณ์จากข้อมูลผลการศึกษาที่ได้ทั้งด้านการออกแบบรูปแบบและองค์ประกอบของช่องแสง รวมทั้งเรียนรู้ด้านประสิทธิภาพของช่องแสงเพื่อให้สามารถคาดการณ์ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของช่องแสงที่ออกแบบได้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สำหรับอาคารในเขตเมืองร้อนที่มีแสงแดดจัดเกือบตลอดทั้งปีอย่างประเทศไทย ทำให้การออกแบบช่องแสงมีผลต่อพื้นที่ภายในและผู้ใช้อาคารเป็นอย่างมาก หากการออกแบบที่ให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามามากเกินไปทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศหรือเกิดปัญหาสภาพแสงบาดตา(Glare) หรือหากออกแบบที่ให้แสงธรรมชาติน้อยเกินไปทำให้เกิดปัญหาทั้งด้านความส่องสว่างหรือปัญหาสภาพแวดล้อมภายใน (Indoor Environmental Quality) ได้อีกเช่นกันเพราะแสงแดดช่วยทำให้อากาศภายในสะอาดขึ้น ดังนั้นการออกแบบช่องแสงจึงมีความสำคัญเพราะมีผลต่อทั้งทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

ในกระบวนการการทำงานออกแบบในสถานการณ์จริงนั้น สถาปนิกมีหน้าที่ที่ต้องดูแลและรับผิดชอบในหลายๆเรื่อง ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์โปรแกรม การจัดวางผังอาคาร การออกแบบรูปแบบสถาปัตยกรรม การออกแบบโครงสร้าง งานระบบ การประมาณราคา การทำแบบขออนุญาต การทำแบบก่อสร้างฯลฯ ทำให้ระยะเวลาในช่วงที่ใช้ในการพัฒนาแบบมีจำกัด ดังนั้นจึงส่งผลต่อกระบวนการในการออกแบบที่ไม่สามารถมีเวลาในการศึกษา ทดลองหรือทดสอบรูปแบบช่องแสงที่ใช้กับอาคารโดยละเอียดได้ แม้ว่าจะมีหลักการ ทฤษฎีที่ให้แนวทางในการออกแบบช่องแสงไว้หลากหลายวิธีทั้งช่องแสงด้านข้าง ด้านบน การออกแบบแผงบังแดด เป็นต้น แต่การนำหลักการมาใช้ในการทำงานจริงยังคงต้องการมีการปรับปรุง พัฒนาแบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขของงานออกแบบชิ้นนั้นๆ

เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการให้แสงธรรมชาติ ทั้งขนาดและตำแหน่งช่องแสง การออกแบบแผงบังแดดรวมทั้งการวางผังอาคาร ทิศทางอาคารและวัสดุที่ใช้ ล้วนส่งผลประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติทั้งสิ้น ด้วยข้อจำกัดในการทำงานของสถาปนิกดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้เกิดคำถามในการทำงานออกแบบถึงประสิทธิภาพของการให้แสงธรรมชาติที่ได้และเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ ว่าวิธีการที่ถูกนำมาใช้ในการอกกแบบช่องแสงนั้นมีรูปแบบช่องแสงและรูปแบบแผงบังแดดเป็นอย่างไร ทั้งยังให้ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติเป็นอย่างไร เพื่อนำผลของงานวิจัยมาเป็นฐานข้อมูลให้กับการทำงานจริง ทั้งนี้เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกศึกษาเฉพาะรูปแบบช่องแสงและรูปแบบแผงบังแดด เนื่องจากเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้

แสงสว่างธรรมชาติโดยตรงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้สะดวกกว่าปัจจัยด้านการวางผังและทิศทางอาคาร เพราะปัจจัยเหล่านั้นมีเงื่อนไขเฉพาะของการออกแบบแต่ละอาคารแตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรม พบว่าส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ และสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มตามระเบียบวิธีการศึกษาคือ กลุ่มแรกเป็นงานวิจัยที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร เช่น สัดส่วนพื้นที่กระจกและความต่อเนื่องของช่องเปิดต่อปริมาณการใช้พลังงาน (พิรุฬห์รัตน์ บุริประเสริฐ, 2543) โดยผลของการศึกษาผู้ออกแบบสามารถนำไปประยุกต์กับอาคารที่มีตัวแปรใกล้เคียงกัน กลุ่มที่สองเป็นการกำหนดพื้นที่ในการศึกษาหรือเลือกวิเคราะห์กรณีศึกษาที่เฉพาะเจาะจงโดยเน้นประเด็นการแก้ปัญหาที่พบ อาทิเช่น กรณีศึกษาอาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (คมกฤช ชูเกียรติมั่น, 2540) ผลของงานวิจัยที่ได้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติในการออกแบบช่องแสงของอาคารที่ศึกษา

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติในต่างประเทศที่พบส่วนมากเน้นประเด็นเพื่อการประหยัดพลังงาน อาทิเช่น การศึกษาจากพื้นที่กรณีศึกษาเพื่อวัดพลังงานที่ประหยัดได้จากการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับระบบควบคุมแสงประดิษฐ์ (Danny H.W.Li, Joseph C. Lam, 2002) และงานวิจัยอีกส่วนเป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ เช่น การสำรวจจากสถานที่จริงเพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ต่อพื้นที่ที่มีแสงส่องถึงโดยกำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นร้านอาหารแห่งหนึ่งในสถาบันศึกษา (Catherine Dubios, Claude Demers, Andre Potivin, 2009)

จากข้อมูลข้างต้นพบว่ายังไม่มีงานวิจัยภายในประเทศที่ทำการศึกษาที่เน้นด้านองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมและประสิทธิภาพการให้แสงของช่องแสง เพื่อให้สถาปนิกสามารถใช้เป็นแนวทางในการคาดการณ์ถึงประสิทธิภาพของการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงแต่ละรูปแบบที่เลือกใช้ และนำข้อมูลที่ศึกษามาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติ ของอาคารกรณีศึกษาประเภทห้องสมุด โดยเลือกศึกษาข้อมูลลักษณะของรูปแบบช่องแสงและการออกแบบแผงบังแดดที่มีผลต่อประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงของแต่ละกรณีศึกษา

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์รูปแบบของช่องแสงและองค์ประกอบของแผงบังแดดที่ถูกเลือกใช้

1.2.4 เพื่อสร้างแนวทางการออกแบบช่องแสงให้สถาปนิกสามารถเลือกใช้ และคาดการณ์ถึงประสิทธิภาพของการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงแต่ละรูปแบบที่เลือกใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาอาคารประเภทห้องสมุดเพราะเป็นอาคารที่มีการใช้งานในช่วงเวลากลางวัน และเป็นอาคารที่ต้องการใช้แสงธรรมชาติมากที่สุดอาคารหนึ่งทั้งประโยชน์ทางด้านแสงสว่างและการสร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับผู้ใช้อาคาร และการกำหนดกรณีศึกษาที่มีลักษณะการใช้งานเป็นห้องสมุดทั้งอาคารหรือไม่น้อยกว่าครึ่งของพื้นที่อาคาร จากการค้นคว้าเบื้องต้นพบว่าอาคารประเภทห้องสมุดมีการก่อสร้างในเกือบทุกช่วงเวลา โดยมีกรณีศึกษาเป็นอาคารประเภทห้องสมุดที่ถูกสร้างในกรุงเทพมหานครฯ ระหว่างปี พ.ศ.2464-2553 ทั้งหมด 21 กรณี และกำหนดขอบเขตการศึกษาดังนี้

<u>พื้นที่ที่ทำการศึกษา</u>

1) งานวิจัยชิ้นนี้กำหนดพื้นที่ในการสำรวจและจำลองรูปแบบเสมือนจริง (Simulation) ในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ละติจูด 14° N

2) กำหนดพื้นที่ทำการศึกษาบริเวณที่มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในพื้นที่ คือ บริเวณที่นั่งอ่านหนังสือ ของแต่ละอาคารกรณีศึกษาเท่านั้น

<u>ปัจจัยที่ทำการศึกษา</u>

1) รูปแบบช่องแสงด้านข้าง

2) องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมของแผงบังแดด

2) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติสู่พื้นที่ภายในด้วยการประเมินจากค่าการส่องสว่างเฉลี่ยและความสม่ำเสมอของแสง

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้ระเบียบวิธีเชิงกรณีศึกษา (Case study) และการจำลองเสมือนจริง (Simulation) โดยทำการวิเคราะห์การออกแบบช่องแสง องค์ประกอบของแผงบังแดด และประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติจากข้อมูลกรณีศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการการออกแบบเพื่อกำหนดรูปแบบมาตรฐานขึ้นใหม่ซึ่งอ้างอิงจากกรณีศึกษา ใช้การจำลองเสมือนจริงเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของช่องแสงแต่ละรูปแบบ นำมาแจกแจงลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติตามทิศทางการวางที่ต่างกันและศึกษาความเกี่ยวเนื่องของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบช่องแสงที่มีผลต่อลักษณะการให้แสงธรรมชาติ โดยขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆดังนี้

1.4.1 สำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลอาคารเบื้องต้น โดยสำรวจข้อมูลอาคารทั้งลักษณะการออกแบบจัดผังพื้นที่ใช้งานของห้องสมุดและทิศทางการวางผังอาคาร รวมทั้งกำหนดพื้นที่ที่ทำการศึกษา

1.4.2 เก็บข้อมูลการออกแบบช่องแสงในกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษา ด้วยถ่ายภาพและการจดบันทึกข้อมูลดังนี้

- รูปแบบช่องแสงและขนาดของช่องแสง
- การออกแบบและองค์ประกอบของแผงบังแดด
- ขนาดสัดส่วนพื้นที่และวัสดุที่ใช้

1.4.3 ถอดแบบองค์ประกอบของการออกแบบช่องแสงของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ด้วยการแสดงแบบดังนี้

- รูปด้านเพื่อศึกษาขนาดช่องแสง
- รูปตัดเพื่อศึกษารูปแบบและองค์ประกอบของแผงบังแดดทางนอน
- แปลนเพื่อศึกษารูปแบบและองค์ประกอบของแผงบังแดดทางตั้ง

1.4.4 ศึกษาประสิทธิภาพของการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงของอาคารกรณีศึกษาทั้ง 21 กรณี จากการคำนวณด้วยโปรแกรม DIALux 4.7 โดยกำหนดวันและเวลาเดียวกันในทุกกรณี เพื่อทำการเปรียบเทียบและรวบรวมเป็นข้อมูลของแต่ละกรณีศึกษา

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละกรณีศึกษา พบว่าแม้รูปแบบและองค์ประกอบช่องแสงและแผงบังแดดจะแตกต่างกัน แต่มีลักษณะการให้แสงที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบช่องแสงกรณีศึกษาทั้ง 21 กรณี ด้วยการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะ วิธีการที่ใกล้เคียงกัน เพื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงของแต่ละวิธี โดยแบ่งกลุ่มตามหลักการการออกแบบช่องแสง ดังนี้

- ขนาดช่องแสง วัดค่าอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง
  Window to Wall Ratio (WWR)
- แผงบังแดดทางนอน วัดระยะมุมยื่น
  Vertical Shading Angle (VSA)
- แผงบังแดดทางตั้ง วัดระยะมุมยื่น
  Horizontal Shading Angle (HSA)

1.4.5 การจัดกลุ่มข้อมูลได้กลุ่มข้อมูลหัวข้อละ 3 กลุ่ม และจากการวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบช่องแสง พบว่าการออกแบบช่องแสงในงานก่อสร้างจริงนั้นได้มีการใช้หลักการหลายอย่างร่วมกัน ทั้งขนาดช่องแสงร่วมกับการออกแบบแผงบังแดดทางตั้งและทางนอน หรืออาจมีเพียงแผงบังแดดทางนอนเท่านั้น เพื่อทำการศึกษารูปแบบช่องที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง จึงกำหนดรูปแบบขึ้นใหม่โดยสร้างขึ้นจากการหาค่าเฉลี่ยของหลักการออกแบบที่วัดได้แต่ละกลุ่มข้อมูลของกรณีศึกษา เพื่อให้เกิดรูปแบบที่ต่างกันในทุกลักษณะทั้งหมด 27 รูปแบบ

1.4.6 สร้างห้องจำลองเพื่อจำลองเสมือนจริงและทำการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของแต่ละรูปแบบช่องแสงที่สร้างขึ้นใหม่ โดยกำหนดทิศทางต่างกัน 4 ทิศ เพื่อเปรียบคุณสมบัติการให้แสงของรูปแบบช่องแสงแต่ละทิศ โดยมีรายละเอียดวิธีดังนี้

- โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่าการส่องสว่าง DIALux 4.7
- ห้องจำลองช่องแสงด้านเดียวขนาดห้อง 8.00 x 10.00 เมตร ฝ้าเพดานสูง 2.45 เมตร
- กำหนดลักษณะท้องฟ้าเป็นท้องฟ้าโปร่ง (แสงแดดโดยตรงเพื่อศึกษาผลของแผงบังแดด)
- ตำแหน่งทิศทางการวางช่องแสง 4 ทิศ (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก)
- กำหนดค่าการสะท้อน พื้น = 20% , ผนัง= 50% และฝ้าเพดาน = 70%
- กำหนดระดับระนาบทำงานที่ +0.75 เมตร

- กำหนดจุดที่วัดข้อมูล ระยะจากหน้าต่างที่ 0.50, 1.50, 2.50, 3.50, 4.50, 5.50, 6.50 และ 7.50 เมตร
- กำหนดเวลา 8.00, 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น.
- กำหนดวันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน, 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม

1.4.7 สรุปประมวลผลการวิจัย จากการใช้ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม DIALux 4.7 นำค่าการส่องสว่างของแต่ละจุดและหาค่าเฉลี่ยของทั้ง 5 เวลาของทั้ง 4 วัน เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพด้านปริมาณและคำนวณหาค่าความสม่ำเสมอของแสงเพื่อประเมินด้านคุณภาพ และนำมาเขียนกราฟเป็นลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละรูปแบบ โดยแจกแจงตาม 4 ทิศหลักคือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคาดการณ์ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติในการทำงานออกแบบต่อไป

1.4.8 อภิปรายการวิจัย จากกราฟและข้อมูลประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละรูปแบบในแต่ละทิศ นำมาวิเคราะห์ความเกี่ยวเนื่องของขนาดช่องแสง แผงบังแดดทางตั้ง และแผงบังแดดทางนอน ที่สัมพันธ์ต่อค่าการส่องสว่างหรือความสม่ำเสมอของแสง ด้วยการเขียนกราฟข้อมูลของประสิทธิภาพที่ได้ จากการใช้องค์ประกอบของช่องแสง โดยแสดงด้วยกราฟแยกตามทิศแต่ละทิศ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะองค์ประกอบของช่องแสงและประสิทธิภาพของช่องแสงของอาคารกรณีศึกษาประเภทห้องสมุดที่เป็นงานสร้างจริงในประเทศไทย

1.5.2 สามารถแสดงประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงด้านข้างจากข้อมูลอาคารกรณีศึกษา

1.5.3 สามารถแจกแจงรูปแบบการออกแบบช่องแสงที่มีการนำมาใช้งานจริง ตามหลักวิธีการออกแบบช่องแสง

1.5.4 สามารถสร้างแนวทางการออกแบบช่องแสงให้สถาปนิกสามารถเลือกใช้ และคาดการณ์ถึงประสิทธิภาพของการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงแต่ละรูปแบบที่เลือกใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 คำนิยามและคำศัพท์เทคนิค

1) ปริมาณความสว่าง (Luminance: L) หมายถึง ปริมาณแสงหลังจากตกกระทบหรือส่องผ่านวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ตา คำว่า luminance มักใช้ในทางวิทยาศาสตร์ส่วนทางด้านจิตวิทยามักใช้คำว่า Brightness มีหน่วยเป็น Footlambert (fl) หรือ candela / m^2 (ศตวรรษ พรหมมา, 2548, น.10)

2) ค่าการส่องสว่าง (Illuminance: E) คือ ความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ใด ๆ มีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตรหรือเรียกว่า 1 lux (lx) (สุชาติ อนันต์ศิริวัฒนา, 2551, น.13 อ้างอิงชำนาญ ห่อเกียรติ, 2540, น. 4-5)

3) ความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแสงภายในอาคาร โดยทั่วไปสามารถหาได้จากสัดส่วนของค่าการส่องสว่างต่ำสุดต่อค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ดังนี้

$$\text{Uniformity Ratio} = E_{min} / E_{average}$$

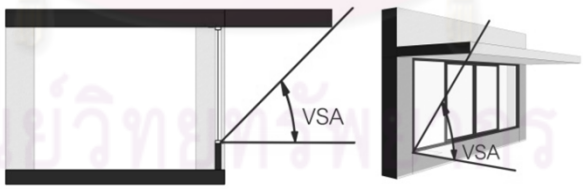
ในบางพื้นที่ซึ่งมีความต้องการค่าการส่องสว่างที่สม่ำเสมอนั้น อัตราส่วนของค่าการส่องสว่างต่ำสุดต่อค่าการส่องสว่างเฉลี่ยไม่ควรต่ำกว่า 0.5 (สุชาติ อนันต์ศิริวัฒนา, 2551, น.14)

4) แสงบาดตา (Glare) คือ สภาวะการมองเห็นที่มองแล้วเกิดภาวะความไม่สบายของสายตา หรือทำให้ความสามารถในการมองเห็นสิ่งนั้น ๆ ลดลง (สุชาติ อนันต์ศิริวัฒนา, 2551, น.14)

5) อัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนังใช้เปรียบเทียบเพื่อบอกขนาดช่องแสง

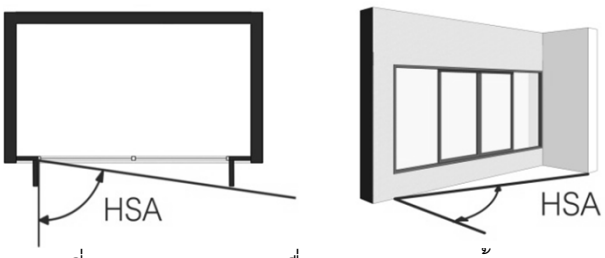
$$\text{Window to Wall Ratio (WWR)} = \text{Window Area} / \text{Wall Area}$$

6) มุมระยะยื่นของแผงบังแดดทางนอนวัดจากระดับล่างสุดของช่องแสงไปยังขอบของแผงบังแดด Vertical Shading Angle: VSA



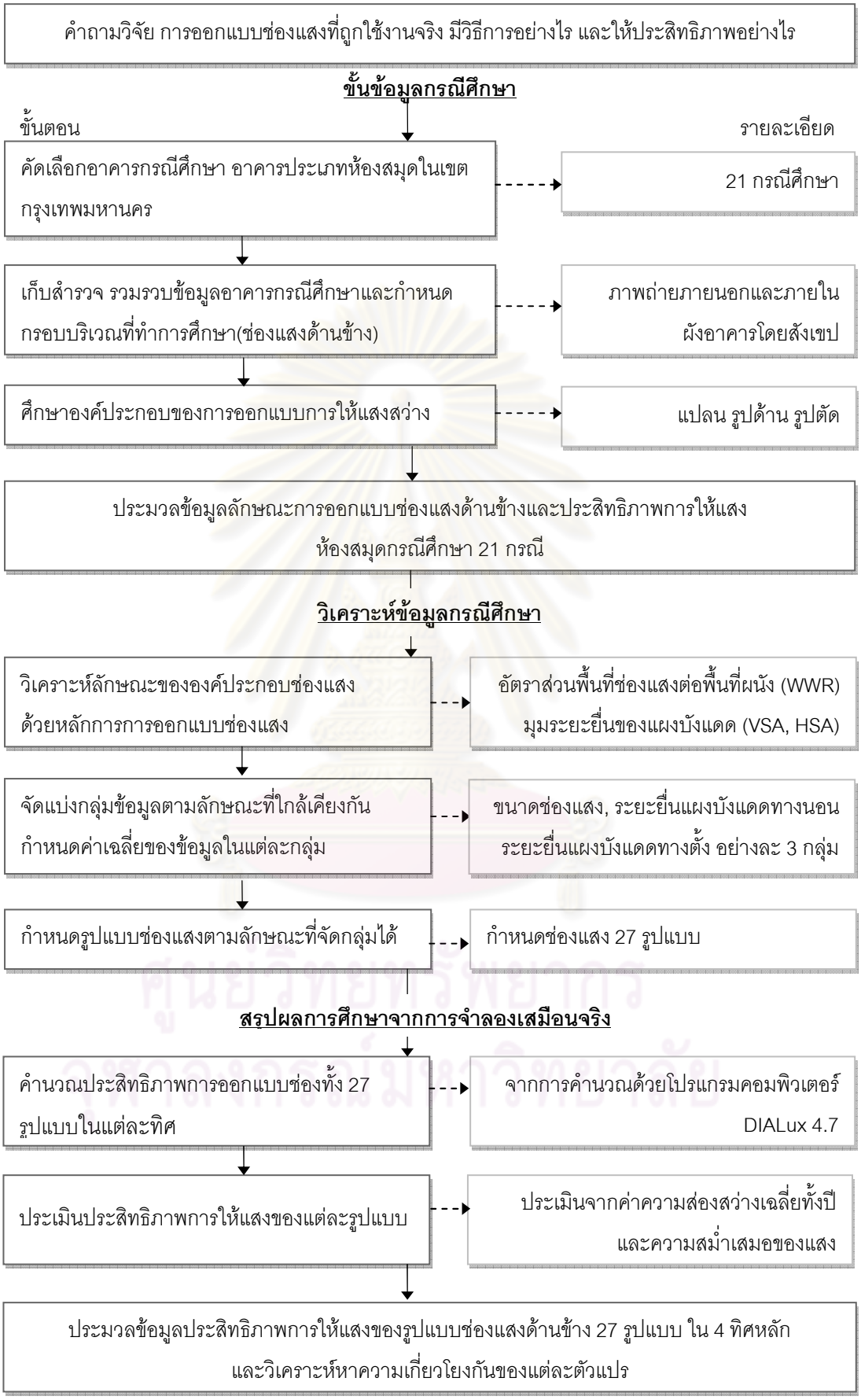
ภาพที่ 1.1 การวัดมุมระยะยื่นแผลบังแดดทางนอน VSA

7) มุมระยะยื่นของแผงบังแดดทางตั้งวัดจากขอบของช่องแสงไปยังขอบของแผงบังแดด Horizontal Shading Angle: HSA



ภาพที่ 1.2 การวัดมุมระยะยื่นแผลบังแดดทางตั้ง HSA

1.7 **ผังลำดับขั้นตอนในการทำงานวิจัย**

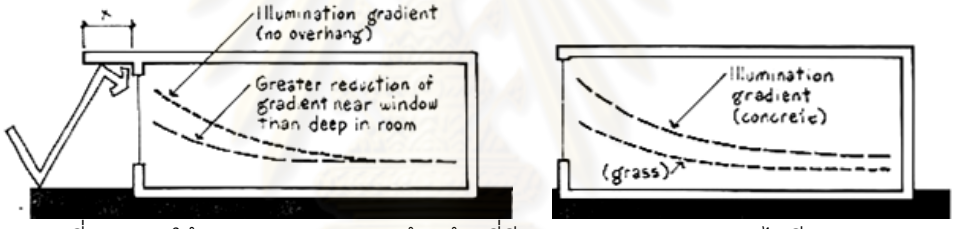


บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยชิ้นนี้นอกจากการลงสนามเก็บสำรวจข้อมูลของกรณีศึกษาแล้ว ได้ทำการศึกษาหลักการแนวคิดในการออกแบบช่องแสงด้านข้างที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านรูปแบบช่องแสง การออกแบบอุปกรณ์บังแดด และการโคจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อการให้แสงสว่างธรรมชาติและการออกแบบแสงสว่างในห้องสมุดเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการศึกษากรณีศึกษา รวมทั้งได้มีการค้นคว้าเกณฑ์ในการออกแบบแสงสว่างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงสว่างธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรมเพื่อเพิ่มเติมองค์ความรู้ในส่วนที่ยังไม่มีการค้นคว้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 รูปแบบช่องแสงเพื่อการให้แสงธรรมชาติภายในอาคาร

1) ช่องแสงทางด้านข้าง (Side lighting) เป็นการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคารโดยผ่านช่องแสงบริเวณผนังของอาคาร ทำให้ระดับค่าความสว่างภายในอาคารบริเวณใกล้กับช่องแสงมีค่าที่สูง และมีค่าลดลงในบริเวณที่ห่างออกไป ซึ่งการออกแบบแผงบังแดดทางนอน (Overhang) มีผลต่อการให้แสงสว่างของพื้นที่ภายในดังภาพ



ภาพที่ 2.1 การให้แสงของช่องแสงทางด้านข้างที่มีแผงบังแดดทางนอนและไม่มีแผงบังแดด

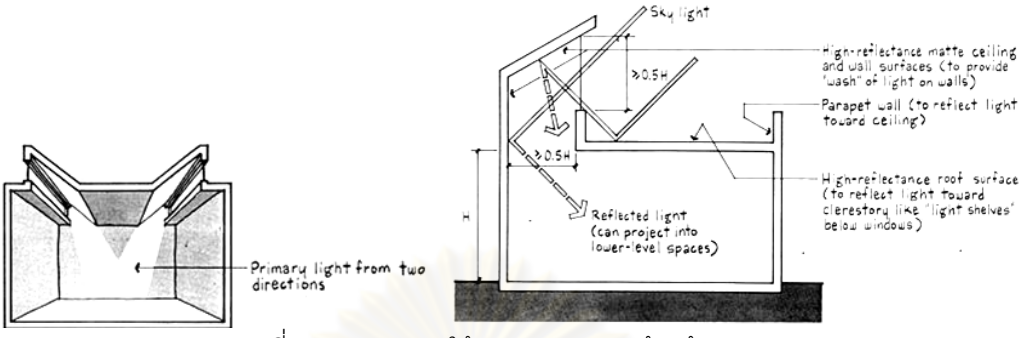
ที่มา: M. David Egan, p.179

2) การให้แสงทางด้านบน (Top lighting) เป็นการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยผ่านช่องแสงทางด้านบน เช่น การเปิดช่องแสงบริเวณหลังคา เป็นต้น สำหรับแสงที่นำเข้ามาจากด้านบน หากนำเข้ามาจากทางทิศเหนือจะทำให้ได้แสงที่สม่ำเสมอมาก และการให้แสงทางด้านทิศใต้จะทำให้ได้ความร้อน และความจ้าเข้ามามาก (ปรีชญา มหัทธนทวี, 2547) ข้อจำกัดของการให้แสงทางด้านบน คือ ตำแหน่งที่สามารถให้แสงเข้ามาได้มีเพียงด้านบนสุดของอาคาร พื้นที่บริเวณใต้ช่องแสงทางด้านบนจะมีค่าความสว่างสูงกว่าบริเวณอื่น การใช้แสงธรรมชาติผ่านทางช่องแสงด้านบน สามารถมาจากทิศทางใน 2 ทิศทางคือทิศทางตั้ง และทิศทางนอนผ่านทางหลังคา ซึ่งมีหลายรูปแบบ

ภาพที่ 2.2 รูปแบบช่องแสงด้านบน

ที่มา: สุชาติ อนันต์ศิริวัฒนา, 2551 อ้างอิง Lechner, 2001, p.273, (ดัดแปลง)

3) ช่องแสงด้านข้างส่วนบน (Clerestories) เป็นช่องแสงที่ทำให้เกิดแสงในแนวราบโดยรอบ ซึ่งต่างจากรูปแบบของการให้แสงจากด้านบนรูปแบบอื่น ๆ โดยเน้นการเปิดรับแสงในแนวตั้ง ซึ่งสามารถลดอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ได้บางส่วน อันเป็นที่มาของความร้อนและความจ้าของแสงที่ผ่านเข้ามาในอาคาร



ภาพที่ 2.3 รูปแบบการให้แสงจากช่องแสงด้านข้างส่วนบน
(Clerestories, Reflective clerestories)
ที่มา: M. David Egan, p. 183

2.2 การออกแบบอุปกรณ์บังแดด

อุปกรณ์บังแดด คือ วัตถุทึบแสงที่ทำหน้าที่บังแสงจากดวงอาทิตย์ ทั้งนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างชายคาที่ยื่นยาวออกมา หรือส่วนการก่อสร้างเพื่อการบังแดดโดยเฉพาะ เช่น แผงบังแดดทางตั้ง แผงบังแดดทางนอน บานเกล็ด หรือสิ่งอื่น ๆ เป็นต้น รูปแบบของช่องแสง และอุปกรณ์บังแดด ถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญในการควบคุมปริมาณ ทิศทาง และลักษณะการกระจายของแสงที่เข้าสู่อาคาร รูปแบบของช่องแสงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ช่องแสงที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงที่มีอุปกรณ์บังแดด โดยทั่วไปอุปกรณ์บังแดดสามารถแบ่งตามลักษณะระนาบที่ติดตั้งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

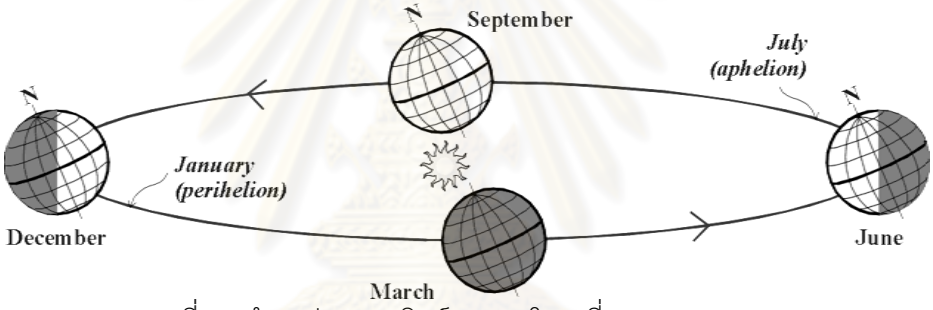
1) อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (Horizontal overhang) เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นจากอาคารในแนวนอนหรือขนานกับพื้นดิน เช่น ชายคากันสาดต่าง ๆ แผงทางนอน เกล็ดนอนและเป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันแสงทางแนวตั้งได้ดี

2) อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (Vertical louver or fin) เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นออกจากอาคารหรือด้านข้างของหน้าต่างในแนวตั้งฉากกับพื้นดิน เช่น ครีบทางตั้ง เกล็ดทางตั้ง เป็นต้นและเป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันแสงทางแนวนอนได้ดี

3) อุปกรณ์บังแดดแบบผสม หรือแบบตาราง (Egg crate or overhang with fin) เป็นอุปกรณ์บังแดดที่ยื่นออกจากอาคารที่มีทั้งแนวตั้ง และแนวนอนผสมกันในลักษณะต่าง ๆ เช่นครีบที่เป็นกล่องรอบหน้าต่าง และเป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันแสงได้ทั้งทางแนวตั้ง และแนวนอนในการพิจารณาอุปกรณ์บังแดดในกรณีที่เป็นแบบภายนอกอาคาร และภายในอาคารจะพบว่าการออกแบบอุปกรณ์บังแดดแบบภายนอกอาคารมีผลดีกว่ามาก เพราะชิ้นส่วนที่ใช้ในการกันแดดนั้นจะต้องร้อนขึ้น และแผ่รังสีออกมา ซึ่งถ้าหากว่าอยู่ภายในอาคารแล้วตัวอุปกรณ์บังแดดเองจะคายความร้อนเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศภายในอาคารขึ้นอีกทางหนึ่ง สำหรับกรณีที่อุปกรณ์บังแดดอยู่ภายนอกอาคาร นอกจากการแผ่รังสีจากตัวที่กันแดดเองจะเข้ามาไม่ถึงแล้ว ยังสามารถให้ลมพัดพาระบายความร้อนจากที่กันแดดภายนอกได้อีกด้วย

2.3 การโคจรของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ ในเวลา 365 วัน และรอบตนเองในเวลา 1 วัน โดยที่การหมุนรอบแกนเหนือ-ใต้ เอียงทำมุมกับเส้นตั้งฉาก 23.5 องศา และจากการหมุนรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี เมื่อถึงวันที่ 21 ธันวาคม ขั้วโลกเหนือจะอยู่ห่างจากจากดวงอาทิตย์มากที่สุด(ทำมุม 23.5 องศา) อีก 3 เดือนต่อมา ในวันที่ 21 มีนาคม มุมจะเป็น 0 องศา ในวันที่ 21 มิถุนายน มุมจะเป็น 23.5 องศา และในวันที่ 21 กันยายน จะเป็น 0 องศาอีกครั้งหนึ่งและกลับไปเป็นมุม 23.5 องศา ในวันที่ 21 ธันวาคม เป็นการครบ 1 รอบ และทิศทางการส่องแสงของดวงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไป ในวันที่ต่างกัน ซึ่งตำแหน่งที่มีความสำคัญ คือ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันที่ 21 ธันวาคม อยู่ในช่วงกลางฤดูหนาว เรียกว่า Winter solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางใต้มากที่สุด และมีเวลากลางคืนยาวนานกว่ากลางวัน สำหรับวันที่ 21 มีนาคมและ 21 กันยายน เรียกว่า March equinox / September equinox ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงเส้นศูนย์สูตรพอดีที่มีเวลากลางวันเท่ากับกลางคืน และวันที่ 21 มิถุนายน อยู่ในช่วงกลางฤดูร้อน เรียกว่า Summer solstice ซึ่งดวงอาทิตย์จะอยู่ทางเหนือมากที่สุด และมีเวลากลางวันยาวนานกว่าเวลากลางคืนใน



ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งดวงอาทิตย์ตามการโคจร ที่มา: Fiona Vincent

งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดวันที่ทำการศึกษา เป็นวันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน, 21 กันยายนและ 21 ธันวาคม ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งที่สำคัญของการโคจร

2.4 ปัญหาในการนำแสงธรรมชาติมาใช้สำหรับภูมิภาคเขตร้อนชื้น

แสงจากดวงอาทิตย์มีทิศทางการกระจายไปทั่วท้องฟ้าขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายตัวของเมฆ ในเขตหนาวมีปริมาณเมฆบนท้องฟ้ามาก เรียกว่า ท้องฟ้ามีเมฆมาก (Overcast sky) จะมีปริมาณแสงที่ค่อนข้างคงที่ สำหรับประเทศในเขตร้อนชื้นมักจะมีปริมาณเมฆบนท้องฟ้าปานกลางจนถึงน้อยมาก เรียกว่าท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน (Partly cloudy sky) ซึ่งมีปริมาณแสงไม่คงที่ และท้องฟ้าโปร่ง (Clear sky) ซึ่งมีปริมาณแสงที่คงที่ รวมทั้งมีค่าการส่องสว่างสูง ในกรณีของท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน ปริมาณแสงไม่คงที่เมื่อมีแสงอาทิตย์โดยตรง ปริมาณความเข้มของแสงอาจถึง 100,000 lx แต่ในขณะที่ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน ปริมาณความเข้มของแสงอาจเหลือเพียง 20,000 lx เท่านั้น

ดังนั้นในการให้แสงธรรมชาติเข้าไปในอาคารนั้นควรจะมีการออกแบบที่เหมาะสม เช่น การออกแบบช่องแสงเพื่อให้ได้รับแสงนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงขนาดของช่องแสงด้วย หากช่องแสงมีขนาดใหญ่มากปริมาณ

แสงที่เข้ามาก็มาก แต่ก็จะมีความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ดังนั้น การออกแบบช่องแสงควรจะมีขนาดที่เหมาะสมที่แสงสว่างเข้ามาได้อย่างพอเหมาะต่อความต้องการที่จะใช้งานเท่านั้น เพื่อหลีกเลี่ยงให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยที่สุด ในกรณีที่แสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารเกินความจำเป็นในการใช้งาน จะก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานตามมาจากภาระการปรับอากาศได้ นอกจากนี้ ควรที่จะมีการคำนึงถึงความร้อนที่ตามมาและความไม่สม่ำเสมอของแสงที่มีผลต่อการใช้พื้นที่ภายในอาคาร

ในบางครั้งแสงอาทิตย์สามารถส่องตรงไปยังบริเวณพื้นที่ใช้งานได้ความสว่างที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและไม่สม่ำเสมอทำให้ไม่สามารถปรับสายตาได้ทัน เป็นสาเหตุให้เกิดสภาวะที่ไม่สบายต่อสายตาขึ้นได้ และยังทำให้ประสิทธิภาพการมองเห็นลดลง ในเรื่องของการสะท้อนของผิวภายในอาคาร หากมีค่าการสะท้อนของผนัง และเพดานที่สูง จะทำให้ค่าความเข้มแสงภายในเพิ่มขึ้นได้ แต่หากภายในอาคารได้รับอิทธิพลของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ค่าการสะท้อนแสงภายในที่สูงก็อาจจะก่อให้เกิดความไม่สบายตาเนื่องจากความจ้าของแสงได้ สำหรับประเทศไทยที่อยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น (Hot - humid climate) มีหลักในการใช้แสงธรรมชาติ ดังต่อไปนี้

1. หลีกเลี่ยงแสงตรงจากดวงอาทิตย์ โดยเน้นการใช้แสงสว่างแบบโดยอ้อม (Indirect) คือ มีการสะท้อนก่อนที่จะส่องเข้ามาในพื้นที่ใช้งาน

2. ป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ควรให้ช่องแสงอยู่ในร่มเงา เพราะโดยปกติแล้วช่องแสงจะถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าทางผนังและหลังคา

3. ขนาดของช่องแสงไม่ควรใหญ่เกินไป คือ ควรจะมีขนาดที่พอดีต่อการนำแสงธรรมชาติเข้ามาสู่พื้นที่ใช้งานภายใน ในระดับค่าการส่องสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาน

2.5 การออกแบบแสงสว่างในห้องสมุด

แสงภายในอาคารทั้งส่วนที่สว่างและมืดได้ส่งผลต่อผู้ใช้ทั้งในด้านการรับรู้มองเห็นและด้านความรู้สึก ซึ่งการให้แสงที่ดีย่อมส่งผลดีต่อ การมองเห็น การสื่อสารระหว่างบุคคล ปรับปรุงคุณภาพชีวิตด้านอารมณ์ ในทางกลับกันการให้แสงที่ด้อยคุณภาพนั้นก็ย่อมทำให้เกิดผลในแง่ลบเช่นความไม่สบายตา ความสับสน และการมองเห็นสิ่งต่างอย่างไม่ชัดเจน ซึ่งเงื่อนไขต่างๆเหล่านี้ย่อมถูกพิจารณาเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ทั้งสิ้น หน้าที่ของนักออกแบบระบบแสงสว่างจำเป็นต้องประสานระหว่างความต้องการของผู้ใช้ ค่าใช้จ่ายและการดูแลรักษา สภาพแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น และตอบรับกับงานสถาปัตยกรรม เพื่อผลแก่การออกแบบที่ใช้งานได้ดีและการติดตั้งที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้ โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงต่อไปนี้

1) เป้าหมายในการออกแบบระบบแสงสว่างให้ได้คุณภาพสำหรับพื้นที่เพื่อการศึกษา (The Goal of Educational Facility Lighting) มีเป้าหมายหลักๆคือ การทำให้เกิดสภาวะการมองเห็นที่ดี (Visual Environment) ทั้งสำหรับผู้ที่เป็นผู้ทำการศึกษาและครูให้การศึกษา ซึ่งส่งเสริมต่อกระบวนการในการศึกษา โดยการสร้างสภาวะการมองเห็นที่ดี สามารถสร้างได้ด้วยเกณฑ์เบื้องต้นคือ การทำให้มองเห็นชิ้นงานได้อย่างถูกต้องรวดเร็วและชัดเจน

2) การให้แสงสว่างกับชิ้นงานที่มอง (Visual Task) ด้านเทคนิคการให้แสงเนื่องจากความหลากหลายของชิ้นงานที่ใช้ในพื้นที่การศึกษาแต่ละส่วนที่มีความแตกต่างกันอย่างหลากหลาย รวมทั้งพื้นที่ในการจัดวางชิ้นงานแต่ละส่วนด้วย และยิ่งการศึกษาระดับที่สูงขึ้นย่อมมีความหลายหลายของชิ้นงาน (Visual Task) ที่มาก

ขึ้นตามไปด้วย Visual Task สำหรับพื้นที่เพื่อการศึกษา มีความแตกต่างด้านขนาด ความเปรียบต่างของชิ้นงานและพื้นหลัง รวมทั้งทิศทางและระยะในการมองเห็น

งานที่มีความยากในระดับต้นๆคือการให้แสงสำหรับการอ่านและการเขียน เพราะเป็นการใช้สายตาที่เป็นระยะเวลานานและการมองเห็นในระยะใกล้ ดังนั้นคุณภาพแสงที่ดีต้องทำให้มองเห็นชัดเจนและสบายตา

3) การดูแลรักษาและการจัดการระบบฉุกเฉิน (Emergency Management and Maintenance) การเลือกดวงโคมที่สามารถใช้งานร่วมกันการใช้แสงธรรมชาติ เพื่อให้ได้ปริมาณแสงที่เพียงพอและมีประสิทธิภาพที่ดี ด้วยการให้แสงที่สะดวกสบายในการใช้งาน และการใช้แสงธรรมชาติให้ได้ประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการควบคุมอย่างระมัดระวังเช่น การใช้สวิทช์ควบคุมได้หลายระดับ หรือการใช้เซนเซอร์เพื่อประสานกับการใช้ดวงโคม

การออกแบบแสงในห้องสมุด แสงสว่างที่ให้ต้องได้ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น หนังสือทั่วไปควรมีขนาดตัวอักษรไม่ควรเล็กกว่า 10 point type หรือการอ่านหนังสือเก่าหรือหนังสือพิมพ์ที่สีของพื้นหลังที่ไม่ต่างจากตัวอักษรมากนัก จำเป็นต้องการปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้น หรือแม้แต่การอ่านเพื่อการหาหนังสือในชั้นหนังสือที่วางในระดับแตกต่างกัน ทำให้การให้แสงในทางตั้งมีความจำเป็นในส่วนนี้ ซึ่งมีพื้นที่การใช้งานในลักษณะที่หลากหลายและแตกต่างกัน โดยพื้นที่แต่ละส่วนมีแนวทางที่ต้องพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 IESNA Lighting Design Guide for Library

Location / Task	Very Important Issues	Important / somewhat important
Reading area	- Direct Glare - Reflected Glare - Source /Task/ Eye geometry	- Appearance of space - Color and color contrast - Lighting Dist. on surface - Lighting Dist. Task plane - Modeling object
Book Stacks - Active	- Degradation factor - Illuminance (Vertical) Category D require 300 lx (75 cm from Floor)	- Appearance of space - Color and color contrast - Direct glare - Reflected glare - Lighting Dist. On surface Lighting Dist. Task plane
Book Stacks - Inactive	- Degradation factor - Illuminances (Vertical) Category B require 50 lx	- Color and color contrast - Direct glare - Reflected glare
Catalogs	- Direct Glare - Lighting Dist. on surface - Reflected Glare - Illuminances (Horizontal) Category D require 300 lx	- Appearance of space - Color and color contrast - Lighting Dist. Task plane - Source /Task/ Eye geometry - Degradation factor

ตารางที่ 2.1 IESNA Lighting Design Guide for Library (ต่อ)

Location / Task	Very Important Issues	Important / somewhat important
Circulation desk	- Reflected Glare - Source /Task/ Eye geometry - Illuminances (Horizontal) Category D require 300 lx	- Appearance of space - Color and color contrast - Direct glare - Lighting Dist. on surface - Lighting Dist. Task plane - Modeling object
Individual Study area	- Direct Glare - Reflected Glare - Source /Task/ Eye geometry - Illuminances (Horizontal) Category D require 300 lx	- Appearance of space - Color and color contrast - Lighting Dist. on surface - Lighting Dist. Task plane
Audiovisual and Audio Listening area	- Direct Glare - Reflected Glare - Illuminances (Horizontal) Category D require 300 lx	- Appearance of space - Color and color contrast - Lighting Dist. on surface - Lighting Dist. Task plane - Modeling object

ที่มา: IESNA (2000) the IESNA Lighting Handbook: Reference & Application

- Reading Task พื้นที่ที่เกิดการอ่านในทุกจุดไม่ว่าจะเป็นโต๊ะยาว เก้าอี้นั่งอ่านเล่น ส่วนศึกษา หรือโต๊ะยืม-คืนหนังสือ สิ่งสำคัญที่ต้องระวังคือการวางตำแหน่งดวงโคมไม่ให้เกิดแสงบาดตาที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสง (direct glare)

- Shelving and Stacks area การให้แสงสำหรับพื้นที่ชั้นหนังสือ เป็นเรื่องยุ่งยาก เมื่อแสงต้องมีปริมาณเพียงพอในการค้นหาหนังสือแต่ชั้น ที่ถูกแบ่งตามรหัสตัวเลข หรือการค้นตามชื่อหนังสือหรือผู้แต่งที่ลักษณะของตัวอักษรที่อยู่บนสันหนังสือมักชัดเจนหรือเสื่อมไปตามความเก่าของหนังสือนั้น ด้วยการให้แสงจากฝ้าเพดานทำให้เกิดปัญหาแสงน้อยในชั้นล่างของชั้นหนังสือ สามารถช่วยได้ด้วยการใช้วัสดุกรุพื้นที่ชั้นหนังสือเป็นผิวหรือสีที่สามารถสะท้อนจากเพดาน และกระจายตามชั้นด้านล่างได้ ประกอบกับการวางตำแหน่งควงโคม อาจใช้โคมหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ วางต่อเนื่องขนานกับชั้นหนังสือ เพื่อให้สามารถมีการขยับชั้นหนังสือได้โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนดวงโคม

- Circulation desk การให้แสงจะให้แสงจากด้านบนสำหรับแสงโดยทั่วไปและเสริมด้วยการใช้ Task light เพื่อให้แสงเฉพาะบริเวณ หรือการให้แสงในงานตกแต่งเพื่อให้เห็นเด่นชัดหรือ สวยงามมากขึ้น

- Individual Study area ปัญหาเกิดจากการแบ่งพื้นที่โต๊ะให้มีแผงกั้นเพื่อความเป็นส่วนตัว แต่ก็จะทำให้เกิดปัญหาของเงาที่เกิดลงบนโต๊ะ ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้ task light เพื่อให้แสงส่องลงโต๊ะแต่ละตัว ตำแหน่งการติดตั้งดวงโคมใกล้กับผู้ใช้ ทำให้ต้องระวังในเรื่องการสะท้อน เข้าตาผู้อ่านและครีบบังดวงโคมจำเป็นเพื่อป้องกัน direct glare เช่นกัน และที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือความร้อนจากดวงโคม

2.6 เกณฑ์ในการใช้แสงอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการเก็บข้อมูลภาคสนามพบว่า การให้แสงสว่างของพื้นที่ในห้องสมุด เป็นการให้แสงสว่างธรรมชาติควบคู่กับการให้แสงสว่างประดิษฐ์เพื่อควบคุมปริมาณความสว่างให้คงที่เพราะพฤติกรรมของการใช้งานในพื้นที่ที่ต้องการความสว่างที่คงที่และเป็นระยะต่อเนื่องกัน ดังนั้นในการประเมินการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติ จึงเลือกศึกษาด้านการสร้างสภาวะความสบายทางการมองเห็น (Visual comfort) ด้วยการออกแบบที่ไม่ทำให้เกิดปัญหาในการใช้งาน ปัญหาที่เกิดจากการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติ ดังนี้

2.6.1 ระดับค่าการส่องสว่างที่แนะนำ ในปี ค.ศ.1979 The Illuminating Engineering Society of North America ได้คิดวิธีการเลือกใช้ความสว่างบนพื้นฐานของปัจจัยที่สำคัญเกี่ยวกับประสิทธิการมองเห็น (IESNA, 2000) ด้วยลักษณะของการใช้งาน (Characteristics of the visual task) โดยพิจารณาลักษณะการใช้งานเพื่อเลือกความสว่างตามประเภทการใช้งานที่ต้องการ

ตารางที่ 2.2 ประเภทของการส่องสว่างและค่าการส่องสว่างที่กำหนดสำหรับกิจกรรมภายในอาคาร

ประเภท	พื้นที่/ลักษณะการใช้	ค่าการส่องสว่างที่กำหนด
A	Public spaces	30 lx
B	Simple orientation for short visits	50 lx
C	Working spaces where simple visual tasks are performed	100 lx
D	Performance of visual tasks of high contrast and large size	300 lx
E	Performance of visual tasks of high contrast and small size, or visual tasks of low contrast and large size	500 lx
F	Performance of visual tasks of low contrast and small size	1000 lx
G	Performance of visual tasks near threshold	3000-10000 lx

ที่มา: IESNA (2000) the IESNA Lighting Handbook: Reference & Application

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบมาตรฐานค่าการส่องสว่างของกฎหมายและมาตรฐานสำหรับห้องสมุด

มาตรฐาน/กฎหมาย	ระดับการส่องสว่างไม่น้อยกว่า			
	ทางเดิน	เคาน์เตอร์	พื้นที่วางหนังสือ/ตู้	พื้นที่อ่านหนังสือ
มาตรฐาน CIE	100 lx	500 lx	200 lx	500 lx
ข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคาร สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย TIEA	100 lx	500 lx	200 lx	500 lx
กฎกระทรวงฉบับที่ 39	100 lx	300 lx		
ข้อบัญญัติกรุงเทพฯ : ควบคุมอาคาร	100 lx	300 lx		

ที่มา: พรรณชลัท สุริโยธิน, เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบการให้แสงและแสงธรรมชาติ, 2552

2.6.2 ปัญหาแสงบาดตา มีสาเหตุมาจากแหล่งกำเนิดแสง (Light source) ในมุมมองที่เห็น (Field of vision) ทั้งแสงจ้าโดยตรง (Direct glare) เป็นแสงจ้าที่ทำให้เกิดความไม่สบายตา (Discomfort glare) และแสงจ้าที่เกิดจากการสะท้อน (Reflected glare) หรือที่เรียกว่า Veiling Reflection ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสงสะท้อนกับผิวของวัตถุที่อยู่ในมุมมอง

อัตราส่วนความแตกต่างของค่าความสว่าง (Luminance ratio) เพื่อพิจารณาคุณภาพของการใช้แสง ค่าที่เหมาะสมแก่การใช้งานเพื่อสร้างความสบายตาของ ผู้ใช้งานภายใน ใช้ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ที่จะทำให้เกิด discomfort glare ตามที่แนะนำไว้

ตารางที่ 2.4 อัตราส่วนความแตกต่างของค่าความสว่างที่แนะนำ

2 : 1	อัตราส่วนความแตกต่างของค่าความสว่างที่รับรู้ (เห็นได้ชัดเจน) Perceptible brightness difference for focus
3 : 1	ระหว่างตำแหน่งที่มอง กับ สภาพโดยรอบ Task and adjacent surrounding
10 : 1	ระหว่างตำแหน่งที่มอง กับ สภาพโดยรอบที่มืดกว่า(ระยะไกล) Task to far surrounding
20 : 1	ระหว่างแหล่งกำเนิดแสง(ช่องแสง) กับ สภาพโดยรอบ Lighting fixtures to adjacent surrounding
40 : 1	อัตราส่วนความแตกต่างที่มากที่สุดที่ยอรับได้ของพื้นผิวใดๆในมุมมองที่มองเห็น Should not be exceeded anywhere within visual field
50 : 1	การไฮไลท์ให้มองไม่เห็นสิ่งอื่นๆ Highlight objects to exclusion of everything else in visual field

ที่มา: M. David Egan, 2000

2.7 การค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรม งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อพิจารณาระเบียบวิธีวิจัยพบว่ามีลักษณะระเบียบวิธีวิจัยอยู่ 2 กลุ่ม คือ งานวิจัยกลุ่มหนึ่งใช้วิธีกำหนดวัตถุหรือพื้นที่หรืออาคารกรณีศึกษาเพื่อทำการศึกษาอย่างเฉพาะเจาะจง เช่น เลือกอาคารอาคารหรือประเภทของอาคารที่ทำการศึกษาเพื่อทำการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่พบ หรือเลือกเฉพาะเจาะจงการออกแบบหิ้งสะท้อนแสงเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้ตามเกณฑ์ เป็นต้น ส่วนงานวิจัยอีกกลุ่มใช้วิธีการกำหนดตัวแปรเพื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ของระหว่างตัวแปรที่กำหนดขึ้น ซึ่งทั้ง 2 ระเบียบวิธี มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน คือ การศึกษาโดยใช้วิธีกรณีศึกษา ข้อมูลที่ได้อ้างอิงจากอาคารและการใช้งานจริง แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับอาคารที่พบปัญหาหรือเงื่อนไขใกล้เคียงกับกรณีศึกษาเท่านั้น ส่วนการศึกษาด้วยการกำหนดตัวแปรทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน แต่ขาดการอ้างอิงจากการใช้งานจริง โดยทั้งสองวิธีสามารถนำมาแนวคิดวิธีในการทำงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ได้ โดยมีตัวอย่างงานวิจัยดังนี้

งานวิจัยหัวข้อเรื่อง “รูปแบบของช่องแสงด้านข้างเพื่อการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารสำนักงาน” ในปีพ.ศ.2543 พิรุฬห์รัตน์ บุริประเสริฐ เน้นศึกษาตัวแปรสัดส่วนพื้นที่กระจกและความต่อเนื่องของช่องแสงที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานเป็นตัวอย่างการเลือกตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ Window to Wall Ratio ที่ส่งผลต่อพลังงานอย่างชัดเจน และมีผลต่อการให้แสงสว่างธรรมชาติอย่างมากเช่นกัน

ตาราง 3.2.1 การสำรวจรูปแบบช่องเปิดด้านข้างของอาคารสำนักงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

อาคารตัวอย่าง	อาคารหะรินทร	สาธรซิตี้ทาวเวอร์	ธนิยะพลาซ่า	อาคารแสงทองธานี
รูปแบบช่องเปิดด้านข้าง	รูปด้านทิศใต้	รูปด้านทิศเหนือ	รูปด้านทิศเหนือ	รูปด้านทิศใต้
ค่า WWR ที่ประมาณจากการคำนวณ	66%	55%	45%	44%
ค่า WWR ที่กำหนดในการศึกษาวิจัย	70%	60%	50%	40%

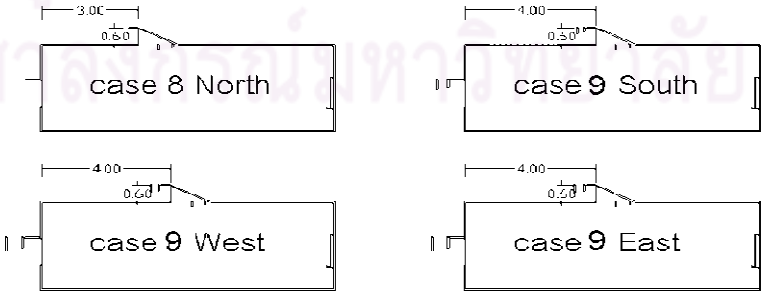
ที่มา : พิรุฬห์รัตน์ บุริประเสริฐ (ถ่ายภาพ) 14 ธันวาคม พ.ศ. 2543

ภาพที่ 2.5 ภาพตัวอย่างงานวิจัยของ คุณพิรุฬห์รัตน์ บุริประเสริฐ, 2543

ในปีปีพ.ศ.2550 บรรณสิทธิ์ จิตตะยโศธร ได้ทำการศึกาวิจัยเรื่อง “การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยการใช้ระบบท่อนำแสงทางด้านข้างของอาคาร” ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแสงที่ผ่านท่อนำแสงเข้าสู่อาคาร ซึ่งเป็นการศึกษาที่เฉพาะเจาะจงเรื่องการออกแบบท่อนำแสงเท่านั้น เป็นตัวอย่างในการกำหนดของเขตพื้นที่การศึกษาที่ชัดเจนจากหัวเรื่องที่เลือกทำการศึกษา

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรอื่นๆเช่น รูปทรงของเอเทรียมที่ส่งผลต่อปริมาณแสงในอาคาร (สุชาติ อนันต์ศิริวัฒนา, 2551) ผลของการวิจัยที่ได้เป็นข้อมูลให้กับผู้ออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารที่มีความคล้ายคลึงกัน งานวิจัยอีกส่วนหนึ่งเป็นการกำหนดพื้นที่ในการศึกษาหรือเลือกวิเคราะห์กรณีศึกษาที่เฉพาะเจาะจงโดยเน้นประเด็นการแก้ปัญหาที่พบโดยปริมาณแสงที่เข้าสู่อาคาร อาทิเช่น

อวิรุทธ์ อุรุพงศา ได้ทำงานวิจัยในปีพ.ศ.2544 เรื่อง “การใช้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านข้างส่วนบนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างในห้องเรียนในชนบท” ศึกษาด้วยการออกแบบช่องแสงหลายรูปแบบและทดสอบหารูปแบบที่แก้ปัญหาได้ดีที่สุด ตัวอย่างวิธีในการสร้างรูปแบบเพื่อเพิ่มทางเลือก

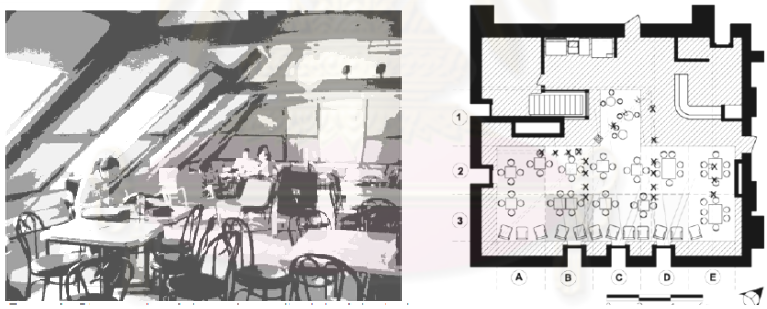


ภาพที่ 2.6 ภาพตัวอย่างงานวิจัยของ คุณอวิรุทธ์ อุรุพงศา, 2544

งานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติในต่างประเทศที่พบส่วนมากเน้นประเด็นเพื่อการประหยัดพลังงาน อาทิเช่น Danny H.W.Li, Joseph C. Lam วิจัยหัวข้อเรื่อง “An investigation of Daylighting performance and energy saving in daylit corridor” ทำการศึกษาจากการกำหนดพื้นที่ทางเดินเป็นพื้นที่ศึกษาเพื่อวัดค่าพลังงานที่ประหยัดได้จากการใช้ Daylight sensor ร่วมกันระบบการ Dim artificial light พร้อมทั้งศึกษาจุดที่ทำการติดตั้ง Daylight sensor

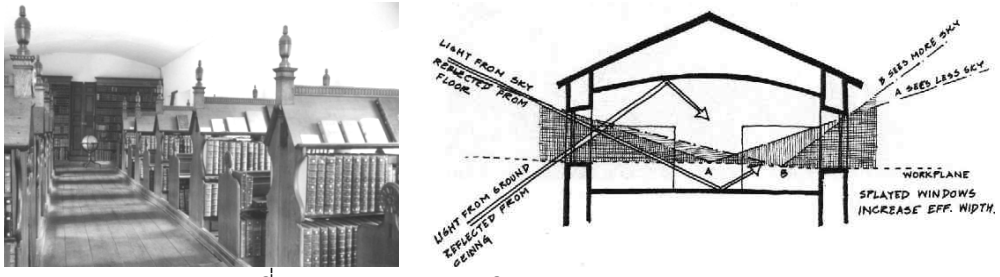
ภาพที่ 2.7 ภาพตัวอย่างงานวิจัยของ Danny H.W.Li, Joseph C. Lam, 2545

งานวิจัยบางส่วนเป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมของผู้ใช้ต่อการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร เช่น งานวิจัยเรื่อง“Daylit Space and Comfortable Occupants: A variety of luminous ambiences in support of diversity of individuals” ของ Catherine Dubios, Claude Demers, Andre Potivin เป็นการสำรวจจากสถานที่จริงเพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ต่อพื้นที่ที่มีแสงส่องถึงโดยกำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นร้านอาหารแห่งหนึ่งในสถาบันศึกษา



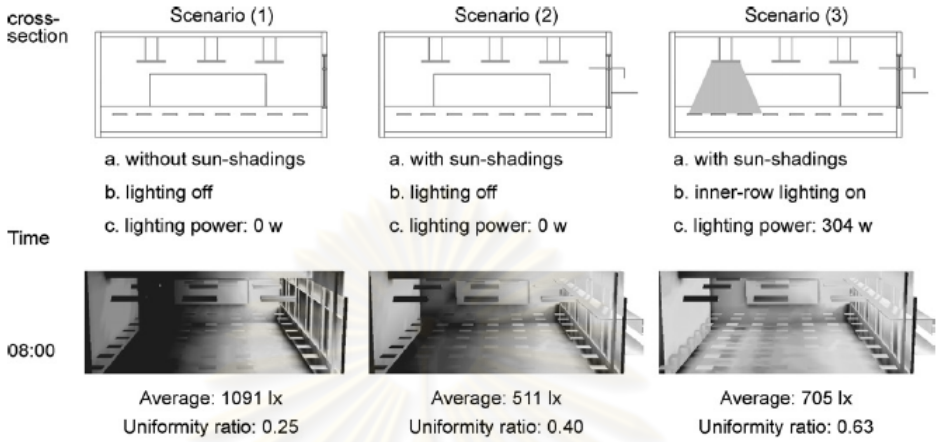
ภาพที่ 2.8 ภาพตัวอย่างผลงานวิจัยของ Catherine Dubios, Claude Demers, Andre Potivin, 2552

นอกจากนั้นยังพบงานวิจัยที่มีประเด็นเกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นนี้เช่น งานวิจัยของ Ayona Datta, ศึกษาเรื่อง Daylighting in Cambridge Libraries: shifting focus over time, Arizona State University โดยเก็บข้อมูลด้านการออกแบบรายละเอียดงานสถาปัตยกรรมที่ส่งผลต่อการให้แสงสว่างธรรมชาติและทำการเปรียบเทียบกันในแต่ละยุค



ภาพที่ 2.9 ภาพตัวอย่างงานวิจัยของ Ayona Datta, 2552

งานวิจัยของ Ming-Chin Ho a, Che-Ming Chiang b, Po-Cheng Chou c, Kuei-Feng Chang d และ Chia-Yen Lee ศึกษาหัวข้อเรื่อง Optimal sun-shading design for enhanced daylight illumination of subtropical classrooms ด้วยการจำลองเสมือนจริงเพื่อเปรียบเทียบผลค่าการส่องสว่างของแต่ละรูปแบบและนำมาผลที่ได้มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์



ภาพที่ 2.10 ภาพตัวอย่างงานวิจัยของ Ming-Chin Ho a, Che-Ming Chiang b, Po-Cheng Chou c, Kuei-Feng Chang dและ Chia-Yen Lee, 2551

จากตัวอย่างเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถนำวิธีการวิจัยมาปรับใช้ในวิจัยชิ้นนี้ได้ โดยเลือกการศึกษากรณีศึกษาเป็นฐานข้อมูลการออกแบบช่องแสงด้านข้าง และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดรูปแบบทางเลือกขึ้นใหม่เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างจากช่องแสงด้านข้าง ซึ่งเป็นแนวทางการศึกษาที่ยังไม่พบในประเทศ และเพื่อให้ผลการศึกษาสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้งานได้จริง คือ สถาปนิกสามารถใช้เป็นแนวทางในการคาดการณ์ถึงประสิทธิภาพของการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงด้านข้างที่ออกแบบได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ใช้ระเบียบวิธีเก็บสำรวจข้อมูลกรณีศึกษา พื้นที่บริเวณนั่งอ่านหนังสือ อาคารประเภทห้องสมุด 21 กรณี เพื่อเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติซึ่งเป็นการก่อสร้างและใช้งานจริง และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ระบบช่องแสงด้านรูปแบบช่องแสงและองค์ประกอบของแผงบังแดด เพื่อใช้อ้างอิงในการสร้างรูปแบบขึ้นใหม่ที่ใช้จำลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบช่องแสงที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (โปรแกรม DIALux 4.7) โดยมีขั้นตอนการศึกษาวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การคัดเลือกกรณีศึกษาอาคารประเภทห้องสมุด
2. การเก็บสำรวจข้อมูลอาคารกรณีศึกษา
3. วิเคราะห์การออกแบบช่องแสงและแผงบังแดดของกรณีศึกษา
4. การศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ
5. สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

3.1 การคัดเลือกกรณีศึกษาอาคารประเภทห้องสมุด

จากการทำการค้นคว้าข้อมูลอาคารประเภทห้องสมุด โดยได้กำหนดขอบเขตการค้นคว้าในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร และกำหนดเกณฑ์คัดเลือกกรณีศึกษาที่มีลักษณะการใช้งานเป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคารหรือไม่น้อยกว่าครึ่งของพื้นที่อาคาร เพื่อวางกรอบพื้นที่การศึกษาการให้แสงสว่างธรรมชาติกับพื้นที่ห้องสมุดที่ชัดเจนมากขึ้น จึงได้ข้อมูลรายการอาคารที่กำหนดเป็นอาคารกรณีศึกษาทั้งหมด 21 กรณี ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางรายชื่ออาคารที่กำหนดเป็นกรณีศึกษา พร้อมปี พ.ศ. ที่ก่อสร้าง

กรณีศึกษา	ก่อสร้างเมื่อ	รายชื่ออาคาร
1	พ.ศ.2464	ห้องสมุดเนลสันเฮย์
2	พ.ศ.2499	ห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี
3	พ.ศ.2509	หอสมุดแห่งชาติ
4	พ.ศ.2509	หอสมุดศิริราช
5	พ.ศ.2511	ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข มหาวิทยาลัย มหิดล
6	พ.ศ.2512	ห้องสมุดประชาชนซอยพระนาง
7	พ.ศ.2518	สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง
8	พ.ศ.2518	หอสมุดสาขา วังท่าพระ สำนักหอสมุดกลาง ม.ศิลปากร
9	พ.ศ.2521	ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10	พ.ศ.2522	สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11	พ.ศ.2528	สำนักหอสมุดกลาง ม.ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
12	พ.ศ.2531	สำนักหอสมุด ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
13	พ.ศ.2532	หอสมุดดำรงราชานุภาพ
14	พ.ศ.2536	ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ

กรณีศึกษา	ก่อสร้างเมื่อ	รายชื่ออาคาร
15	พ.ศ.2537	สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
16	พ.ศ.2540	หอสมุดปรีดี พนมยงค์ ห้องสมุดธรรมศาสตร์
17	พ.ศ.2545	สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
18	พ.ศ.2548	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
19	พ.ศ.2549	ศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
20	พ.ศ.2551	ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน
21	พ.ศ.2552	หอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีปทุม

3.2 การเก็บสำรวจข้อมูลอาคารกรณีศึกษา

จากวัตถุประสงค์งานวิจัยชิ้นนี้ที่ต้องการศึกษาการออกแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติและประสิทธิภาพของการออกแบบนั้นๆ จึงกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษาเป็น บริเวณนั่งอ่านหนังสือ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการให้แสงสว่างธรรมชาติและเป็นพื้นที่ที่ผู้ใช้ใช้ระยะเวลาในการใช้งานเป็นระยะนานและต่อเนื่องกัน และจากการสำรวจพื้นที่ภายในของห้องสมุดเบื้องต้นยืนยันได้ว่านิยมถูกจัดให้เป็นพื้นที่ให้แสงสว่างธรรมชาติมากที่สุด ดังนั้นเพื่อรวบรวมประมวลเป็นข้อมูลกรณีศึกษาได้มีขั้นตอนการเก็บสำรวจรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) สำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลอาคารทั้งข้อมูลผังอาคาร การออกแบบวางผัง และลักษณะการใช้งาน ใช้วิธีเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพทั้งภายนอกและภายในอาคาร รวมทั้งการวัดระยะพร้อมจดบันทึกเพื่อนำข้อมูลการผังอาคารที่ได้มาใช้ในการกำหนดกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาของแต่ละอาคารกรณีศึกษา และทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

2) ศึกษาลักษณะของระบบช่องแสง ด้วยการเก็บข้อมูลการออกแบบช่องแสงในกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษา ด้วยการถ่ายภาพและการจดบันทึก เก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของรูปแบบและขนาดของช่องแสง การออกแบบและองค์ประกอบของแผงบังแดด ระยะต่างๆของพื้นที่รวมถึงวัสดุที่ใช้ แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาถอดแบบองค์ประกอบของการออกแบบช่องแสงในพื้นที่ที่ทำการศึกษา ด้วยการแสดงแบบดังนี้

- รูปด้าน เพื่อศึกษา ขนาดช่องแสง
- รูปตัด เพื่อศึกษา รูปแบบและองค์ประกอบของแผงบังแดดทางนอน
- แปลน เพื่อศึกษา รูปแบบและองค์ประกอบของแผงบังแดดทางตั้ง

3) ประมวลประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของระบบช่องแสง ของกรณีศึกษาทั้ง 21 กรณี จากข้อมูลรูปแบบช่องแสงและองค์ประกอบแผงบังแดด รวมทั้งตำแหน่งการหันทิศทางของช่องแสงที่ทำการศึกษานำมาคำนวณหาค่าการส่องสว่างของพื้นที่ ด้วยโปรแกรม DIALux 4.7 โดยกำหนดวันและเวลาเดียวกันในทุกกรณี คือ เวลา 12.00 น. เพราะเป็นเวลาที่ที่ไม่มีแสงส่องโดยตรง และวันที่ 21 มีนาคม ซึ่งเป็นวัน Equinox ที่ตำแหน่งดวงอาทิตย์ทำมุม 0° กับแกนโลก โดยแสดงเป็นภาพจำลองทัศนียภาพภายในพร้อมทั้งผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณได้ที่ระนาบทำงาน เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลของแต่ละกรณีศึกษา

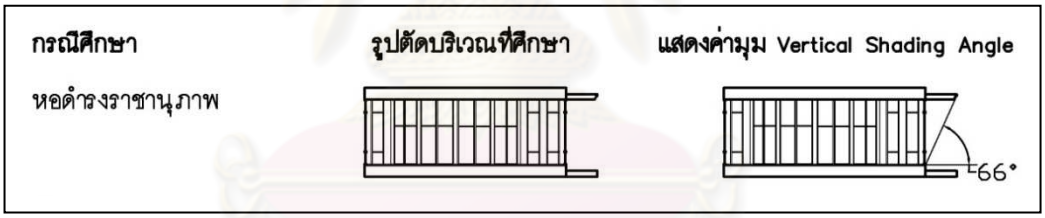
3.3 วิเคราะห์การออกแบบช่องแสงและแผงบังแดดของกรณีศึกษา

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละกรณีศึกษา แม้รูปแบบช่องแสงและองค์ประกอบแผงบังแดดจะแตกต่างกัน แต่มีลักษณะการให้แสงที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกรณีศึกษาห้องสมุดเนลสันเฮย์ไม่ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยเนื่องจากรูปแบบฝ้าเพดานโค้งภายในต่างจากกรณีศึกษาอื่นๆ ทำให้ตัดกรณีศึกษานี้ออกไป ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบช่องแสงกรณีศึกษา 20 กรณี โดยแยกวิเคราะห์วิธีการออกแบบตามหลักการการออกแบบช่องแสง 3 หลักการคือ ขนาดช่องแสง แผงบังแดดทางนอนและแผงบังแดดทางตั้ง เพื่อทำการศึกษาการออกแบบระบบช่องแสงของแต่ละกรณีด้วยข้อมูลดังนี้

1) การวิเคราะห์ขนาดช่องแสง จากการคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง (Window to Wall Ratio: WWR) ด้วยแบบรูปด้านของบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาแต่ละกรณี

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างการคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง กรณีศึกษาห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี

2) การวิเคราะห์แผงบังแดดทางนอน จากการคำนวณระยะมุมยื่นแผงบังแดดทางนอน (Vertical Shading Angle: VSA) ด้วยแบบรูปตัดของพื้นที่ที่ทำการศึกษาแต่ละกรณี



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างการคำนวณระยะมุมยื่นแผงบังแดดทางนอน กรณีศึกษาหอสมุดดำรงราชานุภาพ

3) วิเคราะห์แผงบังแดดทางตั้ง จากการคำนวณระยะมุมยื่นแผงบังแดดทางตั้ง (Horizontal Shading Angle: HSA) ด้วยแบบแปลนของพื้นที่ที่ทำการศึกษาแต่ละกรณี

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการคำนวณระยะมุมยื่นแผงบังแดดทางตั้ง กรณีศึกษาห้องสมุดฯสวนลุมพินี

จากการสำรวจข้อมูลกรณีศึกษาเบื้องต้น พบว่า การออกแบบระบบช่องแสงมีการใช้บางหลักการที่คล้ายคลึงกันในบางกรณี จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปด้วยการจัดกลุ่มข้อมูล การออกแบบที่มีลักษณะวิธีการที่ใกล้เคียงกัน โดยแยกจัดกลุ่มข้อมูลตามหลักการทั้ง 3 หลักการ เพื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงของแต่ละกลุ่มข้อมูล

3.4 การศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ

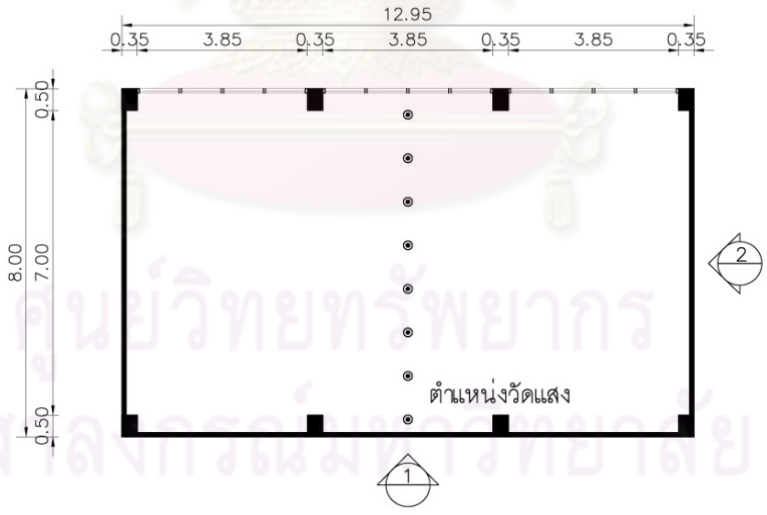
จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการออกแบบของพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้ง 20 กรณี และทำการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีค่าที่ใกล้เคียงกันได้กลุ่มข้อมูลทั้งหมด 9 กลุ่มข้อมูล ซึ่งมาจาก 3 หลักการ หลักการละ 3 กลุ่ม และเมื่อพิจารณาลักษณะการออกแบบช่องแสง พบว่าในงานก่อสร้างจริงนั้นได้มีการใช้หลักการหลายอย่างร่วมกัน ทั้งขนาดช่องแสง ร่วมกับการออกแบบแผงบังแดดทางตั้งและทางนอน หรืออาจมีเพียงแผงบังแดดทางนอนเท่านั้น

เพื่อให้เกิดรูปแบบที่มีความหลากหลายและเพื่อให้การศึกษารูปแบบช่องแสงที่อ้างอิงการใช้งานจริง จึงกำหนดรูปแบบขึ้นใหม่ โดยสร้างขึ้นจากการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มข้อมูล เพื่อกำหนดเป็นรูปแบบที่ใช้กับห้องจำลอง เพื่อศึกษาลักษณะการให้แสงสว่างของแต่ละรูปแบบ

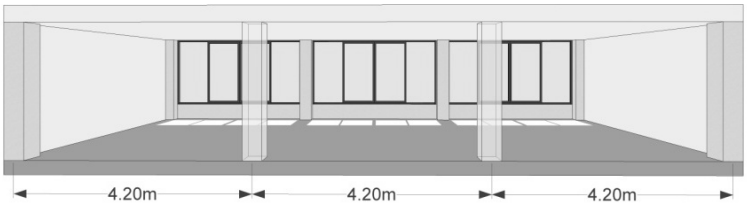
การศึกษาประสิทธิภาพของช่องแสงแต่ละรูปแบบ ด้วยการ สร้างห้องจำลอง จากรูปแบบช่องแสงทั้งขนาดช่องแสง แผงบังแดดทางนอนและทางตั้งตามลักษณะของแต่ละกลุ่มข้อมูลที่แบ่งกลุ่มได้ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าการส่องสว่าง (Illuminance) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (โปรแกรม DIALux 4.7) เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถคำนวณค่าการส่องสว่างและตั้งค่าทิศทางการวางช่องแสงและช่วงเวลาที่ทำการวัดแสงและนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันได้ โดยกำหนดรายละเอียดของห้องจำลองและค่าต่างๆของโปรแกรมเพื่อทำการศึกษาดังนี้

- กำหนดห้องจำลองขนาด 8.00 x 13.00 ม. โดยให้มีช่องแสง 1 ด้าน พิจารณาจากระยะระหว่างเสาส่วนใหญ่ของกรณีศึกษาที่ประมาณ 4.00 เมตร โดยคิดเป็น 3 ช่วงเสาให้ขนาดเสาที่ 35 x 50 เซนติเมตร

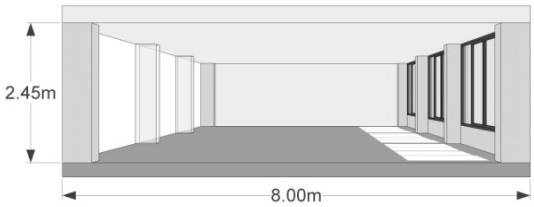
- ฝ้าเพดานสูง 2.45 เมตร พิจารณาจากระยะความสูงเฉลี่ยของกรณีศึกษาที่มีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐานอาคารทั่วไป คือ 2.40- 3.00 เมตร โดยตัดค่าความสูงเพดานของกรณีศึกษาที่มีค่าต่างจากมาตรฐานเกินไป



ภาพที่ 3.4 ผังห้องจำลองแสดงตำแหน่งวัดแสง

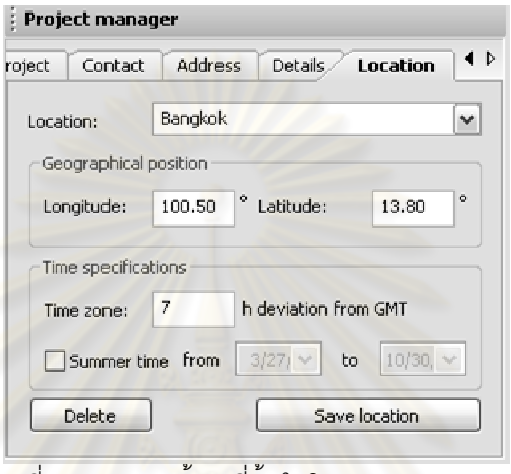


ภาพที่ 3.5 ภาพมุมมองจากด้านหลังของห้องจำลอง



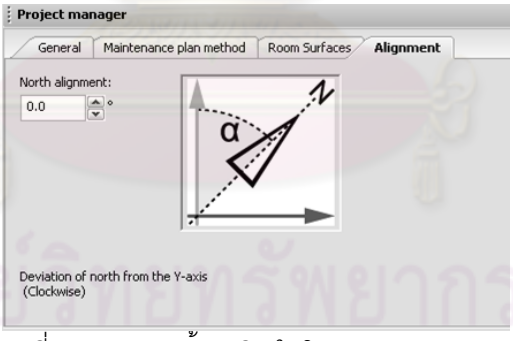
ภาพที่ 3.6 ภาพมุมมองจากด้านข้างของห้องจำลอง

- กำหนดสถานที่ตั้งของห้องจำลอง (Project location: Bangkok)



ภาพที่ 3.7 ภาพการตั้งค่าที่ตั้ง ในโปรแกรม DIALux 4.7

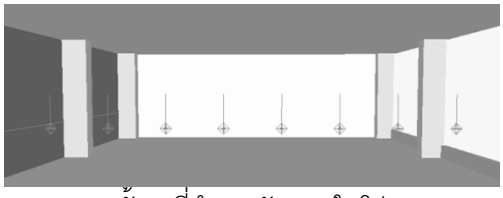
- ทิศทางการวางห้อง ปรับตามทิศหลัก คือ เหนือ ใต้ ตะวันออกและตะวันตก (Alignment: N=0°, S=180°, E=90°, W=270°)



ภาพที่ 3.8 ภาพการตั้งค่าทิศ ในโปรแกรม DIALux 4.7

- ค่าการสะท้อนของผิววัสดุ พื้น ผนัง และเพดาน กำหนดตามค่ามาตรฐานของการคำนวณสำหรับพื้นที่อาคารเรียน คือ Floor = 0.70, Wall = 0.50, Ceiling = 0.20

- จุดวัดแสงกำหนดที่ระนาบทำงาน +0.75 เมตร โดยวัดค่าที่ตั้งฉากกับระนาบพื้น ทุกระยะ 1 เมตร จากช่องแสง

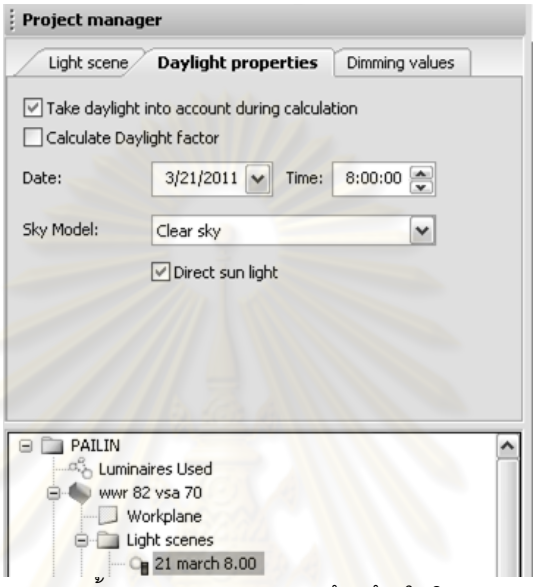


ภาพที่ 3.9 ภาพการตั้งจุดที่ทำการวัดแสง ในโปรแกรม DIALux 4.7

- ลักษณะท้องฟ้าในการจำลอง (Clear sky with direct sun) พิจารณาจากลักษณะท้องฟ้าที่ให้แสงที่คงที่และเลือกแสงแดดโดยตรงเพื่อศึกษาผลการบังแดดของแผงบังแดดแต่ละรูปแบบ

- วันในการวัดแสง กำหนดวันในการคำนวณ คือ วันที่ตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์มีค่ามากที่สุด คือ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน, 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม

- เวลาที่ทำการคำนวณจากระยะทำการของห้องสมุดทั่วไปในช่วงกลางวัน คือ 8.00, 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น.



ภาพที่ 3.10 ภาพการตั้งค่าวันเวลาและสภาพท้องฟ้า ในโปรแกรม DIALux 4.7

จากนั้นทำการปรับขนาดช่องแสงและแผงบังแดดตามรูปแบบที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งปรับตำแหน่งช่องแสงใน 4 ทิศหลัก คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เพื่อสรุปเป็นผลการศึกษาส่วนของประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติตลอดทั้งปีที่ได้จากรูปแบบนั้นๆ

3.5 **สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา**

งานวิจัยชิ้นนี้แยกผลสรุปการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรก คือ ส่วนข้อมูลที่เก็บสำรวจอาคารกรณีศึกษาเป็นการประมวลวิธีการการออกแบบระบบช่องแสงด้านข้างสำหรับอาคารห้องสมุด ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้ โดยมีหัวข้อดังนี้

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้น ชี้แจงข้อมูลอาคาร ภาพถ่ายและผังอาคาร

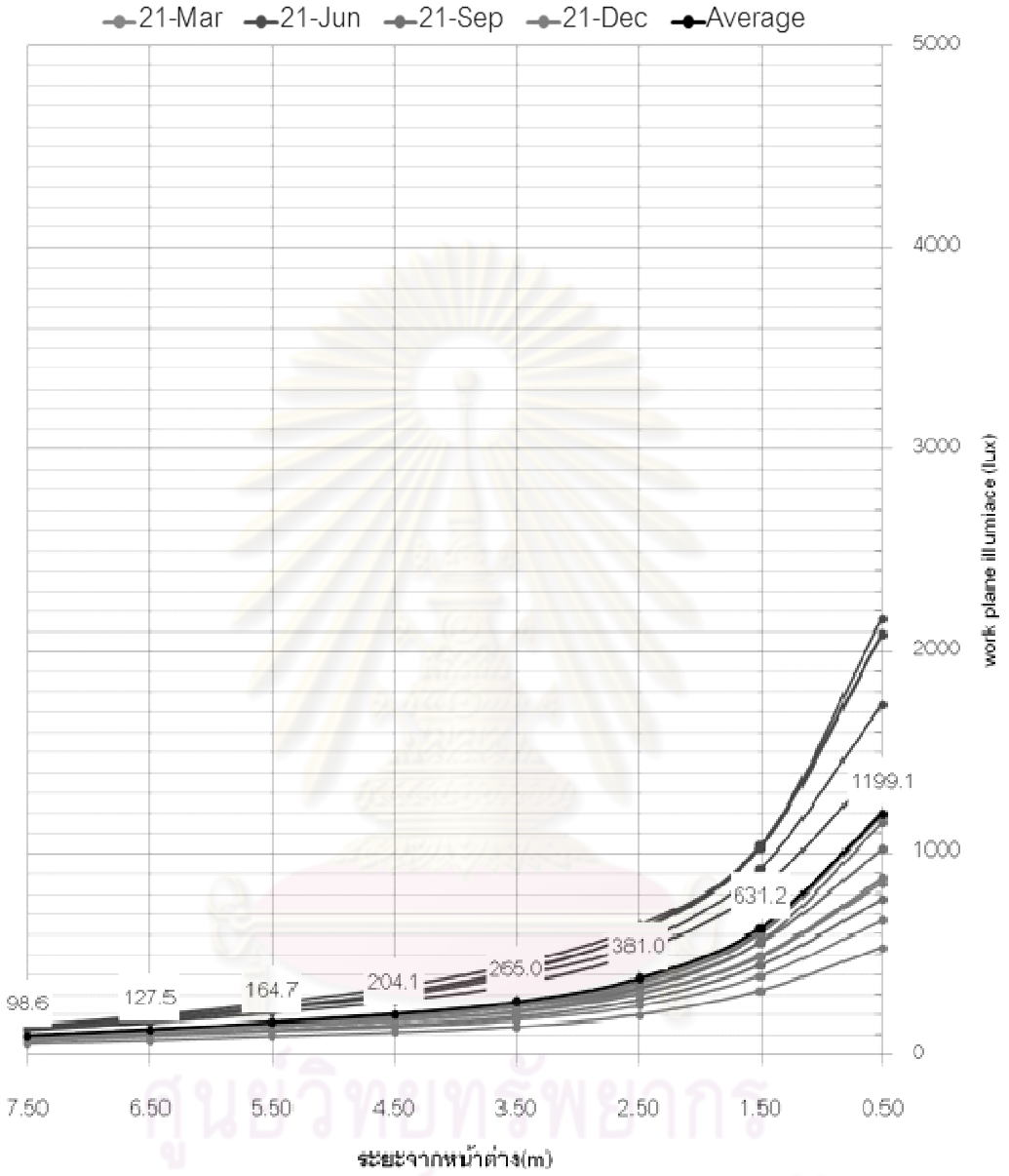
2) ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา ชี้แจงตำแหน่งพื้นที่ในผังและภาพถ่ายภายใน

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ชี้แจงลักษณะ ภาพถ่าย รูปด้านและรูปตัด

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติพื้นที่ที่ทำการศึกษา ชี้แจงค่าการส่องสว่างที่ได้

ส่วนที่สองคือ ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละรูปแบบช่องแสงที่สร้างขึ้น จากการคำนวณค่าการส่องสว่างของจุดวัดแสงของห้องจำลอง ด้วยโปรแกรม DIALux 4.7

แผนภูมิที่ 3.1 ตัวอย่างกราฟจากการผลการคำนวณค่าการส่องสว่าง เวลา 8.00, 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น. ของวันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน, 21 กันยายน และ 21 ธันวาคม รูปแบบช่องแสง WWR=0.82, VSA= 0°, HSA= 51° กรณีหันช่องแสงทางทิศเหนือ



แล้วจึงนำชุดข้อมูลที่คำนวณได้นำหาค่าเฉลี่ยแล้วจึงนำมาเขียนกราฟเป็นลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละรูปแบบ โดยเปรียบเทียบข้อมูลจากทิศทางการวางช่องแสง 4 ทิศหลักคือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก เป็นผลการศึกษาลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของช่องแสงทั้ง 27 รูปแบบ เพื่อให้สถาปนิกสามารถนำไปพิจารณาเลือกใช้ในการออกแบบให้ตรงกับการจัดวางการใช้สอยพื้นที่ภายใน

การอภิปรายผลการศึกษา โดยใช้การแยกลักษณะการให้แสงของทั้ง 27 รูปแบบในแต่ละทิศ เพื่อหาความสัมพันธ์ของการออกแบบระบบช่องแสงทั้งขนาดช่องแสง แผงบังแดดทางนอนและแผงบังแดดทางตั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการการออกแบบช่องแสงด้านข้างว่าส่งผลอย่างไรต่อลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ

บทที่ 4
ผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษา

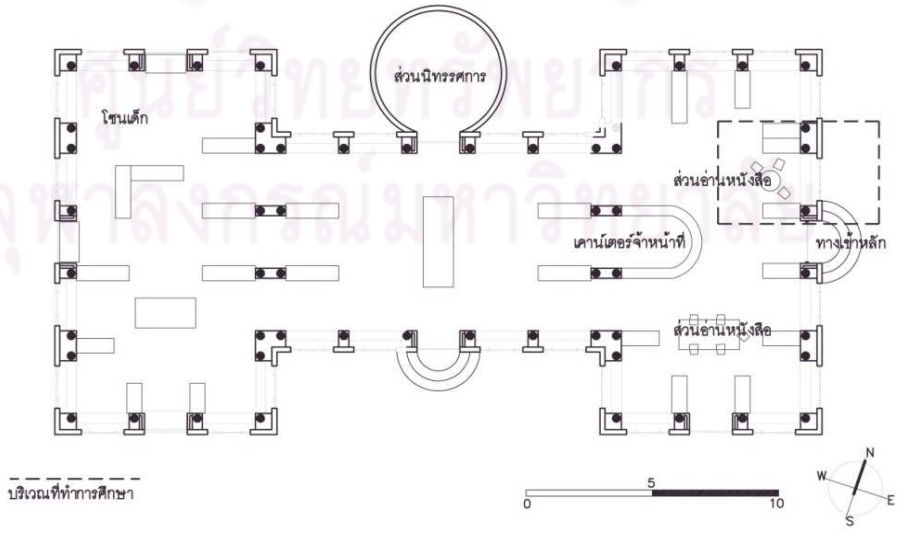
ในบทนี้ได้แบ่งผลการวิจัยเป็น 3 ส่วน ส่วนแรก คือ ผลจากการลงสนามเก็บสำรวจข้อมูลอาคาร ได้แก่ ผังอาคาร ภาพถ่ายอาคารเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของกรณีศึกษาเบื้องต้น รายละเอียดข้อมูลการออกแบบการให้แสงสว่างทางด้านข้างของพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งรูปแบบทางสถาปัตยกรรมและประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติจากการคำนวณด้วยโปรแกรม ส่วนที่ 2 คือ ส่วนการถอดรหัสรูปแบบการออกแบบช่องแสงเพื่อกำหนดรูปแบบในการศึกษา และส่วนสุดท้าย คือ การศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละรูปแบบที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคาดการณ์ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติที่ได้รูปแบบมาจากการวิเคราะห์จากการใช้งานจริง

4.1 ผลการเก็บสำรวจข้อมูลอาคารกรณีศึกษา 21 กรณี

4.1.1 กรณีศึกษาที่ 1 ห้องสมุดเนลสันเฮย์ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2464

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้น เป็นอาคารชั้นเดียวแบบ นีโอคลาสิค ออกแบบโดยสถาปนิกชาวอิตาลี (Mario Tamalyo) การวางผังอาคารรูปแบบสมมาตรเป็นรูปตัวไอ วางทิศอาคารตามยาววางทิศเหนือใต้ โดยมีลานกว้างด้านหน้าอาคารและด้านข้างอาคารซึ่งปัจจุบันทางเข้าหลักอยู่ทางด้านข้าง

ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารห้องสมุดเนลสันเฮย์



ภาพที่ 4.2 ผังพื้นชั้น 1 อาคารห้องสมุดเนลสันเฮย์แสดงบริเวณที่ทำการศึกษา

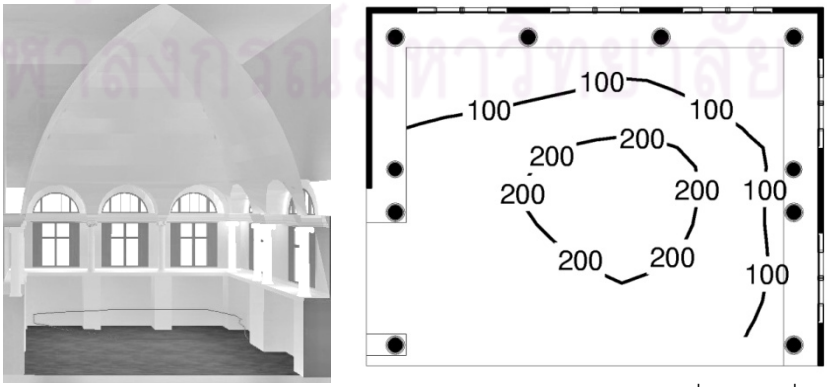
2) ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา จากการสำรวจพื้นที่อาคารกรณีศึกษาได้ กำหนดบริเวณนั่งอ่านหนังสือใกล้ช่องแสงทางด้านทิศตะวันออก เป็นพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาพที่ 4.3 ภาพถ่ายภายในอาคารห้องสมุดเนลสันเฮย์

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ เป็นการออกแบบช่องแสงตามลักษณะอาคารคลาสสิกโดยมีช่องแสงรูปครึ่งวงกลมเหนือหน้าต่างบานเปิดคู่ 2 ชั้น โดยมีทั้งบานกระจกด้านในและบานเกล็ดด้านนอกช่วยในการกรองแสง โดยช่องแสงทั้งหมดวางตำแหน่งสูงจากพื้นเหนือความสูงของตู้หนังสือขึ้นไปโดยได้ออกแบบระยะผนังให้มีความลึกเพื่อทำเป็นตู้หนังสือที่สัมพันธ์กับเปลือกอาคาร และวางตำแหน่งช่องแสงในระยะเท่าๆกันโดยรอบอาคารทุกทิศ วัสดุและสีที่ใช้คือฝ้าเป็นฝ้าเรียบสีขาว ช่องแสงกรอบไม้และวงกบสีเขียว พื้นและเฟอร์นิเจอร์เป็นสีไม้ธรรมชาติ พื้นที่ภายในมีลักษณะฝ้าสูงจากการออกแบบฝ้าโค้ง

ภาพที่ 4.4 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

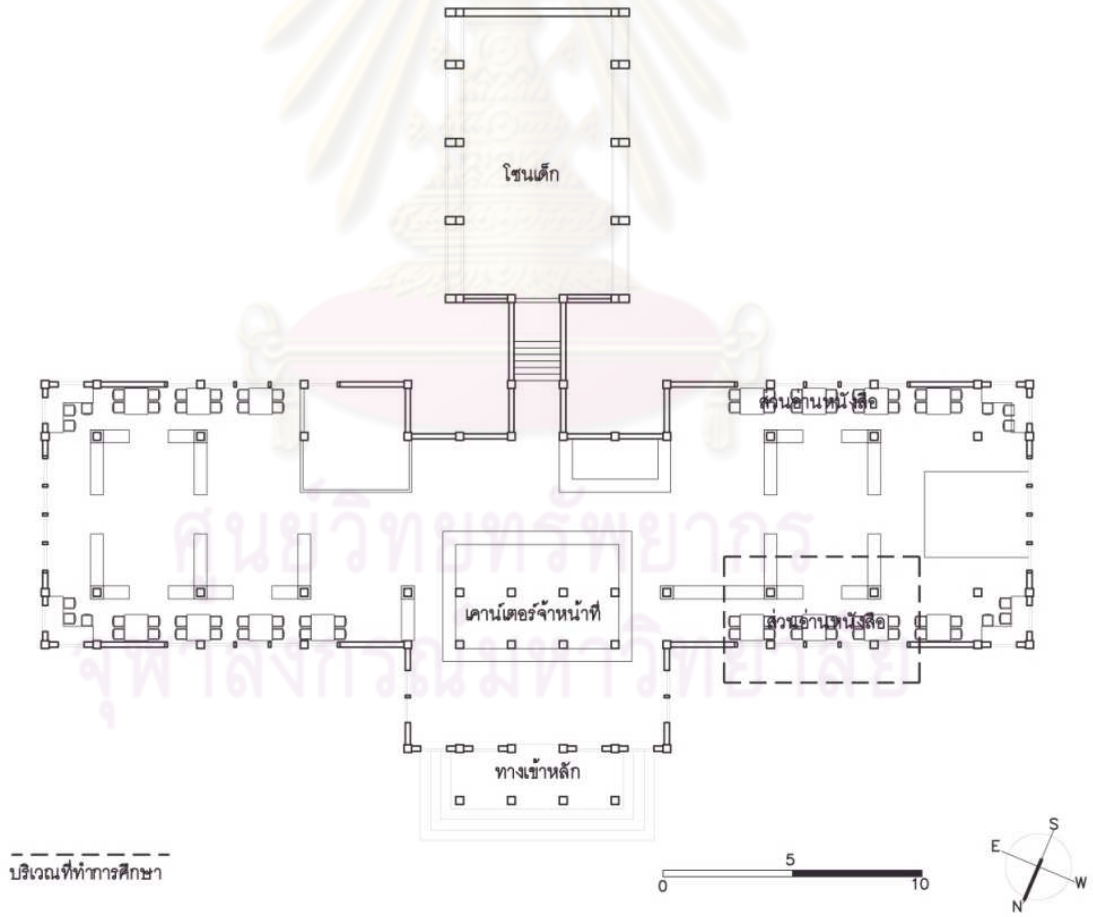


ภาพที่ 4.5 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดเนลสันเฮย์

4.1.2 **กรณีศึกษาที่** 2 **ห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2498

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้น เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีตชั้นเดียว หลังคาปั้นหยา ลักษณะการออกแบบอาคารมีการได้รับอิทธิพลจากตะวันตกในการจัดวางผังอาคารและลักษณะที่ไม่มีชายคา การวางผังอาคารรูปแบบสมมาตรเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและได้ทำการปรับปรุงและต่อเติมส่วนด้านหลังให้เป็นพื้นที่สำหรับเด็กโดยกดพื้นลงไปต่ำกว่าระดับถนนเป็นส่วนที่อยู่กึ่งใต้ดิน วางทิศอาคารด้านหน้าหันไปทางทิศเหนือ โดยมีลานกว้างด้านหน้าอาคารปัจจุบันเป็นทางเข้าหลัก

ภาพที่ 4.6 ภาพถ่ายภายนอกอาคารห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี



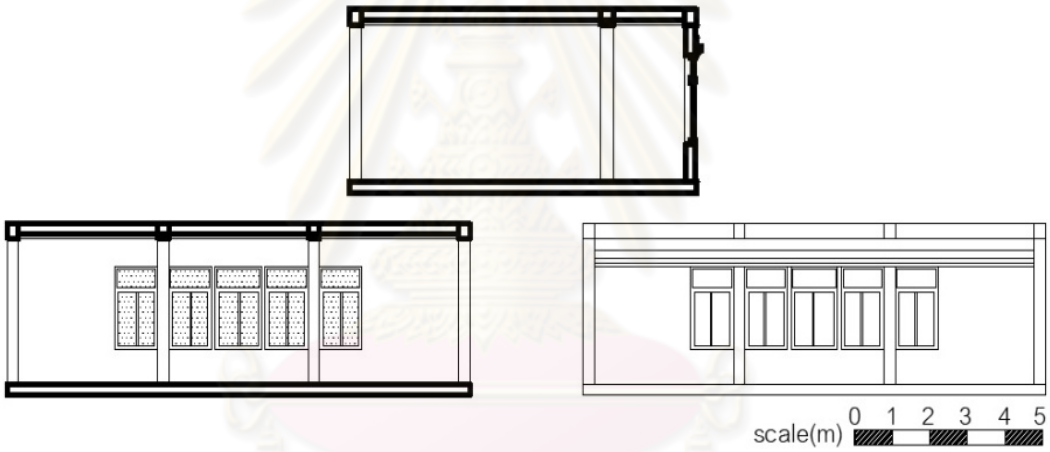
ภาพที่ 4.7 ผังอาคารห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่ที่ทำการศึกษาบริเวณนั่งอ่านหนังสือใกล้ช่องแสงทางด้านทิศเหนือ ด้วยการวางโต๊ะอ่านหนังสือตั้งฉากกับระนาบหน้าต่าง

ภาพที่ 4.8 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี

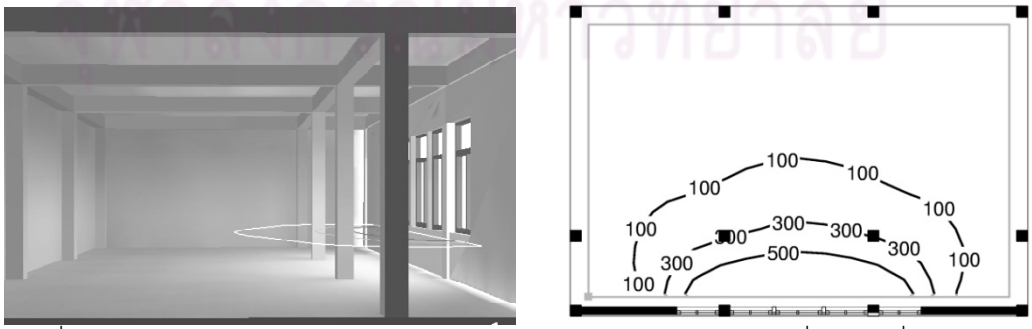
3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การให้ช่องแสงขนาดแคบและยาววางตำแหน่งความสูงจากพื้นอาคารเหนือระดับโต๊ะอ่านหนังสือ โดยวางตำแหน่งหน้าต่างติดกัน 5 ชุด

วัสดุและสีที่ใช้คือ ฝ้าตารางโปร่งอลูมิเนียมสีธรรมชาติ ผนังสีขาว หน้าต่างกรอบอลูมิเนียม กระจกสีชา พื้นหินขัดสีครีม โต๊ะเก้าอี้ไม้สีอ่อน การออกแบบที่ไม่มีแผงบังแดดภายนอก ไม่มีชายคา



ภาพที่ 4.9 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

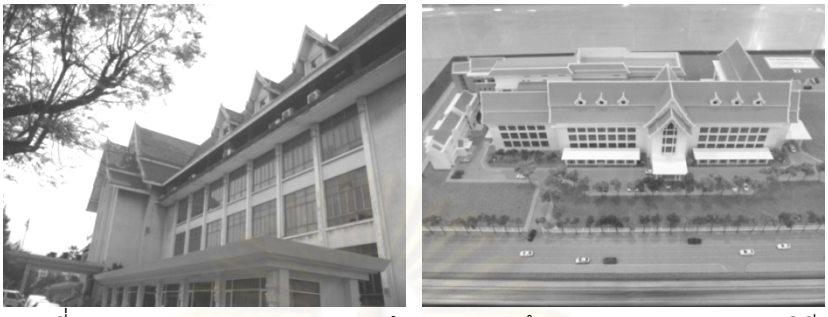
4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ



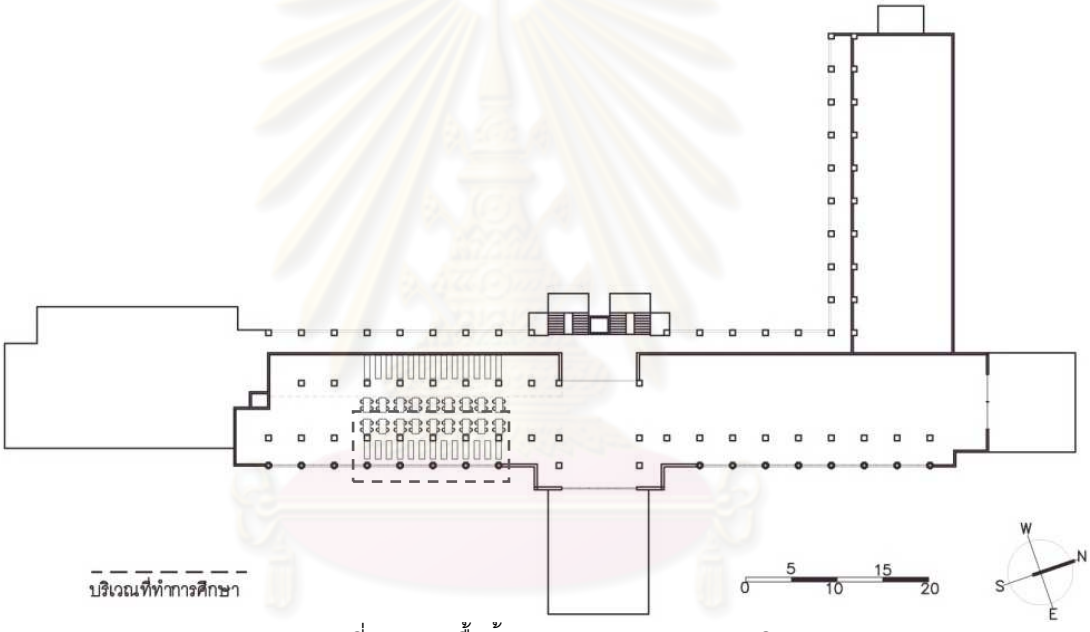
ภาพที่ 4.10 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี

4.1.3 **กรณีศึกษาที่** 3 **หอสมุดแห่งชาติ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2509

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารรูปแบบไทยประยุกต์ หลังคาจั่ว โครงสร้างคอนกรีต 5 ชั้น ผังอาคารเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหน้าแคบต่อกันเป็นรูปตัวแอล โดยวางผังอาคารหลักขนานกับแนวถนน และทำให้ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศตะวันออก ด้านทิศตะวันตกเป็นระเบียงทางเดินตลอดแนวอาคาร



ภาพที่ 4.11 ภาพถ่ายภายนอกและหุ่นจำลองอาคารห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี

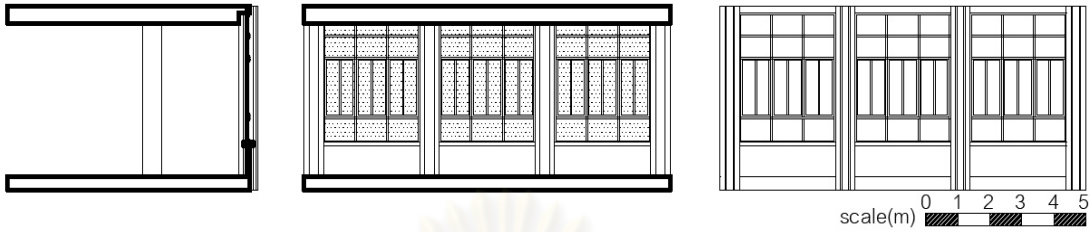


ภาพที่ 4.12 ผังพื้นชั้น 2 อาคารหอสมุดแห่งชาติ

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้น 2 ติดหน้าต่างทิศตะวันออก การจัดวางโต๊ะอ่านหนังสือวางติดกับหน้าต่าง ฝ้าเพดานสูง

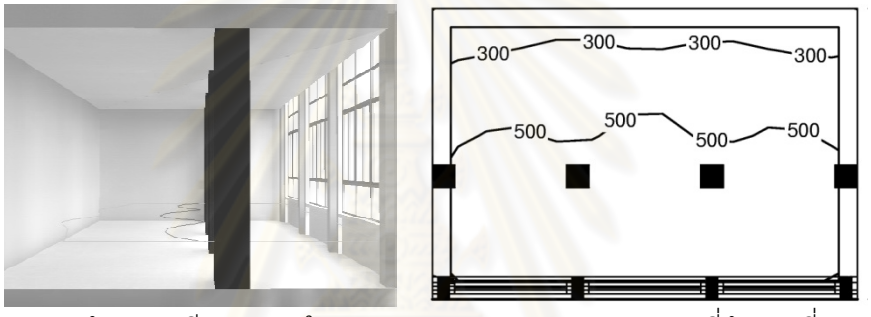
ภาพที่ 4.13 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุดแห่งชาติ

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การออกแบบช่องแสงกว้างเต็มช่วงเสา ความสูงของช่องแสงสูงจากพื้น 90 เซนติเมตร และสูงจรดฝ้าเพดาน วัสดุที่ใช้ใช้ฝ้าฉาบเรียบทาสีขาว ปูพื้นด้วยกระเบื้องยางสีเขียวอ่อน และสีครีม ผนังทาสีขาว โต๊ะและเก้าอี้เป็นสีโอ๊กเข้ม หน้าต่างวงกบเหล็กกระจกสีใส ไม่มีการออกแบบการบังแดดภายนอก มีชายคาที่ระดับฝ้าชั้น 3



ภาพที่ 4.14 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

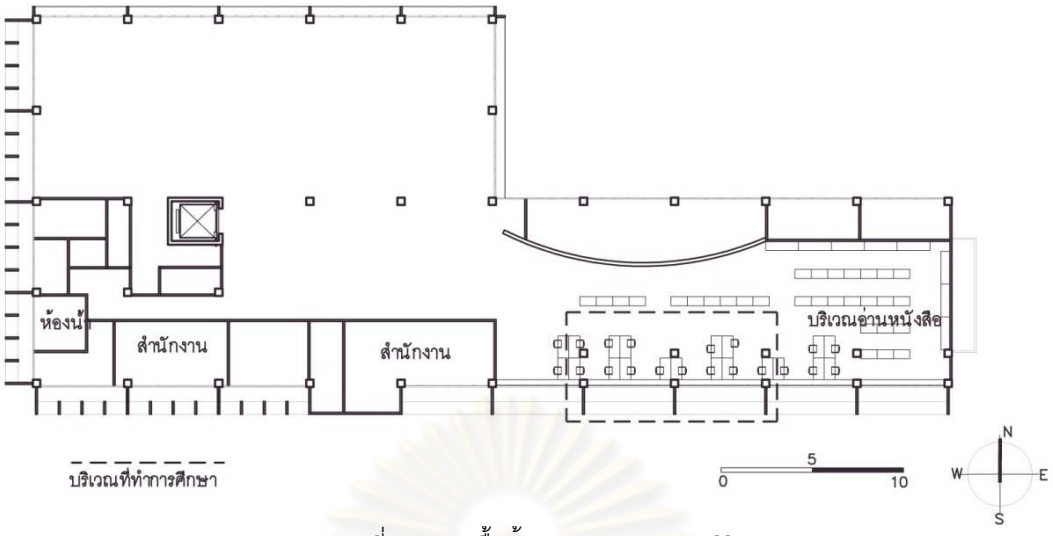


ภาพที่ 4.15 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดแห่งชาติ

4.1.4 **กรณีศึกษาที่ 4 หอสมุดศิริราช ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2509

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 4 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคาร การวางผังอาคารเป็นทรงผืนผ้าหน้ากว้างช่วงช่วงหน้าและช่วงหลังเป็นทรงผืนผ้าหน้าแคบ วางผังอาคารขนานทิศตะวันออก-ตะวันตก เปิดช่องแสงส่วนใหญ่ด้านทิศเหนือ ในปี พ.ศ. 2551 ได้รับการปรับปรุงตกแต่งภายในใหม่ทั้งหมด

ภาพที่ 4.16 ภาพถ่ายภายนอกอาคารหอสมุดศิริราช



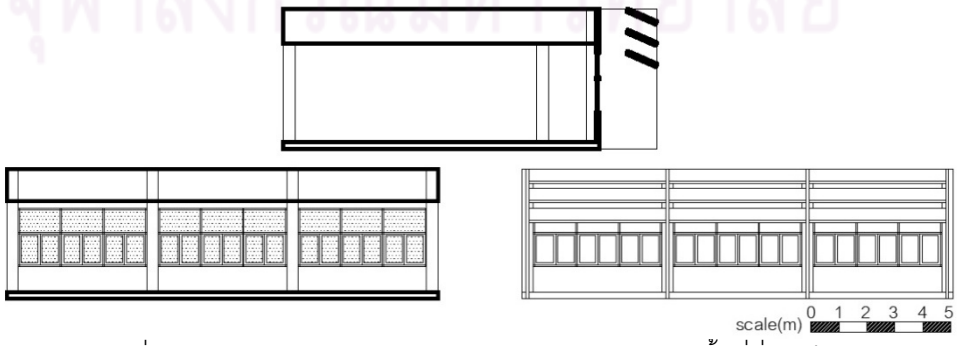
ภาพที่ 4.17 ผังพื้นชั้น 2 อาคารหอสมุดศิริราช

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้น 2 ติดหน้าต่างทิศใต้ การจัดวางโต๊ะอ่านหนังสือวางตั้งฉากกับชั้นหนังสือเตี้ยใต้หน้าต่าง

ภาพที่ 4.18 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุดศิริราช

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การออกแบบช่องแสงกว้างเต็มช่วงเสา ความสูงของช่องแสงสูงจากพื้น 90 เซนติเมตร และสูงจรดฝ้าเพดาน วัสดุที่ใช้ใช้คือ ฝ้าฉาบเรียบทาสีขาว ปูพื้นด้วยลามิเนทลายไม้สีโทนอ่อน ผนังทาสีขาว โต๊ะและชั้นวางหนังสือเป็นสีไม้โทนอ่อน หน้าต่างวงกบไม้ ช่วงล่างเป็นบานเปิด ช่วงบนเป็นช่องแสงกระจกติดตาย กระจกทั้งหมดใช้สีใส

การออกแบบการบังแดดด้านทิศใต้ใช้แผงบังแดดทางตั้งทุกช่วงเสา และแผงบังแดดทางนอน ระนาบเอียงลงนอกอาคาร บริเวณช่วงบนของช่องแสง โดยเว้นระยะห่างจากหน้าต่าง สามารถเปิดหน้าต่างได้



ภาพที่ 4.19 รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

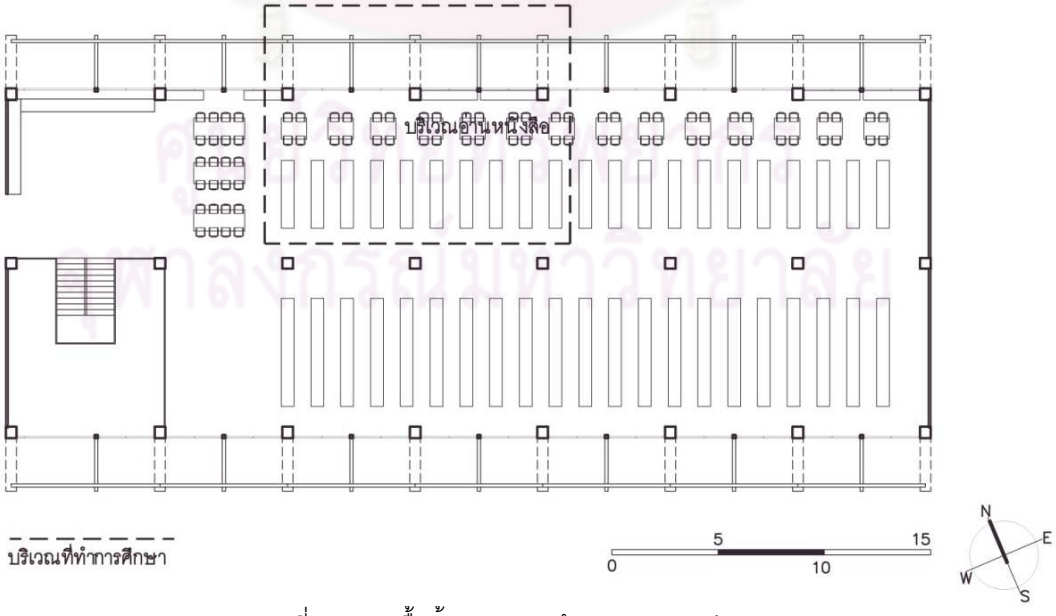
4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

ภาพที่ 4.20 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดศิริราช

4.1.5 กรณีศึกษาที่ 5 ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข มหาวิทยาลัยมหิดล ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2511

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 4 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดครึ่งหนึ่งของอาคาร คือชั้น 2 และชั้น 3 การออกแบบ ผังอาคารเป็นทรงผืนผ้าหน้ากว้าง วางผังอาคารขนานทิศตะวันออก-ตะวันตก เปิดช่องแสงด้านทิศเหนือและทิศใต้

ภาพที่ 4.21 ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข



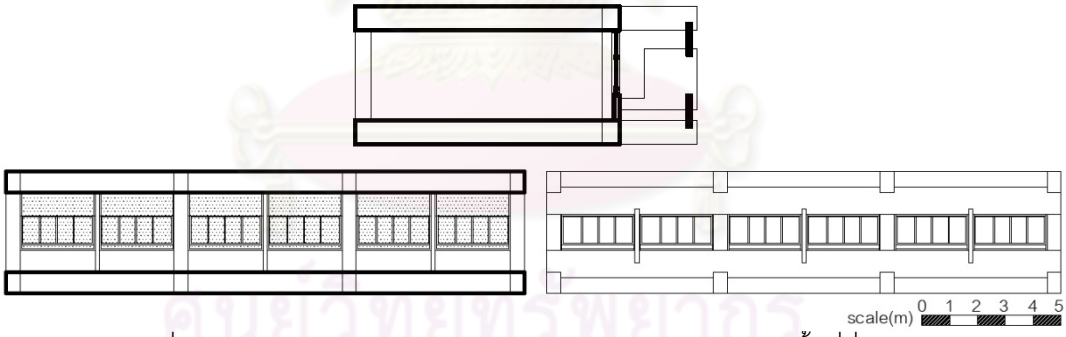
ภาพที่ 4.22 ผังพื้นชั้น 2 อาคารห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้น 2 ติดหน้าต่างทิศเหนือ การจัดวางโต๊ะอ่านหนังสือขนานตามแนวหน้าต่าง เว้นระยะทางเดินรอบด้าน และโต๊ะนั่งทางเดียวหันหน้าชิดหน้าต่าง ตามช่วงเสาและความลึกของเสาอาคาร

ภาพที่ 4.23 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข

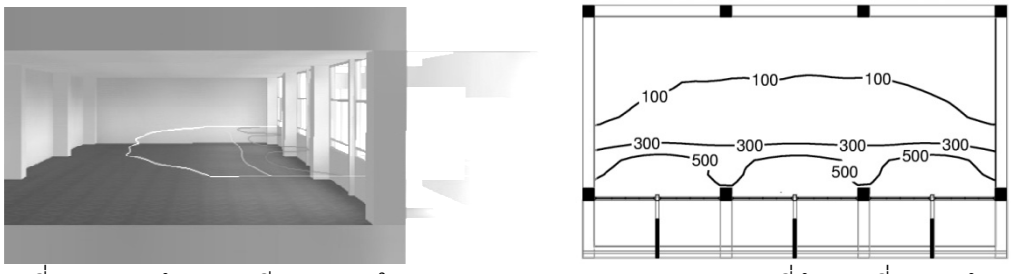
3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การออกแบบช่องแสงกว้างเต็มช่วงเสา ความสูงของช่องแสงสูงจากพื้น 90 เซนติเมตร และสูงจรดฝ้าเพดาน วัสดุที่ใช้ใช้ฝ้าฉาบเรียบทาสีขาว พื้นปูไม้ปาร์เกต์สีธรรมชาติ ผนังทาสีขาว โต๊ะและชั้นวางหนังสือเป็นไม้ธรรมชาติโทนกลาง หน้าต่างวงกบเหล็ก แบ่งเป็นสามช่วง ช่วงล่างเหนือโต๊ะอ่านหนังสือเป็นช่องแสงติดตาย ช่วงกลางเป็นบานเปิดคู่ และช่างบนเป็นช่องแสงกระจกติดตาย

การออกแบบการบังแดดด้านทิศเหนือและทิศใต้ ใช้การออกแบบการบังแดดทางตั้ง ตรงกลางระยะช่วงเสายื่นจากตัวอาคารแต่เว้นแผงช่วงที่ติดกับหน้าต่างบานเปิด แผงกันแดดทางนอน ระนาบตั้งฉากยาวตลอดแนวของอาคาร และมีชายคายื่นระหว่างชั้น



ภาพที่ 4.24 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

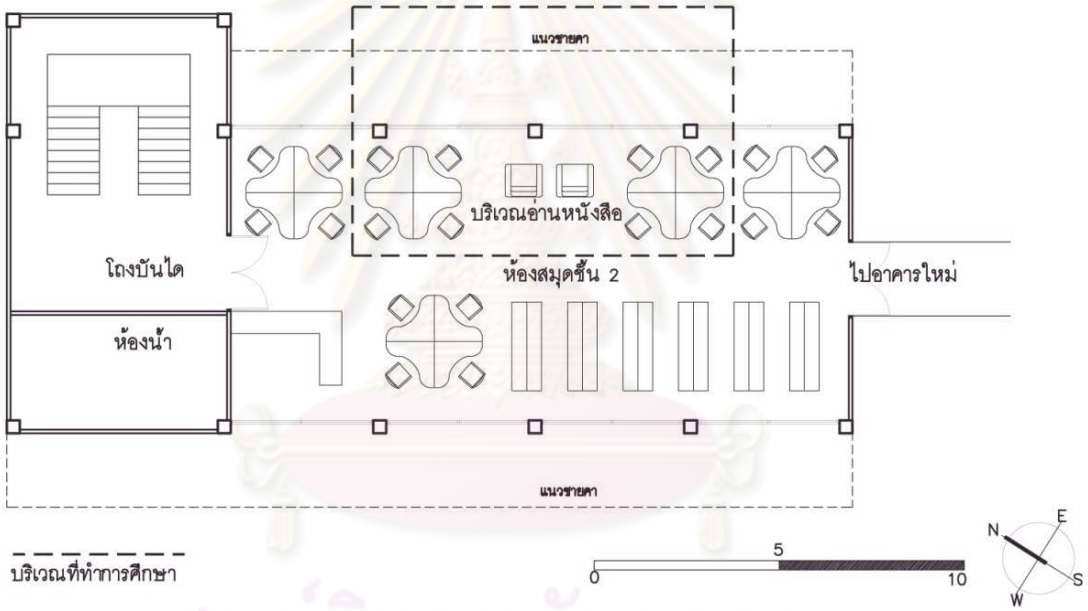


ภาพที่ 4.25 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข

4.1.6 **กรณีศึกษาที่** 6 **ห้องสมุดประชาชนซอยพระนาง ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2512

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 3 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคาร ลักษณะการออกแบบผังอาคารเป็นทรงผืนผ้า วางผังอาคารขนานแนวถนนด้านหน้าอาคาร ทำให้เปลือกอาคารด้านหน้าหันรับแสงทิศตะวันออกเฉียงเหนือและด้านหลังรับแดดทิศตะวันตกเฉียงใต้ ปี พ.ศ. 2550 ได้ทำการปรับปรุงอาคารทั้งการตกแต่งภายในและเปลือกอาคารด้านหน้า

ภาพที่ 4.26 ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านหลังอาคารห้องสมุดฯซอยพระนาง



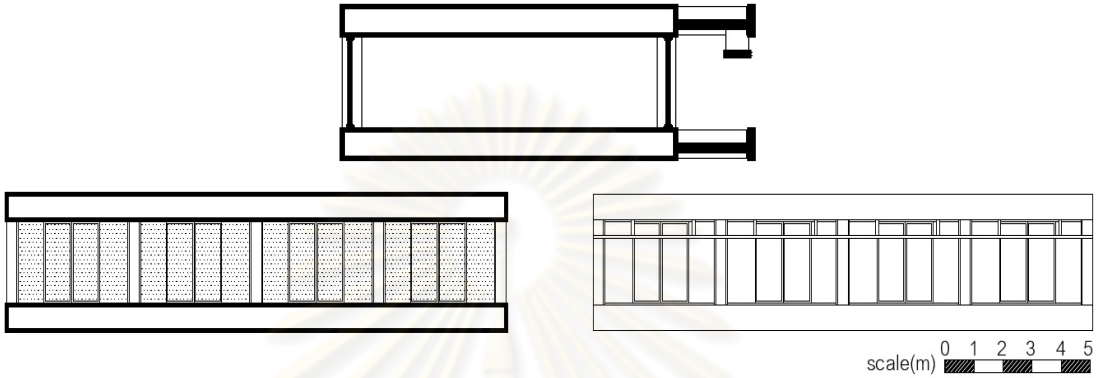
ภาพที่ 4.27 ผังพื้นชั้น 2 อาคารห้องสมุดฯซอยพระนาง

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้น 2 ติดหน้าต่างทิศตะวันออกเหนือ การจัดวางโต๊ะอ่านหนังสือเป็นกลุ่ม 4 โต๊ะหันหน้าเข้าหากัน เว้นระยะทางเดินรอบด้าน

ภาพที่ 4.28 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ห้องสมุดฯซอยพระนาง

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การออกแบบช่องแสงกว้างเต็มช่วงเสา ความสูงของช่องแสงสูงจากพื้น จรดฝ้าเพดานที่ระยะ 2.45 เมตร วัสดุที่ใช้ ฝ้าฉาบเรียบทาสีขาว พื้นปูกระเบื้องยางสีครีมนวล ผนังทาสีขาว โต๊ะและชั้นวางหนังสือเป็นไม้ธรรมชาติโทนสีอ่อน หน้าต่างวงกบอลูมิเนียมบานเลื่อนคู่เต็มความสูงบาน

การออกแบบการบังแดดด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ ใช้การออกแบบการยื่นชายคา และแผงบังแดดทางนอน ระนาบขนานพื้น ตลอดแนวช่องแสง



ภาพที่ 4.29 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

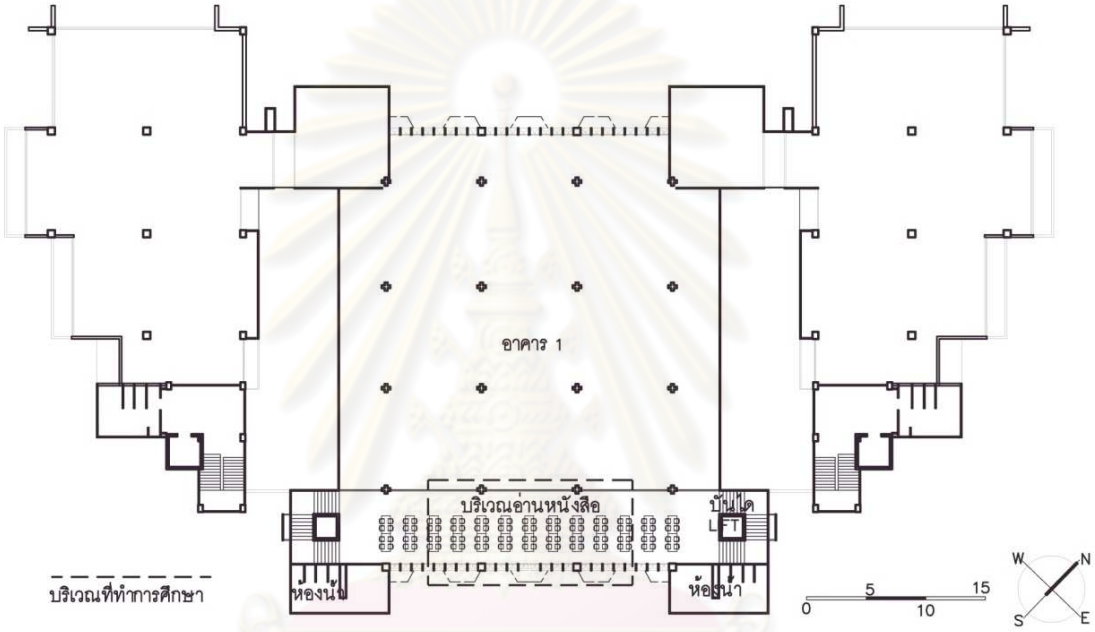
ภาพที่ 4.30 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดฯซอยพระนาง

4.1.7 **กรณีที่ 7 สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2518

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 5 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคาร การออกแบบผังอาคารเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม วางตำแหน่งบันไดและห้องน้ำไว้ริมด้านซ้ายและขวา ต่อมาได้มีการต่ออาคารปีกซ้ายและปีกขวา ทำให้เป็นทรงคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู การวางผังอาคารหันทางเข้าหลักไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ภาพที่ 4.31 ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าอาคาร

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง



ภาพที่ 4.32 ผังพื้นชั้น 2

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้นสอง ใกล้กับช่องแสงด้านหน้าอาคาร จัดวางโต๊ะอ่านหนังสือยาว ตั้งฉากกับแนวหน้าต่าง เว้นทางเดินช่วงริมหน้าต่าง

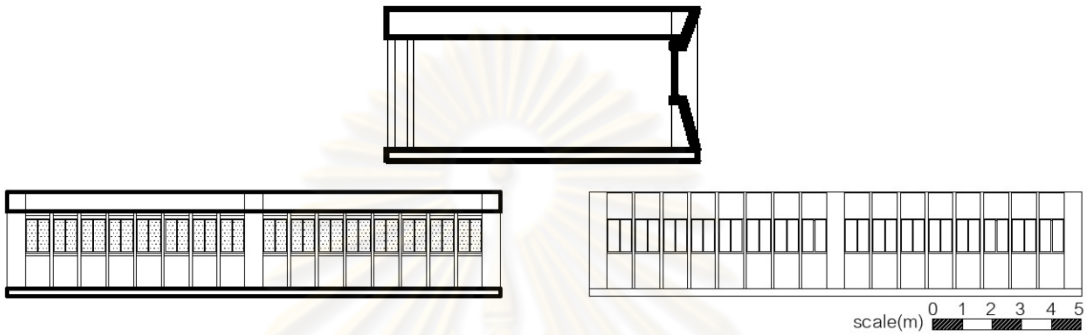
ภาพที่ 4.33 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การออกแบบช่องแสง แบ่งขนาดช่องแสงเป็นช่วงสั้นกั้นด้วยแผงบังแดดทางตั้ง มีการเอียงผนังทั้งด้านบนและล่างเข้าด้านใน ความสูงช่องแสงสูงจากพื้น 1.20 เมตร และเว้นระยะก่อนถึงฝ้า 0.35 เมตร

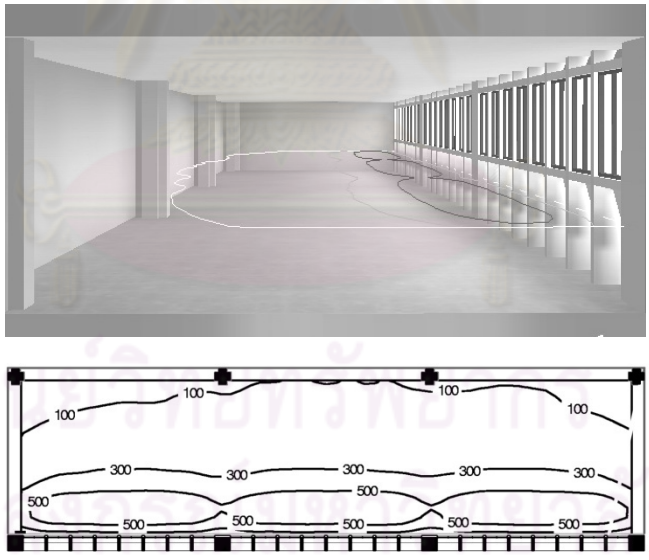
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานเซาะร่องเล็กสีขาว ผนังทาสีขาว ปูพื้นด้วยกระเบื้องยางสีเขียวอ่อน โต๊ะและเก้าอี้ไม้สีโอ๊ก วัสดุกรุผิวหน้าโต๊ะใช้ลาสติกลามิเนทสีขาวหน้าต่างบานเปิดคู่วงกบและกรอบบานเหล็ก

การออกแบบการบังแดดด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ใช้แผงบังแดดทางตั้งลึก 0.60 เมตร ขั้นทุกช่วงช่องแสงและการหลบระนาบช่องแสงพร้อมกับทำให้ระนาบผนังเอียงเข้าด้านในตัวอาคาร



ภาพที่ 4.34 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

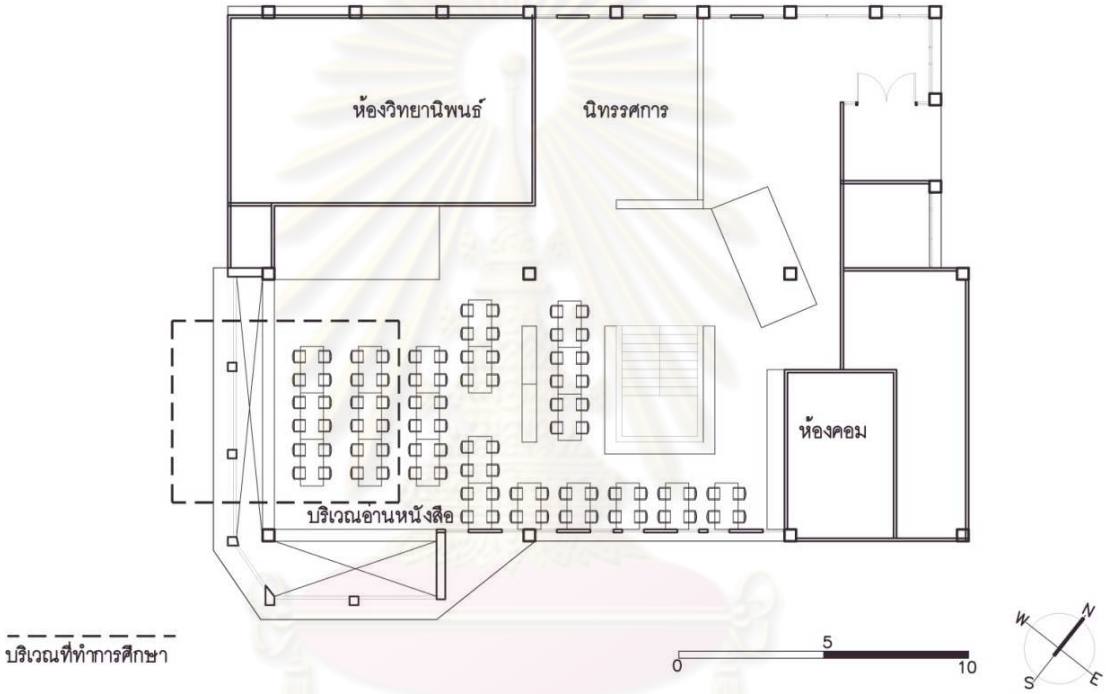


ภาพที่ 4.35 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง

4.1.8 **กรณีศึกษาที่ 8 หอสมุดสาขาวังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2518

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 2 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคาร ลักษณะการออกแบบผังอาคารเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตามผังทางเข้าหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ วางตำแหน่งบันไดไว้ตรงกลาง ลงชั้นใต้ดินซึ่งเป็นที่เก็บชั้นหนังสือเกือบทั้งหมด

ภาพที่ 4.36 ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านข้างอาคาร
หอสมุดสาขาวังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 4.37 ผังพื้นชั้น 1 อาคารหอสมุดสาขา วังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร

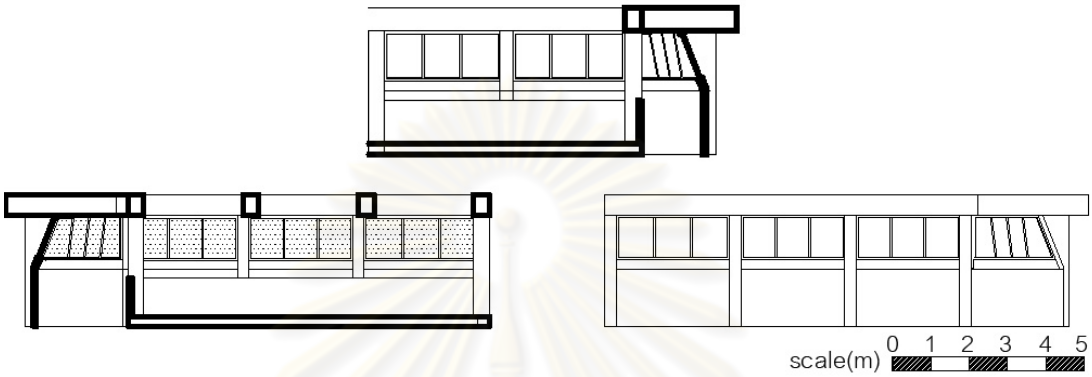
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้น 1 เป็นพื้นที่เปิดโล่ง มุมอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ การจัดวางโต๊ะอ่านหนังสือ ขนานตามแนวช่องแสงด้านทิศตะวันตก ขั้นด้วยชั้นหนังสือและทางเดินโดยรอบ

ภาพที่ 4.38 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, หอสมุดสาขา วังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การออกแบบช่องแสงทิศตะวันตกเฉียงใต้ วางช่องแสงทางนอนยาวตลอดมุมอาคารและใช้การเอียงระนาบช่องแสงเข้าด้านใน พร้อมกับยื่นชายคาในการบังแดดและเป็นช่องแสงให้กับพื้นที่ชั้นใต้ดินอีกด้วย

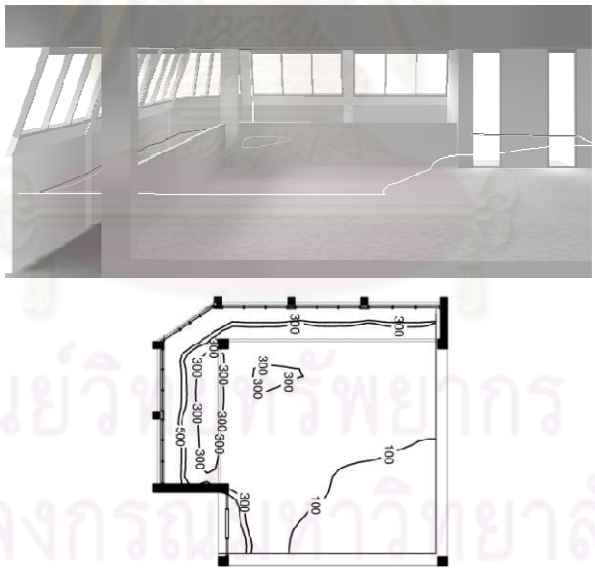
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานฉาบผิวโครงสร้างทาสีขาว ผนังทาสีขาว พื้นปูกระเบื้องยางสีนวล โต๊ะและเก้าอี้เป็นสีขาวอมเทาผิวมัน หน้าต่างบานกระจกติดตายวงกบอลูมิเนียม

การออกแบบการบังแดด ใช้การยื่นชายคาและการเอียงระนาบช่องแสง



ภาพที่ 4.39 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

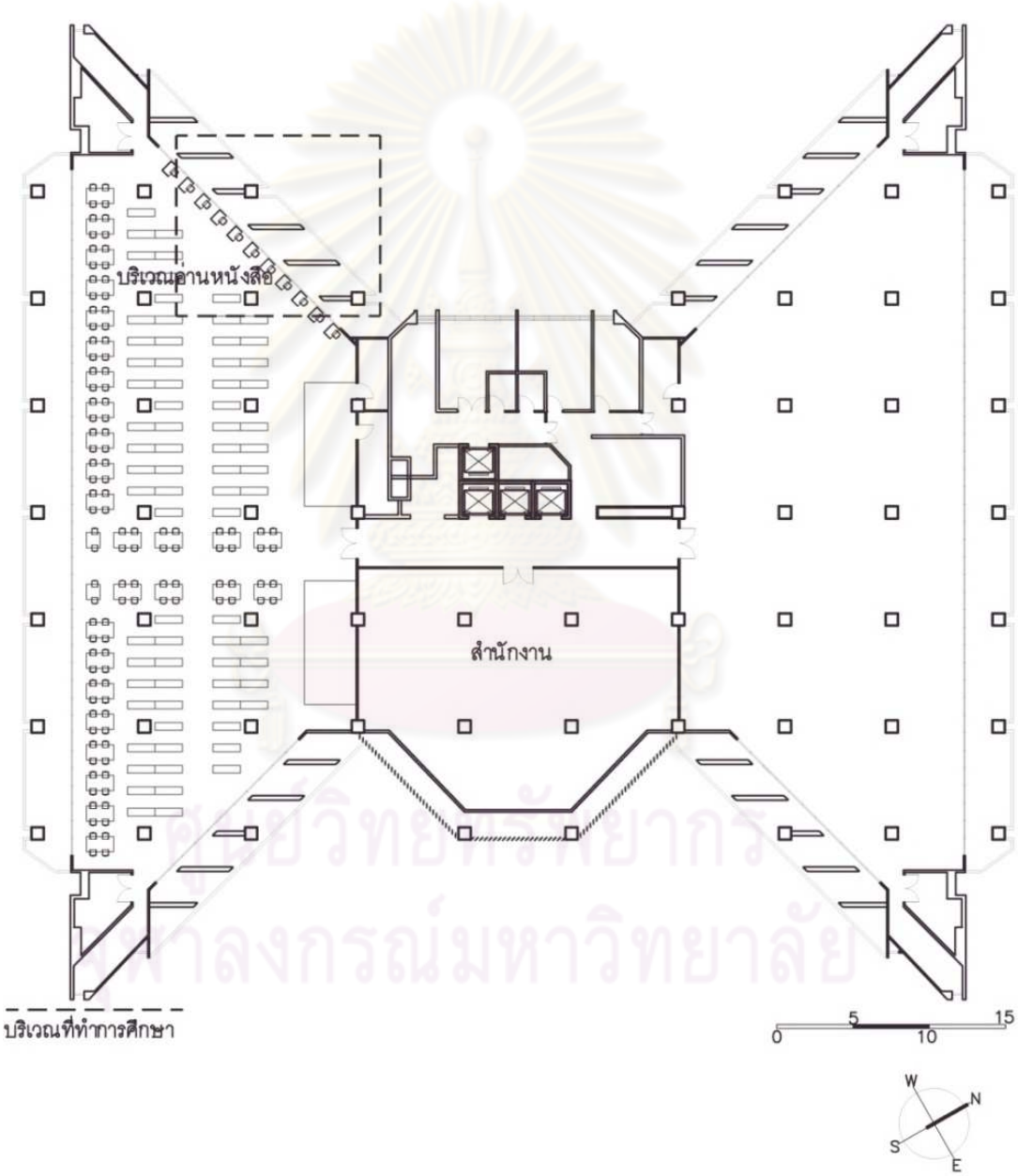


ภาพที่ 4.40 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดสาขา วังท่าพระ มหาวิทยาลัยศิลปากร

4.1.9 **กรณีศึกษาที่** 9 **ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2521

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 5 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคาร ลักษณะการออกแบบผังอาคารเป็นรูปทรงผีเสื้อ วางตำแหน่งลิฟต์และบันได้ไว้ตรงกลาง วางผังชั้นหนังสือด้านในให้โต๊ะนั่งอ่านหนังสืออยู่ติดริมหน้าต่าง ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศตะวันออก

ภาพที่ 4.41 ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าอาคารศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.42 ผังพื้นชั้น 4

อาคารศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้น 4 ด้านทิศตะวันตก จัดโต๊ะนั่งอ่านหนังสือเดี่ยวตั้งฉากกับแนวช่องแสง ตลอดแนวอาคาร

ภาพที่ 4.43 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

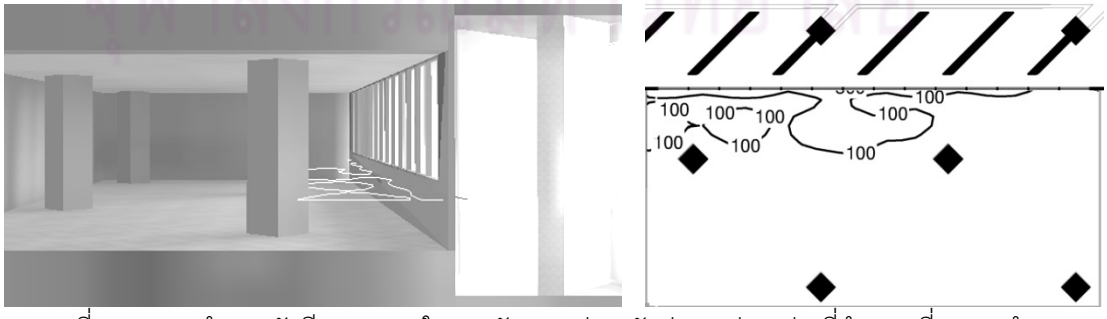
3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ การออกแบบช่องแสง เป็นช่องยาวต่อเนื่องตลอดแนว โดยแนวของเสาอยู่ด้านนอกเปลือกอาคาร ขนาดช่องแสงสูงจากพื้น 1.0 เมตรสูงจรดฝ้าเพดาน ที่ระยะ 3.15 เมตร

วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานระบบทีบาร์ สีขาว ผนังทาสีขาว ปูพื้นด้วยกระเบื้องยาง โต๊ะและชั้นหนังสือใช้ไม้สีธรรมชาติ บานหน้าต่างวงกบอลูมิเนียม กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดดด้านทิศตะวันตก ใช้แผงบังแดดทางตั้งเอียงรับกับแนวโครงสร้างอาคาร การขยับแนวเปลือกอาคาร พ่นจากแนวเสา ทำให้มีระยะชายคายื่นบังแดด

ภาพที่ 4.44 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

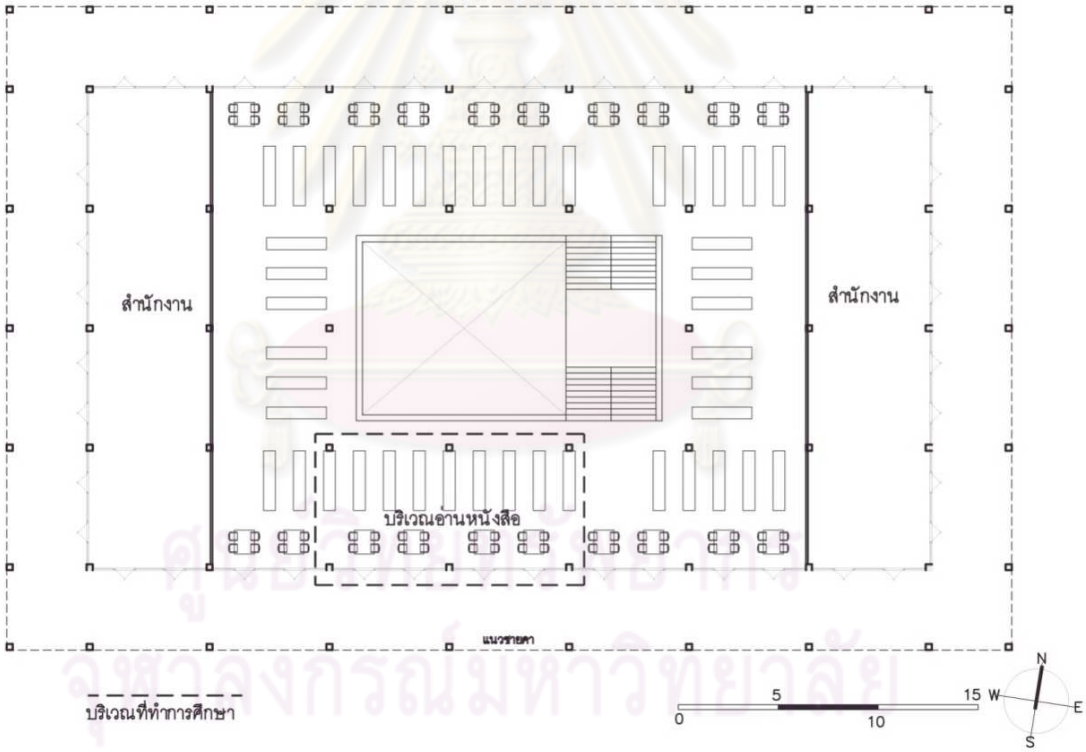


ภาพที่ 4.45 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.10 **กรณีศึกษาที่** 10 **สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2522

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 3 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคาร ลักษณะการออกแบบผังอาคารเป็นทางสี่เหลี่ยมผืนผ้า ออกแบบให้บริเวณตรงกลางเป็นโถงสูงให้แสงสว่างธรรมชาติจากด้านบน จัดพื้นที่นั่งอ่านหนังสือชิดช่องแสงด้านนอก ให้ตำแหน่งสำนักงานไว้ด้านทิศตะวันตกและตะวันออก

ภาพที่ 4.46 ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านข้าง
อาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4.47 ผังพื้นชั้น 2
อาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

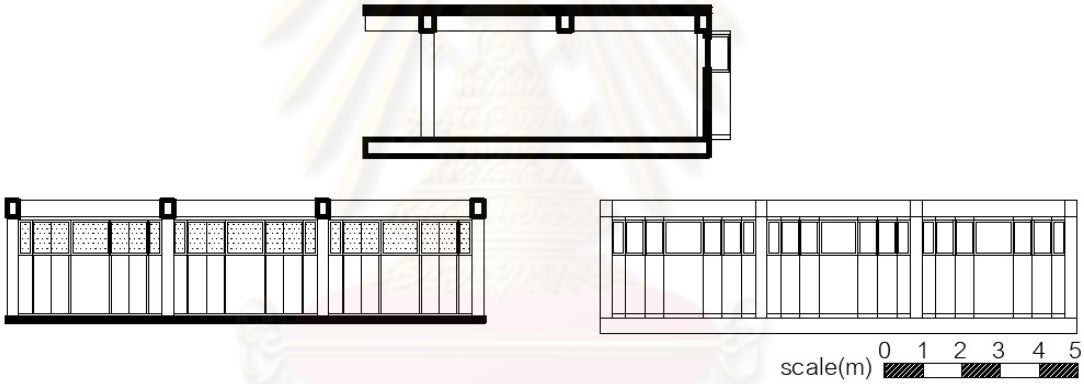
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือด้านทิศใต้ จัดโต๊ะนั่งอ่านหนังสือกลุ่ม 4 คน เว้นทางเดินจากแนวชั้นหนังสือและเว้นระยะห่างจากแนวผนังช่องแสง

ภาพที่ 4.48 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบช่องแสงตามนอนยาวจรดช่วงเสา ทุกระยะช่วงเสา ปรับแนวช่องแสงเป็นมุม 2 จุด ความสูงช่องแสงจากพื้น 1.60 เมตร สูงจรดท้องคานที่ระดับ 2.60 เมตร

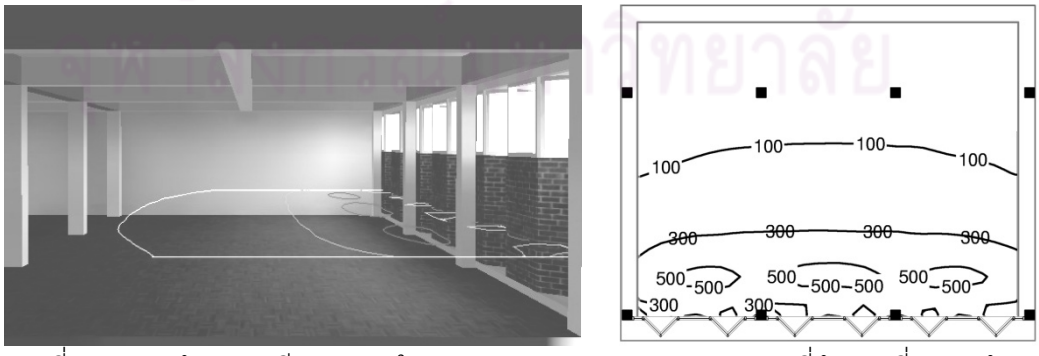
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานโชว์โครงสร้างฉาบผิวโครงสร้าง ทาสีขาว ผนังอิฐก่อโชว์แนวสีอิฐ พื้นปูด้วยไม้ปาร์เกต์สีโอ้ก โต๊ะและชั้นหนังสือไม้สีโอ้ก วัสดุผิวหน้าโต๊ะกรุพลาสติกลามิเนทสีขาว แผงบังตาเหนือโต๊ะใช้สีไม้โทนอ่อน หน้าต่างกรอบบานและวงกบไม้ กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดด ออกแบบให้ตัวอาคารชั้น 3 เป็น Self shading



ภาพที่ 4.49 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

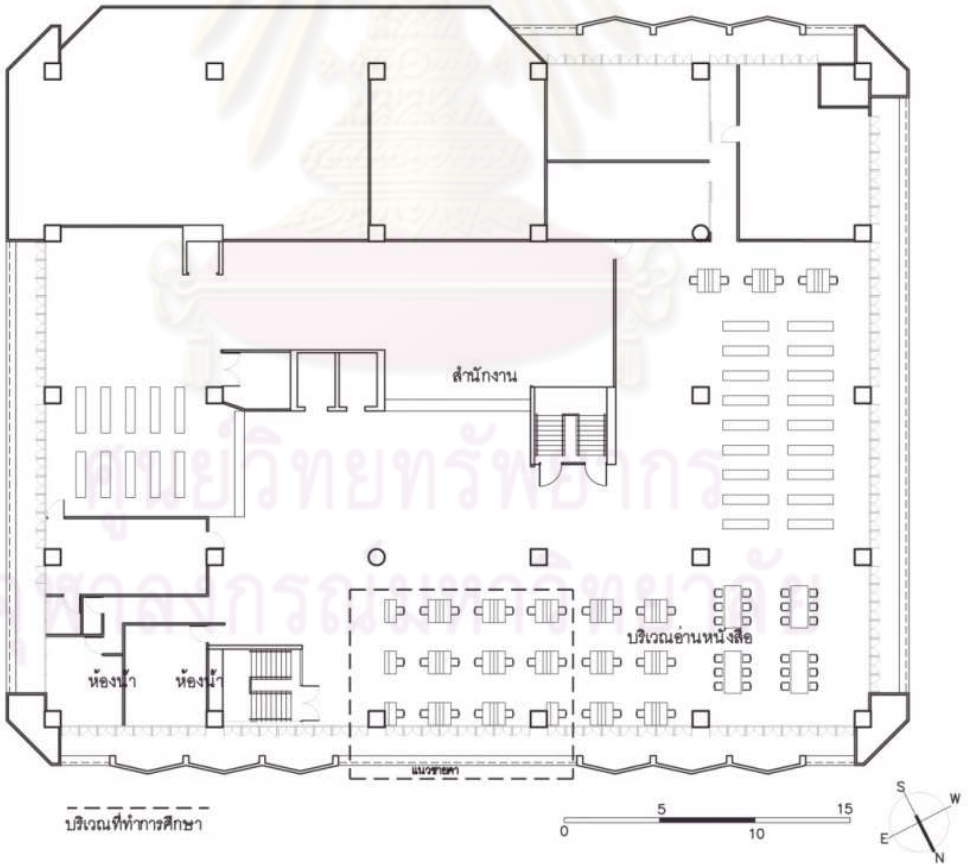


ภาพที่ 4.50 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.11 **กรณีศึกษาที่** 11 **สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2528

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 7 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดและพื้นที่ด้านหน้าเป็นหอประชุม ลักษณะการออกแบบผังอาคารเป็นทางสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทางเข้าอาคารด้านหน้าหันไปทางทิศใต้ จัดตำแหน่งหอประชุมทางด้านหน้า พื้นที่เปิดโล่งด้านทิศตะวันตก เป็นพื้นที่ชั้นหนังสือ พื้นที่เปิดโล่งด้านทิศเหนือสำหรับพื้นที่นั่งอ่านหนังสือ

ภาพที่ 4.51 ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารสำนักหอสมุดกลาง
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ภาพที่ 4.52 ผังพื้นชั้น 4
อาคารสำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

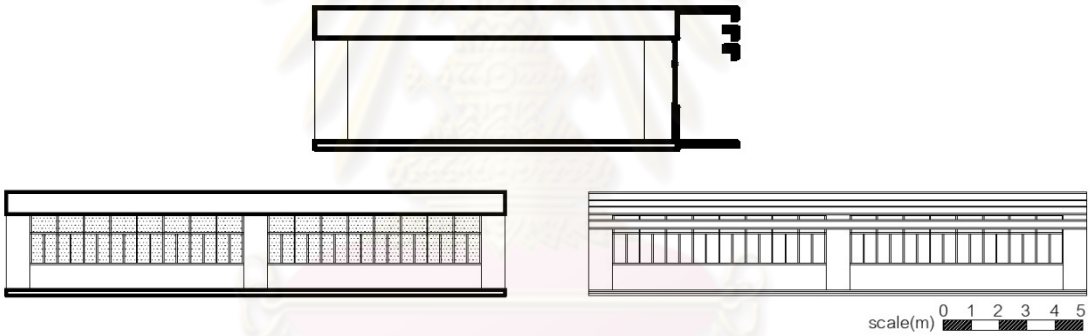
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือด้านทิศเหนือ จัดโต๊ะอ่านหนังสือคู่หันหน้าเข้าหากัน วางตั้งฉากกับแนวช่องแสง เว้นระยะทางเดินโดยรอบ

ภาพที่ 4.53 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบช่องแสงยาวตามนอนจรดช่วงเสา ความสูงช่องแสงจากพื้น 0.90 เมตร สูงจรดฝ้าเพดานที่ระดับ 2.60 เมตร

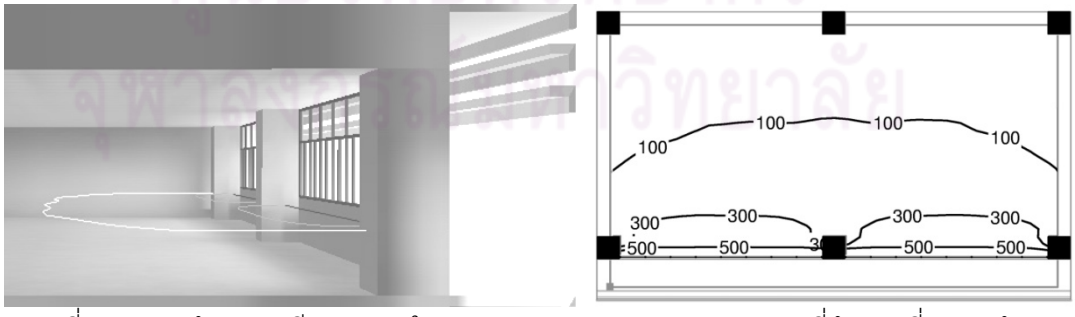
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานระบบทีบาร์สีขาว ผนังทาสีชมพู พื้นปูด้วยกระเบื้องยางสีขาว โต๊ะและชั้นหนังสือไม้สีโอ๊ก หน้าต่างกรอบบานและวงกบเหล็ก กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดด ออกแบบให้มีชายคายื่น และระแนงบังแดดทางนอนยาวตลอดแนวอาคาร



ภาพที่ 4.54 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

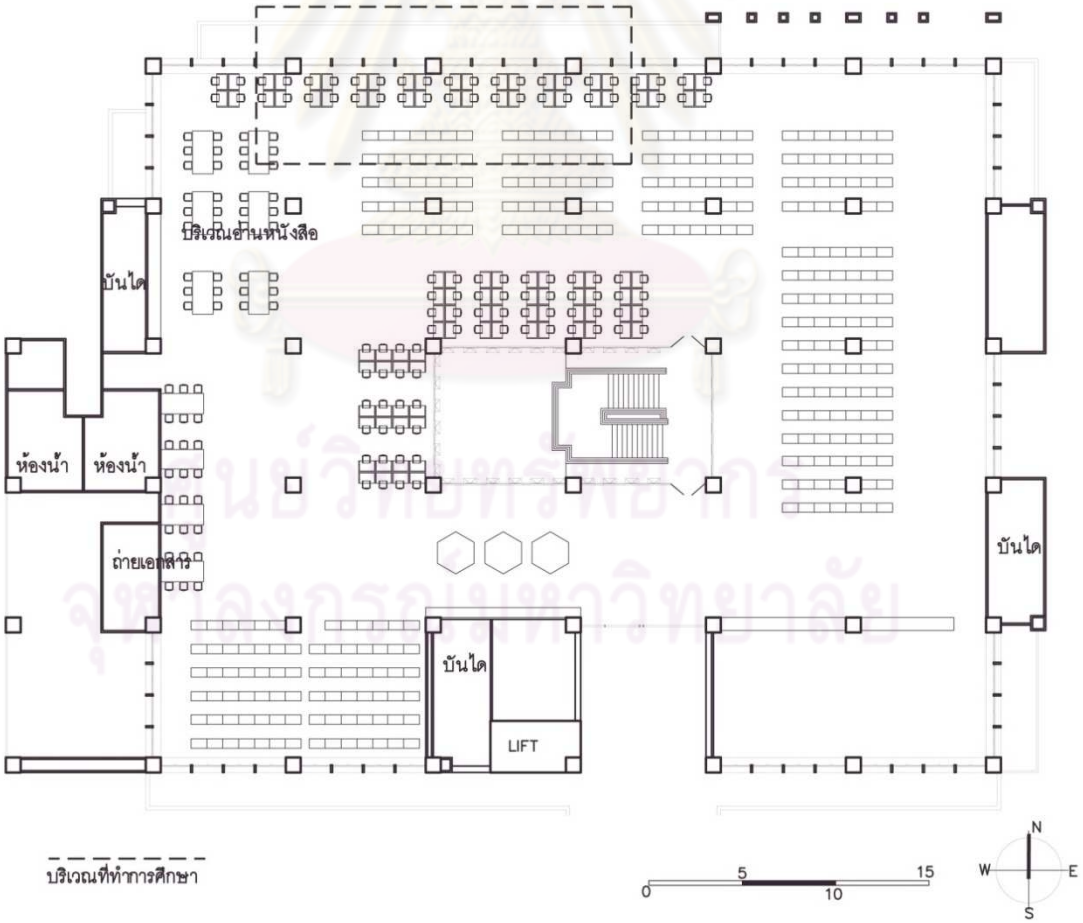


ภาพที่ 4.55 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.1.12 **กรณีศึกษาที่** 12 **สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2531

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารคอนกรีต 5 ชั้น โดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดทั้งอาคาร ลักษณะการออกแบบผังอาคารเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าและใช้ open well บริเวณส่วนกลางอาคารตั้งแต่ชั้นสามขึ้นไป เพื่อให้แสงสว่างธรรมชาติจากด้านบน จัดวางชั้นหนังสือโดยรอบทุกทิศและให้ที่นั่งอ่านหนังสืออยู่ชิดช่องแสงโดยรอบ ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศใต้

ภาพที่ 4.56 ภาพถ่ายภายนอกอาคารสำนักหอสมุด
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



ภาพที่ 4.57 ผังพื้นชั้น 3 อาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

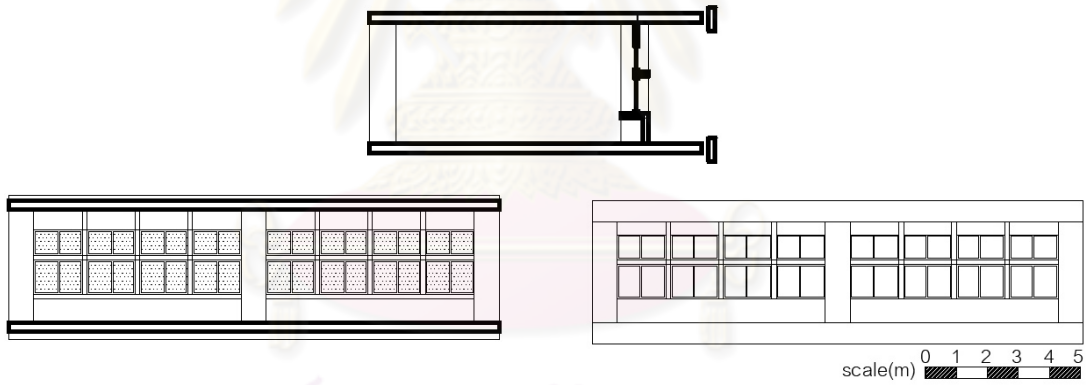
2) ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา บริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้น 3 ด้านทิศเหนือ จัดโต๊ะนั่งอ่านหนังสือกลุ่ม 4 ที่นั่ง วางตั้งฉากและติดกับช่องแสง

ภาพที่ 4.58 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, สำนักหอสมุด
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ แบ่งช่องแสงเป็น 4 ช่องต่อช่วงเสาด้วยแผงบังแดดทางตั้ง และใช้แผงบังแดดทางนอนบางช่องแสงด้านบน

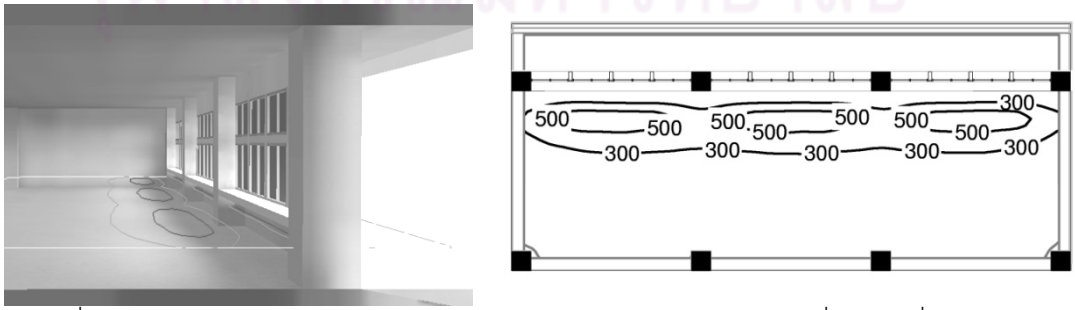
วัสดุที่ใช้ ใช้ฝ้าเพดานเปลือย ผนังทาสีขาวเทา วัสดุผิวพื้นเป็นหินขัดในที่ โต๊ะและชั้นหนังสือใช้ไม้สีธรรมชาติโทนเข้ม บานหน้าต่างวงกบอลูมิเนียม กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดดมีการใช้ทั้งแผงบังแดดทางตั้งและทางนอน พร้อมทั้งมีการยื่นชายคาบังแดด



ภาพที่ 4.59 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

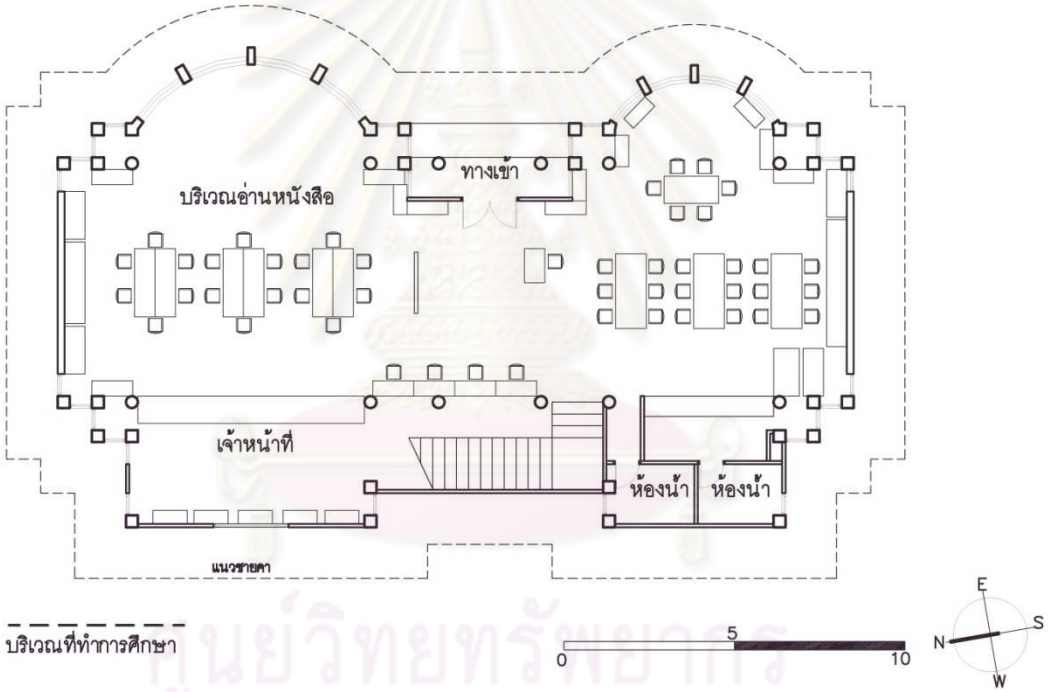


ภาพที่ 4.60 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน
ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

4.1.13 **กรณีศึกษาที่** 13 **หอสมุดดำรงราชานุภาพ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2532

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารที่ออกแบบตามรูปแบบตะวันตก เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 3 ชั้น ใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดบริเวณชั้น 1 และชั้น 2 การวางผังอาคารเป็นรูปสมมาตรด้านหน้าอาคารเป็นโถงสูงผนังโค้งเพื่อเปิดรับแสง โดยการจัดวางชั้นหนังสือจะจัดชิดผนังภายใน เปิดพื้นโล่งตรงกลางสำหรับนั่งอ่านหนังสือ

ภาพที่ 4.61 ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารหอสมุดดำรงราชานุภาพ



ภาพที่ 4.62 ผังพื้นชั้น 1 อาคารหอสมุดดำรงราชานุภาพ

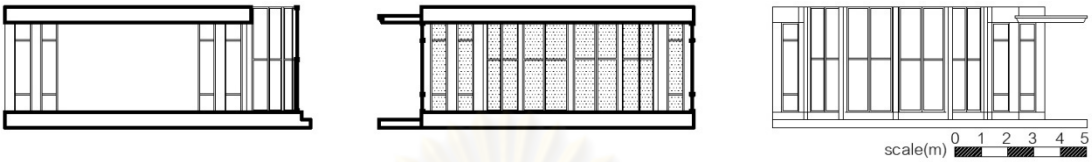
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือบริเวณส่วนกลางของโถงด้านทิศเหนือ

ภาพที่ 4.63 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา หอสมุดดำรงราชานุภาพ

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ด้านหน้าอาคารออกแบบช่องแสงต่อเนื่องตลอดความสูงอาคาร ด้านข้างอาคารใช้ช่องแสงแคบสูงจรดฝ้าเพดาน

วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานฉาบเรียบทาสีขาว ผนังทาสีขาว ปูพื้นด้วยหินอ่อนสีเทาอ่อน โต๊ะและชั้นหนังสือไม้สีโอ๊ก หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดด ด้านข้างอาคารออกแบบให้มีชายคายื่น ด้านหน้าอาคารใช้แผงบังแดดทางตั้ง



ภาพที่ 4.64 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

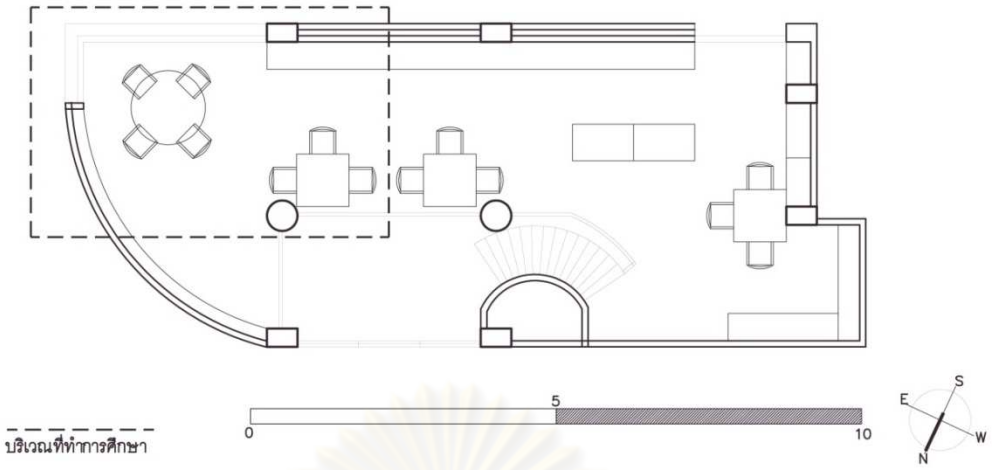
4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

ภาพที่ 4.65 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดดำรงราชานุภาพ

4.1.14 **กรณีศึกษาที่** 14 **ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2536

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 2 ชั้นที่สร้างต่อเนื่องกับอาคารแปลนอาคิเตคโดยใช้พื้นที่เป็นห้องสมุดทั้ง 2 ชั้น การออกแบบผังอาคารโดยการใช้พื้นที่ริมผนังส่วนใหญ่เป็นชั้นหนังสือ และออกแบบที่นั่งอ่านหนังสือให้อยู่ชั้น 2 โดยมีส่วนโถงโล่งต่อเนื่องกับชั้นล่าง

ภาพที่ 4.66 ภาพถ่ายภายนอกและภายในอาคารห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ



ภาพที่ 4.67 ผังพื้นชั้น 2 อาคารห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ

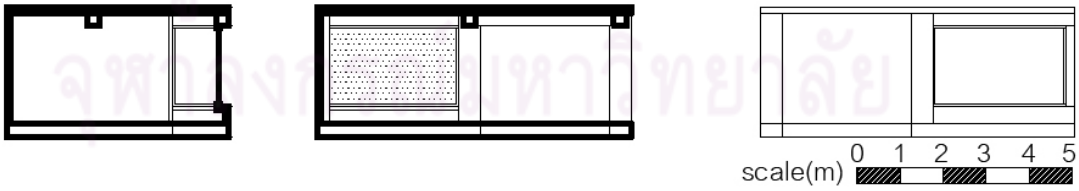
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือบริเวณชั้น 2 อาคาร

ภาพที่ 4.68 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบช่องแสงบริเวณมุมอาคาร ความสูงช่องแสงจากพื้น 0.40 เมตร สูงจรดท้องคานที่ระดับ 2.25 เมตร

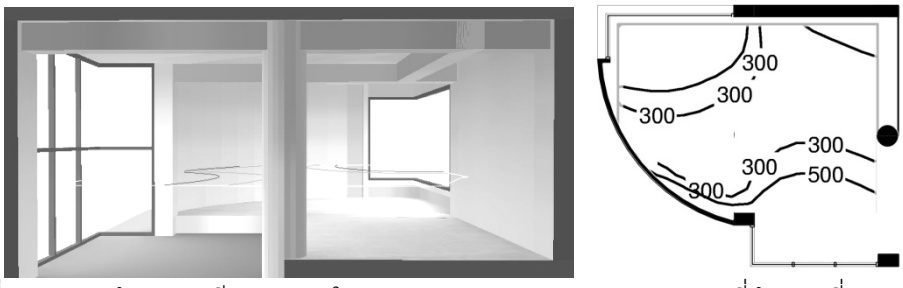
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานฉาบเรียบทาสีขาว ผนังทาสีขาว ปูพื้นกระเบื้องยางสีครีมอ่อน โต๊ะและชั้นหนังสือใช้สีไม้ธรรมชาติ หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดด ใช้ความหนาของเปลือกอาคารและร่นแนวกระจกชิดด้านใน



ภาพที่ 4.69 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

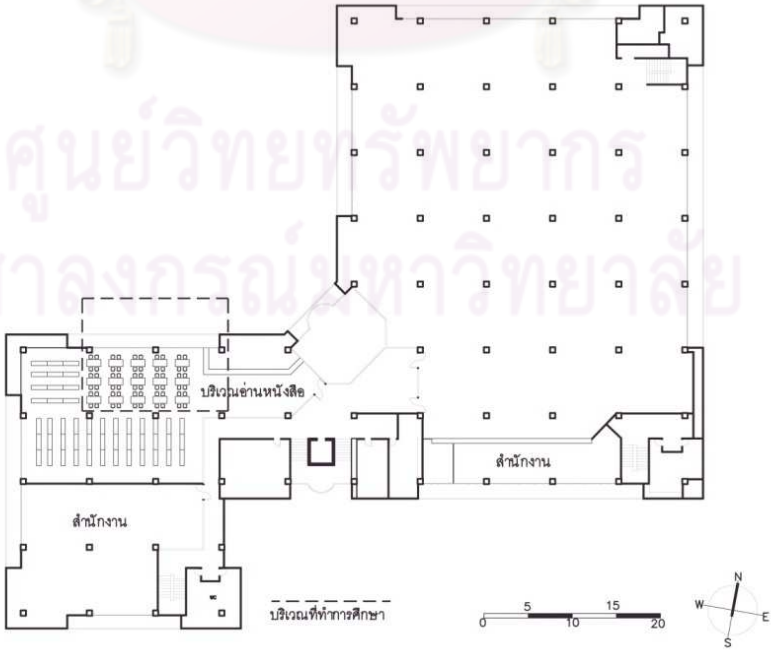


ภาพที่ 4.70 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ

4.1.15 กรณีศึกษาที่ 15 สำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2537

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 4 ชั้นโดยใช้พื้นที่เป็นห้องสมุดทั้งอาคาร การออกแบบผังอาคารเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม 2 ส่วนเชื่อมต่อกันแนวตั้งฉาก ด้านหน้าอาคารจึงมีส่วนที่หันไปทั้งทิศเหนือทิศตะวันตก จากจัดผังแยกส่วนพื้นที่นั่งอ่านหนังสืออยู่ชั้น 1 และชั้น 2 และพื้นที่วางชั้นหนังสืออยู่ชั้น 3 และ 4 โดยมีส่วนอ่านหนังสือบางส่วนริมหน้าต่าง

ภาพที่ 4.71 ภาพถ่ายภายนอกอาคารสำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 4.72 ผังพื้นชั้น 2 อาคารสำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

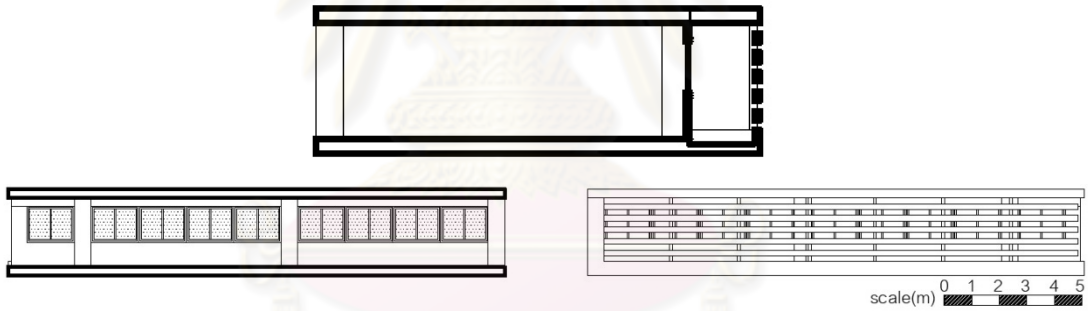
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือบริเวณชั้น 3 ห้องวิทยานิพนธ์ โดยจัดพื้นที่อ่านหนังสือ ติดช่องแสงด้านทิศเหนือ วางแนวโต๊ะขนานกับช่องแสง

ภาพที่ 4.73 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา, พื้นที่อ่านหนังสือชั้น 4
สำนักหอสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบช่องแสงยาวต่อเนื่องตลอดแนวเสา ความสูงช่องแสง 1.30 เมตร สูงจากพื้น 0.90 เมตร เหลือขอบผนังด้านบน 0.30 เมตร

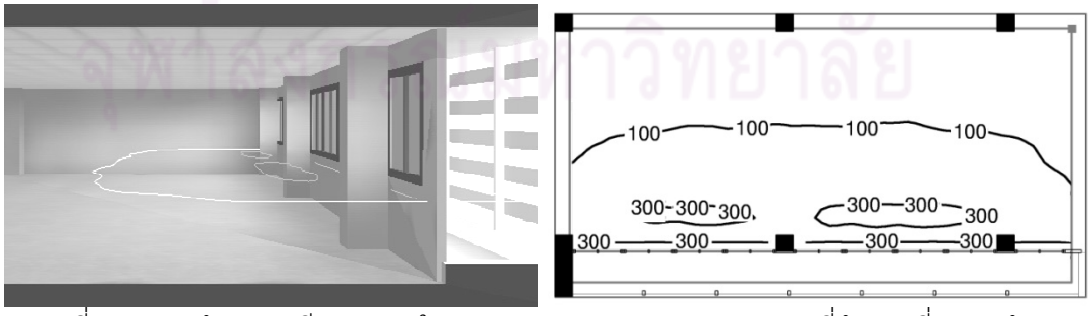
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานระบบทีบาร์สีขาว ผนังทาสีขาว ปูพื้นกระเบื้องยางสีครีมอ่อน โต๊ะและชั้นหนังสือใช้สีไม้ธรรมชาติ หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดด ใช้การยื่นชายคา และแผงบังแดดระแนงคอนกรีตช่วยกรองแสง



ภาพที่ 4.74 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

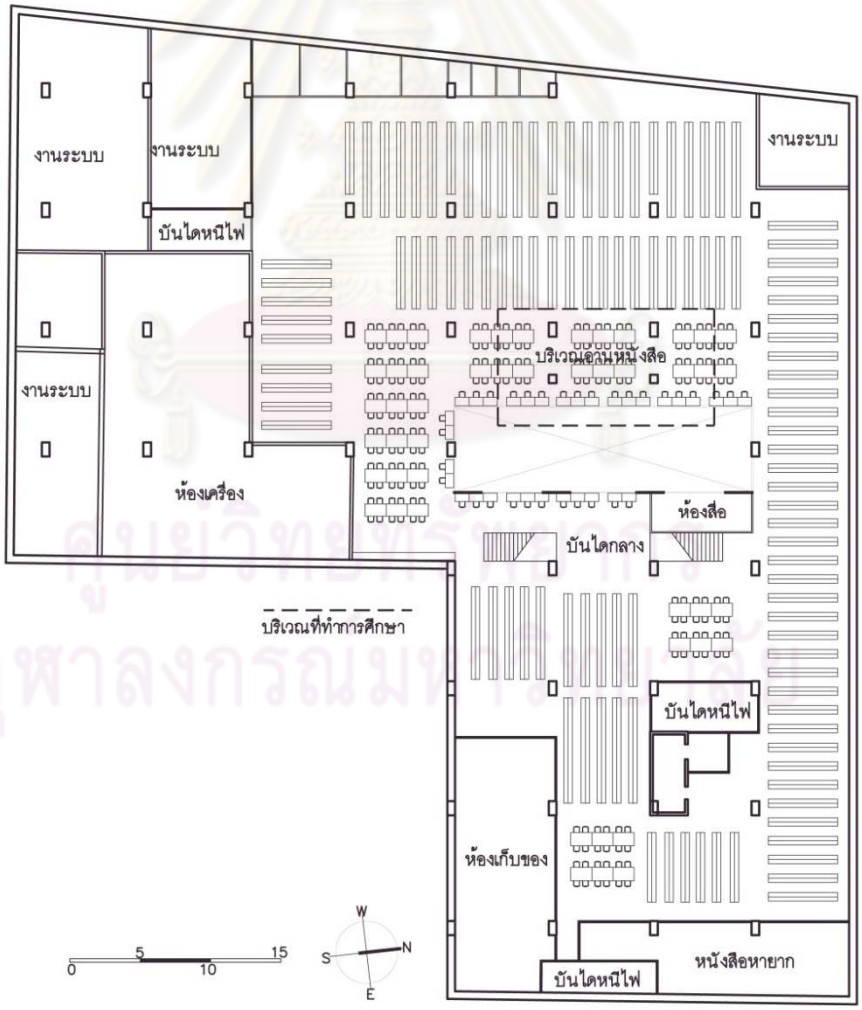


ภาพที่ 4.75 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน
ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุด
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.1.16 **กรณีศึกษาที่** 16 **หอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2540

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารใต้ดิน 3 ชั้น โดยใช้งานพื้นที่ทั้งหมดเป็นห้องสมุด และงานระบบที่จำเป็น การออกแบบผังอาคารให้มีส่วนเปิดโล่ง กลางอาคารเพื่อให้แสงสว่างธรรมชาติแก่พื้นที่ใช้ใต้ดินทั้งสามชั้น และให้การจัดผังที่นั่งอ่านหนังสืออยู่ใกล้กับบริเวณส่วนเปิดโล่งทั้งสามชั้น ส่วนชั้นวางหนังสือจัดอยู่รอบนอกของผังพื้นอาคาร

ภาพที่ 4.76 ภาพถ่ายภายนอกอาคารหอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



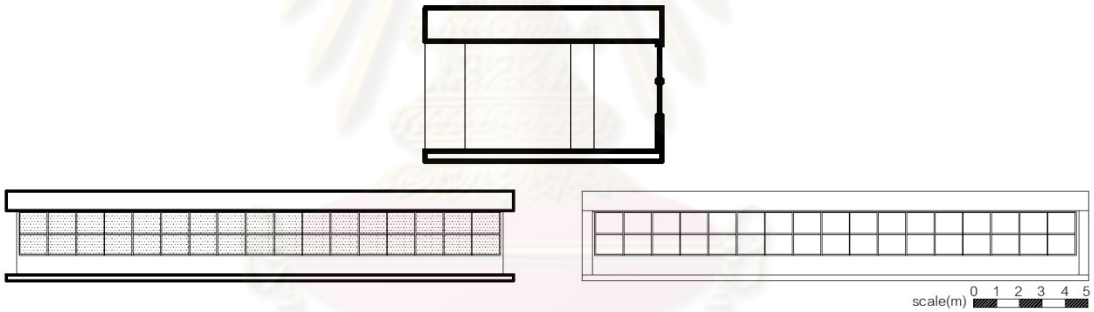
ภาพที่ 4.77 ผังพื้นชั้นใต้ดินชั้นที่ 3 อาคารหอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือบริเวณชั้นใต้ดินชั้น 3 การจัดวางโต๊ะหันหน้าเข้าช่องแสงและขนากับแนวช่องแสง

ภาพที่ 4.78 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา,
หอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

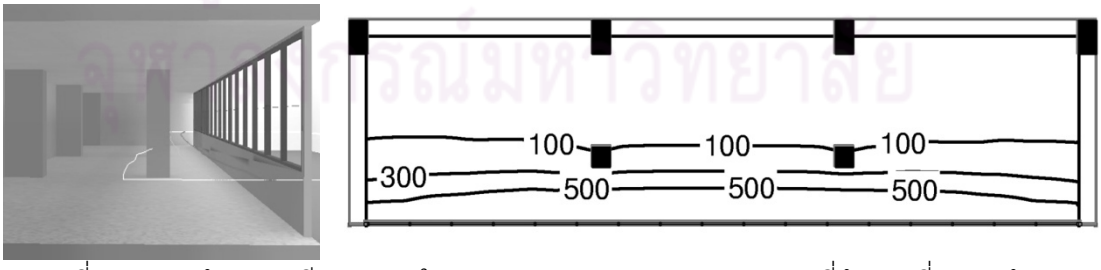
3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบช่องแสงยาวต่อเนื่องตลอดแนวผนังของส่วนเปิดโล่ง เนื่องจากแนวผนังไม่ตรงกับแนวเสา ความสูงช่องแสงสูงจากพื้น 0.85 ม. สูงจรดฝ้าเพดานที่ระดับ 2.80 ม.

วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานระบบทีบาร์สีขาว ผนังทาสีขาว พื้นหินขัดสีขาวนวล โต๊ะและชั้นหนังสือใช้สีไม้โทนสีอ่อน หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกสีชา ไม่มีการออกแบบการแผงบังแดด



ภาพที่ 4.79 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

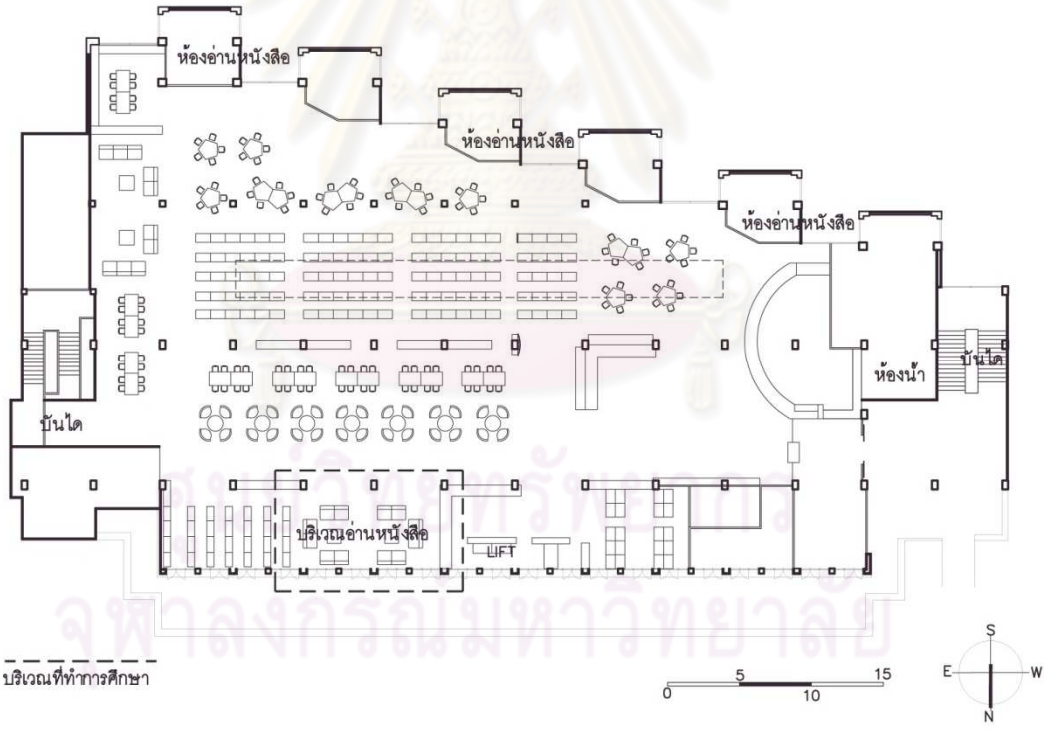


ภาพที่ 4.80 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน
ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุดปรีดี พนมยงค์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

4.1.17 **กรณีศึกษาที่** 17 **สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ (สาขากล้วยน้ำไทย) ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2545

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 3 ชั้นโดยใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดที่ชั้น 2 และ 3 ส่วนพื้นที่ชั้น 1 เป็นส่วนโรงอาหาร การวางผังอาคารขนานกับแนวเหนือใต้ โดยด้านทิศใต้ใช้การยื่นห้องเพื่อสร้างการบังแดดให้กับอาคาร การจัดผังที่นั่งอ่านหนังสือกระจายตามพื้นที่สลับกับส่วนพื้นที่วางชั้นหนังสือ

ภาพที่ 4.81 ภาพถ่ายภายนอกด้านหน้าและด้านหลังอาคาร
สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ



ภาพที่ 4.82 ผังพื้นชั้น 2 อาคาร
สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือบริเวณชั้น 2 ใกล้ช่องแสงทางทิศเหนือ

ภาพที่ 4.83 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา,
สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบช่องแสงแบ่งตามระยะครึ่งหนึ่งของช่วงเสา ความสูงช่องแสงสูงจากพื้น 0.95 ม. สูงจรดฝ้าเพดานที่ระดับ 2.95 ม.

วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานระบบทีบาร์สีขาว ผนังทาสีขาว พื้นหินขัดสีขาวนวล โต๊ะและชั้นหนังสือใช้สีไม้โทนสีอ่อน หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกสีใส

การออกแบบการแผงบังแดด สร้างความหนาให้กับผนังเปลือกอาคารและร่นแนวหน้าต่างชิดด้านในโดยมีระแนงกรองแสงด้านนอก

ภาพที่ 4.84 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

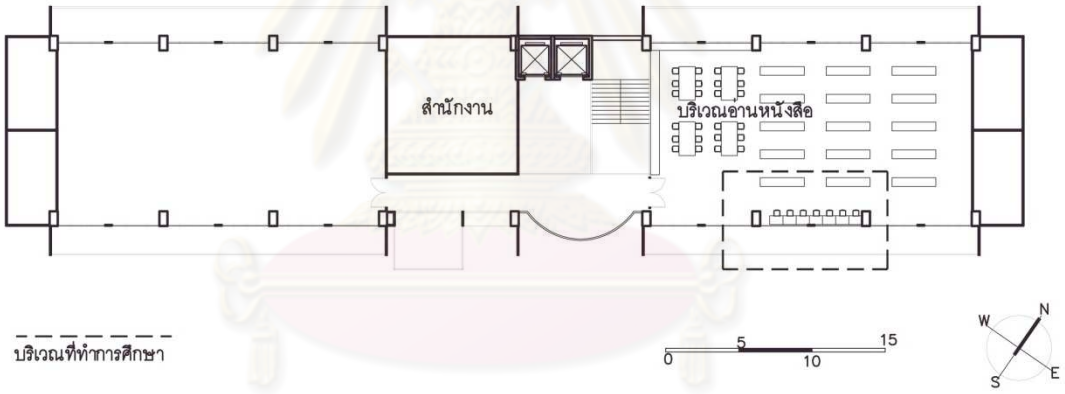
4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

ภาพที่ 4.85 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน
ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

4.1.18 **กรณีศึกษาที่** 18 **สำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2545

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 8 ชั้น ใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดตั้งแต่ชั้น 1-5 การวางผังอาคารเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวยาว ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยแบ่งผังอาคารเป็นสองฝั่ง และจัดพื้นที่ส่วนนั่งอ่านหนังสือติกริมหน้าต่างและส่วนใกล้กับโถงกลาง

ภาพที่ 4.86 ภาพถ่ายภายนอกอาคาร
สำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร



ภาพที่ 4.87 ผังพื้นชั้น 3 อาคารสำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือบริเวณชั้น 3 การจัดที่นั่งหันหน้าเข้าหน้าต่าง

ภาพที่ 4.88 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา,
สำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

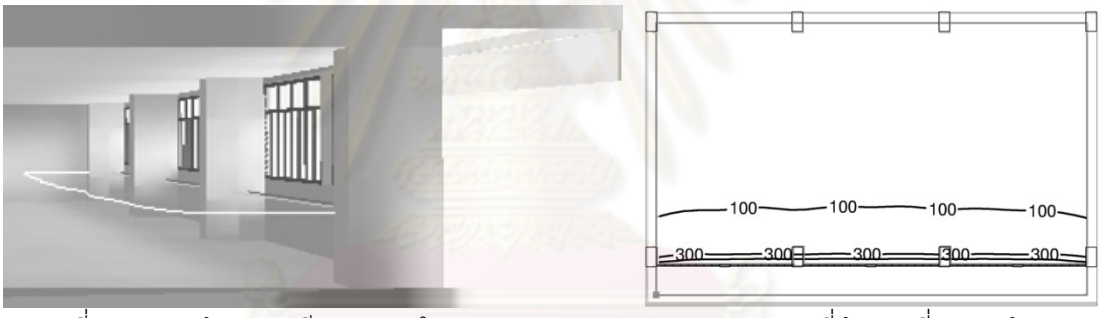
3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบช่องแสงต่อเนื่องตามระยะช่วงเสา ความสูงช่องแสงสูงจากพื้น 0.95 ม. สูงจรดฝ้าเพดานที่ระดับ 2.50 ม.

วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานระบบทีบาร์สีขาว ผนังทาสีขาว พื้นปูกระเบื้องยางสีฟ้า โต๊ะและชั้นหนังสือใช้สีไม้โทนสีธรรมชาติ หน้าต่างกรอบบานและวงกบเหล็ก กระจกสีใส

การออกแบบการบังแดด ใช้ชายคายื่นและ แผงบังแดดทางนอน ยึดจากท้องชายคา ตลอดแนวอาคาร

ภาพที่ 4.89 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ



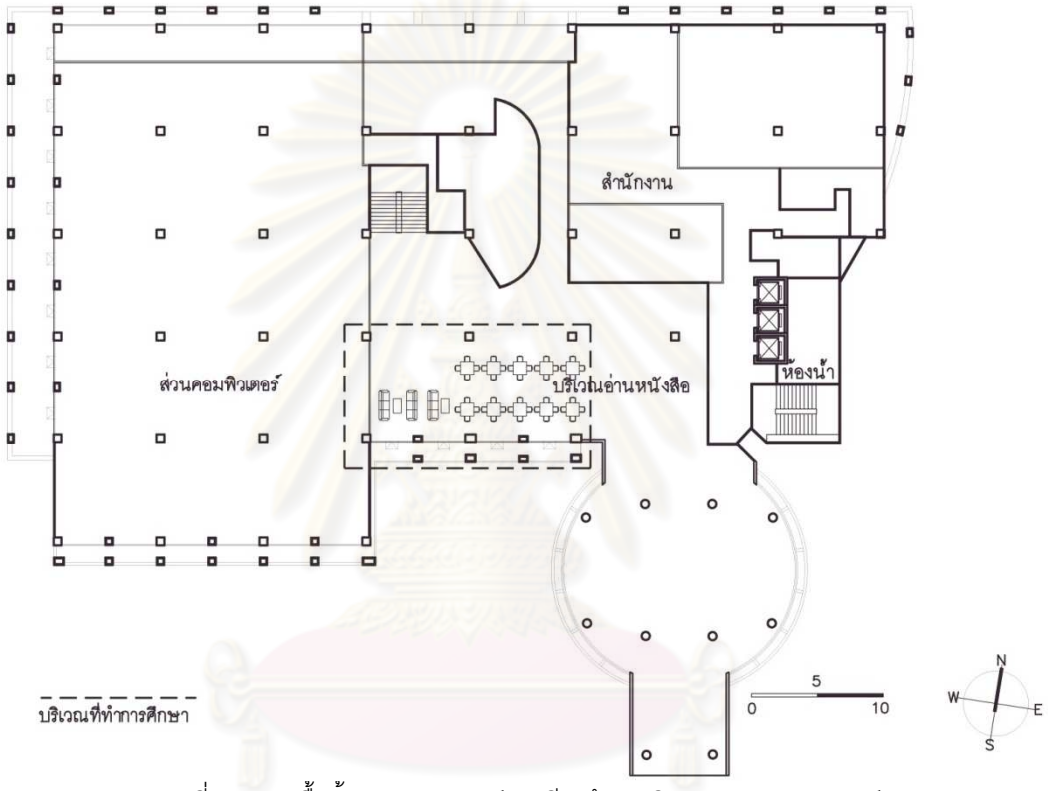
ภาพที่ 4.90 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น.

สำนักวิทยบริการและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

4.1.19 **กรณีศึกษาที่** 19 **ศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2549

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้นเป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 5 ชั้น ใช้เป็นพื้นที่ห้องสมุดตั้งแต่ชั้น 1-4 การวางผังอาคารใช้โถงวงกลมต่อเนื่องกับอาคารเก่า และส่วนอาคารใหม่ผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศตะวันออก จัดวางพื้นที่นั่งอ่านหนังสือผังอาคารด้านทิศใต้และทิศตะวันตก

ภาพที่ 4.91 ภาพถ่ายภายนอกอาคาร ศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4.92 ผังพื้นชั้น 3 อาคารศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

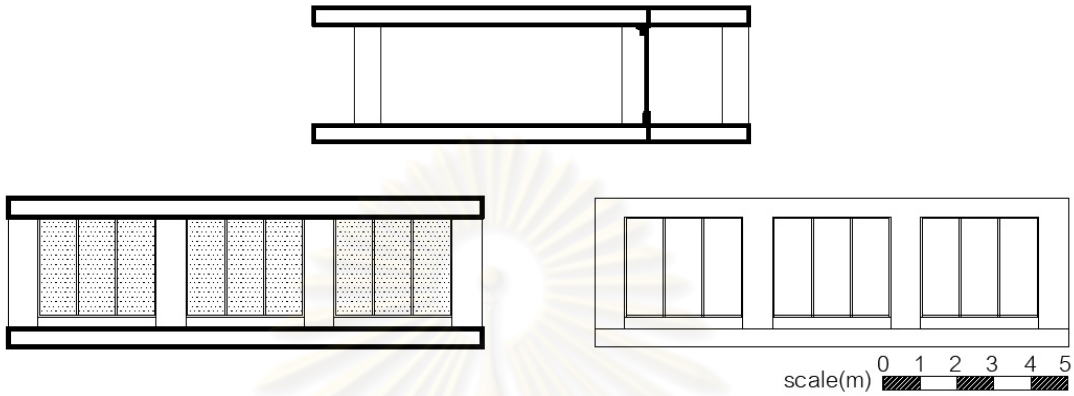
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังสือบริเวณชั้น 3 การจัดที่นั่งเป็นกลุ่ม 4 ที่นั่ง

ภาพที่ 4.93 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา,
ศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบให้มีช่องแสงกว้างสองช่องต่อหนึ่งระยะช่วงเสา ความสูงช่องแสงสูงจากพื้น 0.30 ม. สูงจรดฝ้าเพดานที่ระดับ 3.00 ม.

วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานระบบทีบาร์สีขาว ผนังทาสีขาว พื้นปูกระเบื้องยางสีเขียวอ่อน โต๊ะใช้สีไม้โทนสีอ่อน หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกสะท้อนแสง

การออกแบบการบังแดด ออกแบบให้มีชายคายื่นด้านนอกและเสาหลอกด้านนอกอาคาร



ภาพที่ 4.94 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ

ภาพที่ 4.95 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น.

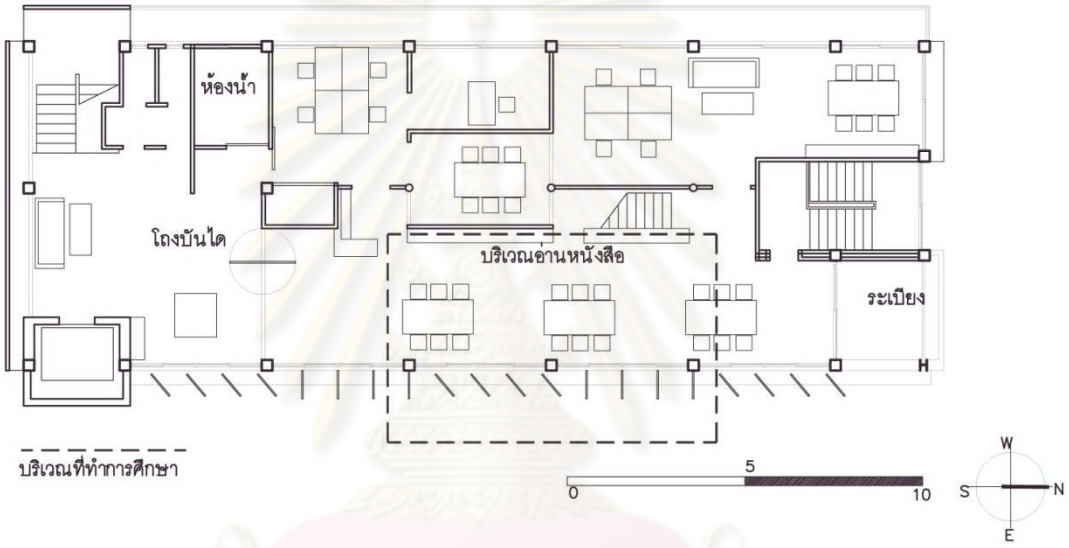
ศูนย์การเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.20 กรณีศึกษาที่ 20 ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2549

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้น ลักษณะอาคาร เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 4 ชั้น วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นการใช้ปูนเปลือย ออกแบบด้วยการแยกส่วนพื้นที่ทางเดินเป็นพื้นที่ไม่ปรับอากาศทำให้มีความต่อเนื่องกับพื้นที่ภายในและภายนอก ส่วนที่เป็นห้องสมุดอยู่ชั้นบนสุดของอาคาร ด้วยการใช้หลังคาโครงสร้างเหล็กยกฝ้าของห้องสมุดให้สูงกว่าชั้นอื่น เปิดรับแสงทางด้านทิศตะวันออก และได้ใช้การออกแบบแผงบังแดดภายนอกอีกชั้นที่สามารถหมุนปรับองศาได้เพื่อป้องกันแสงแดดโดยตรง พื้นที่ภายใน

ภาพที่ 4.96 ภาพถ่ายภายนอกอาคาร
ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน



ภาพที่ 4.97 ผังพื้นชั้น 4 อาคารห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน

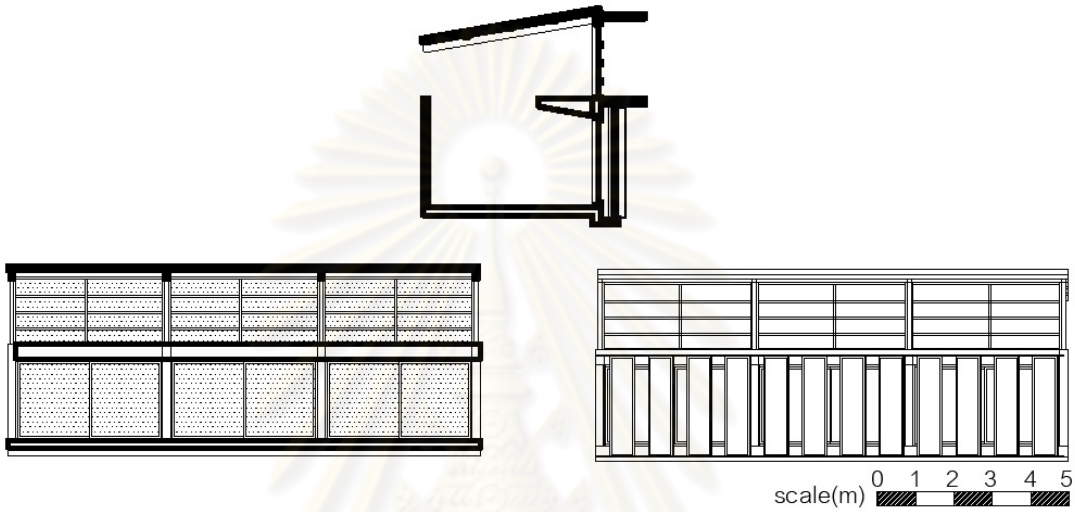
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา ช่องแสงเต็มพื้นที่เปลือกอาคาร จากความสูงห้องในลักษณะฝ้าเพดานสูง แบ่งช่องแสงออกเป็นสองช่วง ช่องแสงช่วงล่างควบคุมปริมาณแสงด้วนการใช้แผงบังแดดที่ปรับหมุนได้และช่องแสงช่วงบนควบคุมปริมาณแสงด้วยม่านม้วนกรองแสง

ภาพที่ 4.98 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา,
ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบให้มีช่องแสงเต็มระยะความสูงจากพื้นถึงท้องคานและตลอดแนวช่วงเสา

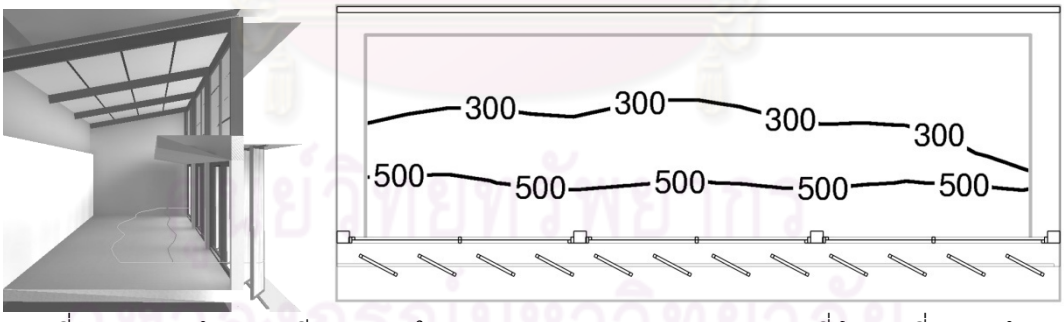
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานเปลือย ผนังสีปูนขัดมัน พื้นปูนขัดมันสีเทาดำ หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกใส

การออกแบบการบังแดด แผงบังแดดภายนอกบานหมุน 4 บานปรับองศาตามกัน ใช้บานไม้จริง บานกรอบเหล็ก 2”x2” ขนาดบาน 2.60 x 0.70 เมตร ยื่นหลังคากันสาดด้านบน และต่อเนื่องเข้ามาใช้เป็นระนาบกระจายแสงให้กับพื้นที่ภายใน



ภาพที่ 4.99 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ



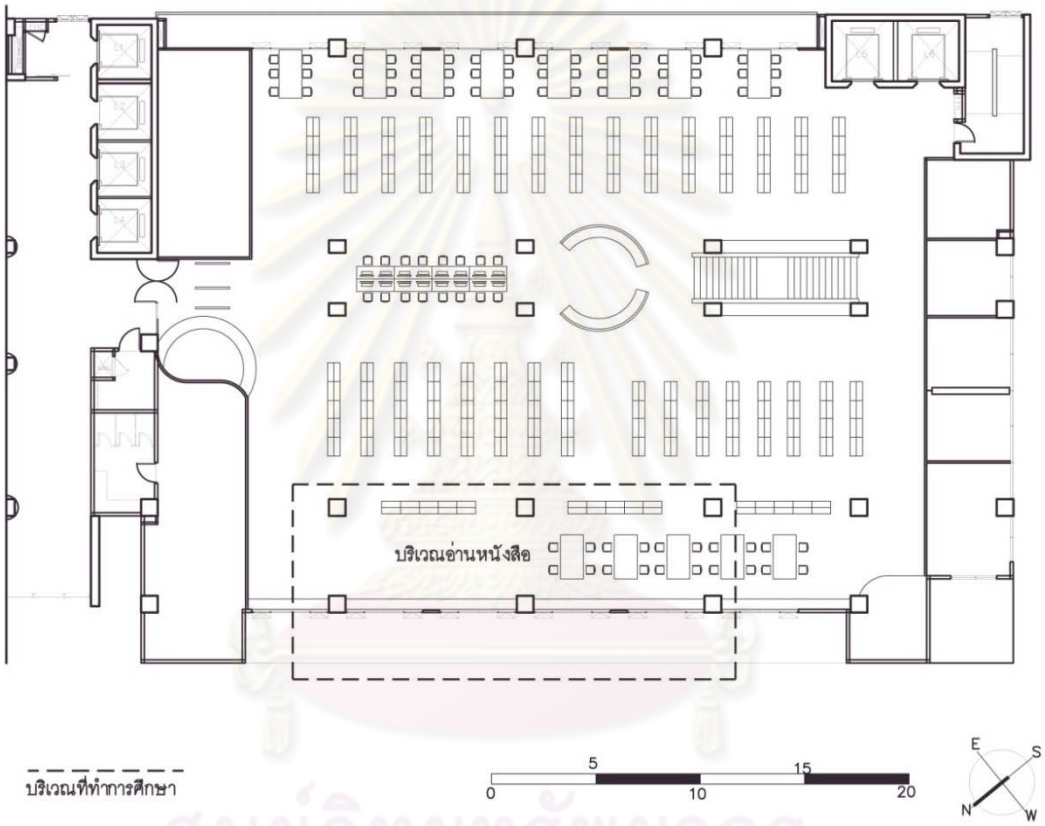
ภาพที่ 4.100 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงานของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. ห้องสมุดวิลเลี่ยม วอร์เรน

4.1.21 **กรณีศึกษาที่** 21 **หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.** 2549

1) ข้อมูลอาคารเบื้องต้น ลักษณะอาคาร เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีต 11 ชั้น โดยใช้พื้นที่เป็นห้องสมุดตั้งแต่ชั้น 1-7 การออกแบบผังอาคารเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หันหน้าอาคารไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ การจัดผังอาคารแบ่งเป็นสองฝั่งแยกระหว่างส่วนห้องเรียนและห้องสมุด การจัดผังที่นั่งจัดให้อยู่ด้านริมหน้าต่างทั้งสองด้านของอาคาร จัดพื้นที่วางชั้นหนังสืออยู่ด้านใน

ภาพที่ 4.101 ภาพถ่ายภายนอกอาคาร

หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม



ภาพที่ 4.102 ผังพื้นชั้น 5 หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม

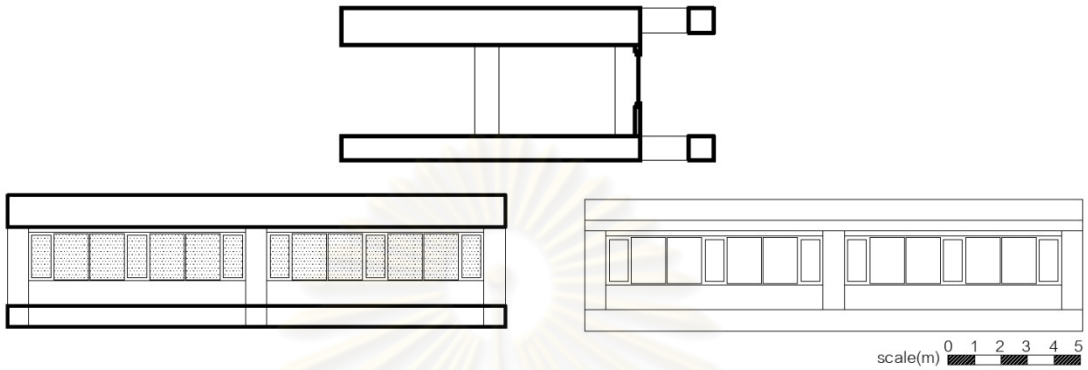
2) ลักษณะบริเวณที่ทำการศึกษา พื้นที่นั่งอ่านหนังฝั่งทิศตะวันตก การจัดโต๊ะอ่านหนังสือวางตั้งฉากกับช่องแสง และเว้นทางเดินโดยรอบ

ภาพที่ 4.103 ภาพถ่ายภายในบริเวณที่ทำการศึกษา,หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม

3) ลักษณะช่องเปิดของระบบแสงสว่างธรรมชาติ ออกแบบให้มีช่องแสงตลอดแนวช่วงเสา ความสูงช่องแสงสูงจากพื้น 0.95 เมตร สูงจรดฝ้าเพดานระดับ 3.00 เมตร

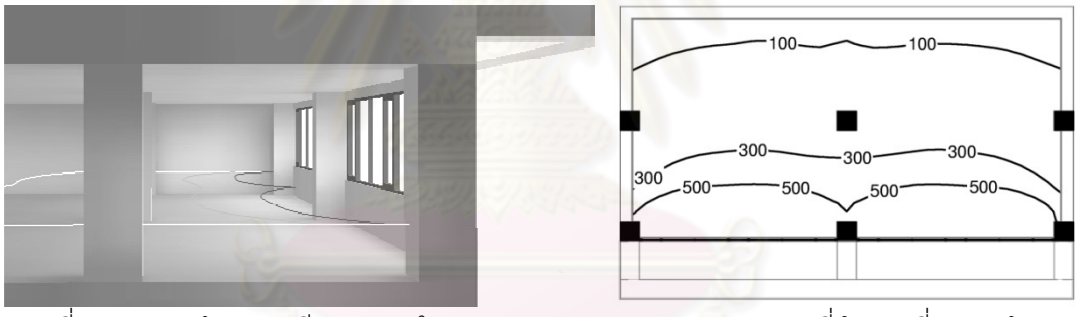
วัสดุที่ใช้ ฝ้าเพดานฉาบเรียบทาสีขาว ผนังสีทาสีขาว พื้นพรม หน้าต่างกรอบบานและวงกบอลูมิเนียม กระจกเขียวตัดแสง

การออกแบบการบังแดด ออกแบบคานยื่นด้านนอกอาคาร



ภาพที่ 4.104 รูปตัด รูปด้านจากด้านใน และรูปด้านจากด้านนอก ส่วนพื้นที่ที่การศึกษา

4) ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ จากกรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาและรายละเอียดรูปแบบช่องแสงด้านข้าง ได้ทำการคำนวณประสิทธิภาพการให้แสงสว่างได้ดังภาพ



ภาพที่ 4.105 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในและผังแสดงค่าระดับค่าการส่องสว่างที่คำนวณที่ระนาบทำงาน ของวันที่ 21 มีนาคม เวลา 12.00 น. หอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผลการเก็บสำรวจข้อมูลการออกแบบระบบช่องแสงด้านข้างพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบลักษณะรูปแบบอาคาร นอกจากปัจจัยด้านช่วงปีก่อสร้างที่มีผลต่อค่านิยมในการออกแบบที่แตกต่างกัน คือ

ช่วงปีก่อสร้างตั้งแต่ปีพ.ศ. 2464-2507 ลักษณะการออกแบบเป็นประเพณีนิยมทั้งแบบตะวันตกและแบบตะวันออก

ช่วงปีก่อสร้างตั้งแต่ปีพ.ศ. 2508-2540 ซึ่งเป็นยุคของ POST MODERN เห็นความแตกต่างจากช่วงปีการก่อสร้างอื่นๆ ทั้งจากลักษณะการออกแบบและวัสดุที่เลือกใช้

ช่วงปีก่อสร้างตั้งแต่ปีพ.ศ. 2541-2553 ลักษณะการออกแบบแผงบังแดดมีการลดทอนรูปแบบน้อยลงแต่เปลี่ยนมาเป็นการเลือกใช้วัสดุที่หลากหลายมากขึ้นตามยุคสมัย

ยังมีปัจจัยด้านประเภทของอาคารห้องสมุดที่ต่างกัน คือ ประเภทอาคารราชการ 3 กรณีศึกษา ประเภทอาคารเอกชน 4 กรณีศึกษาและประเภทอาคารสถานศึกษา 14 กรณีศึกษา ซึ่งประเภทอาคารเหล่านี้ส่งผลต่อการออกแบบจากงบประมาณในการก่อสร้างที่แตกต่างกัน

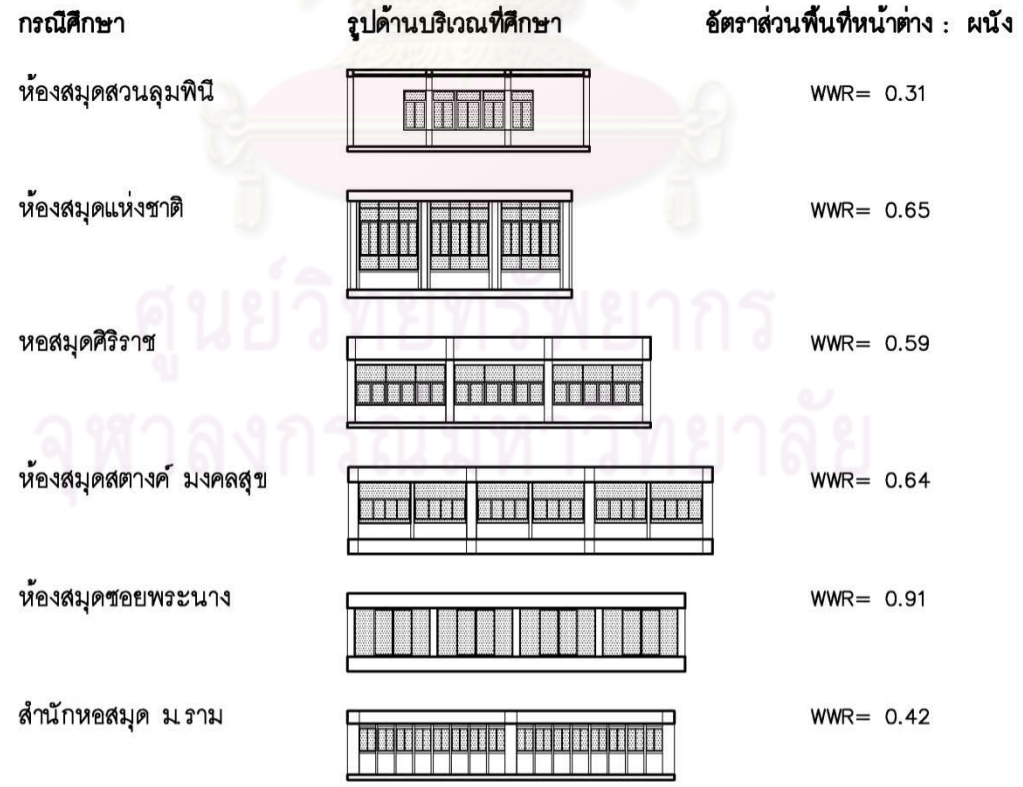
4.2 การวิเคราะห์รูปแบบของการออกแบบช่องแสงและแผงบังแดดของกรณีศึกษา

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละกรณีศึกษา พบว่าแม้รูปแบบและองค์ประกอบช่องแสงและแผงบังแดดจะแตกต่างกัน แต่มีลักษณะการให้แสงที่ใกล้เคียงกัน และจากการพิจารณากรณีศึกษาทั้ง 21 กรณี พบว่ารูปแบบช่องแสงของกรณีศึกษาห้องสมุดเนลสันเฮย์มีรูปแบบที่ต่างจากกลุ่มของข้อมูลกรณีศึกษาอื่นๆ ทั้งด้านรูปแบบช่องแสงและลักษณะฝ้าเพดาน จึงได้ทำการเปรียบกรณีศึกษาเพียง 20 กรณีเท่านั้น ดังนั้นจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบช่องแสงกรณีศึกษาทั้ง 20 กรณี ด้วยการวิธีจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะวิธีการที่ใกล้เคียงกัน เพื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงของแต่ละวิธี โดยแบ่งกลุ่มตามหลักการการออกแบบช่องแสง ดังนี้

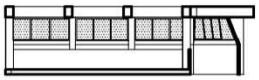
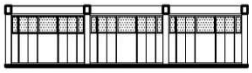
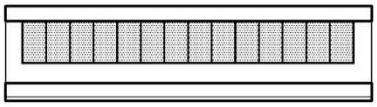
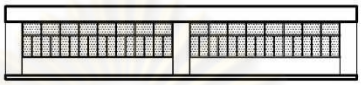
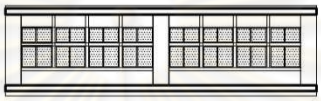
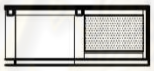
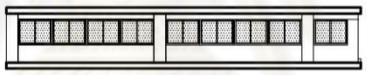
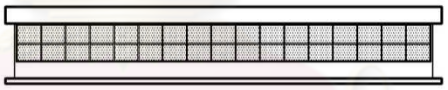
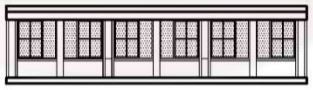
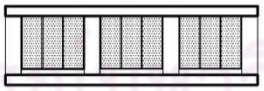
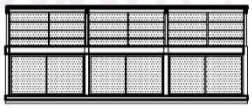
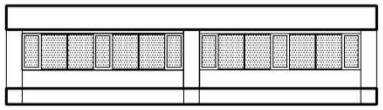
1) รูปแบบและขนาดช่องแสง
2) ระยะยื่นแผงบังแดดทางนอน
3) ระยะยื่นแผงบังแดดทางตั้ง

4.2.1 การวิเคราะห์รูปแบบช่องแสงและขนาดช่องแสง

จากข้อมูลการออกแบบช่องแสงด้านข้างในอาคารกรณีศึกษาพบว่าการออกแบบรูปแบบและขนาดช่องแสงมีทั้งรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน เช่น รูปแบบช่องแสงยาวต่อเนื่องตลอดช่วงเสา และตำแหน่งของช่องแสงสูงชิดฝ้าเพดาน และรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น ขนาดความสูงช่องแสงเต็มความสูงเพดานหรือสูงจากพื้นระดับหนึ่ง จากข้อมูลดังกล่าวจึงทำการคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง (Window to wall ration: WWR) เพื่อหาความแตกต่างที่ชัดเจน และสามารถแจงข้อมูลเรียงตามปีพ.ศ.ที่ก่อสร้าง ได้ดังนี้



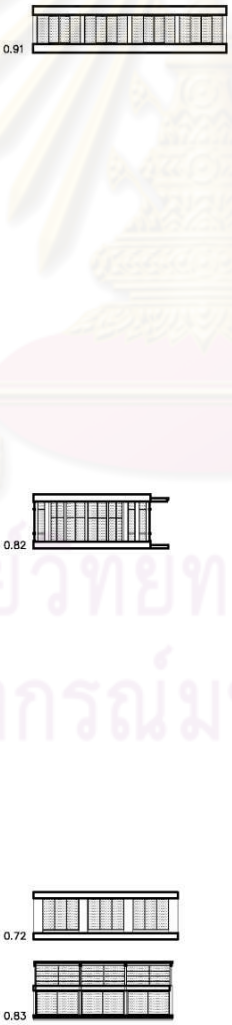
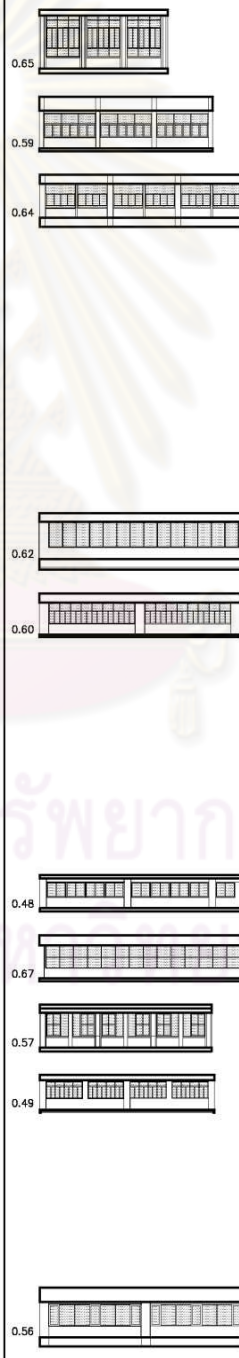
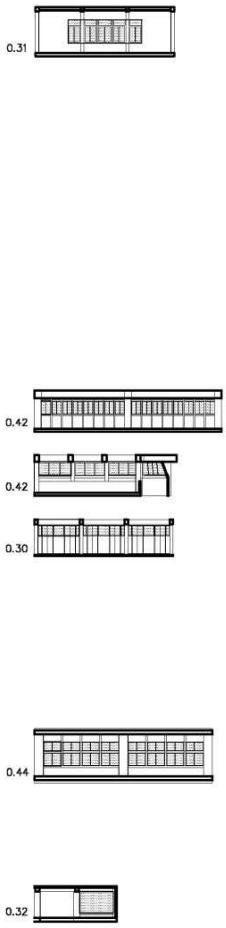
ภาพที่ 4.106 รูปด้านกรณีศึกษาและอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนังของแต่ละกรณี

กรณีศึกษา	รูปด้านบริเวณที่ศึกษา	อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง : ผนัง
หอสมุดศิลปากร		WWR= 0.42
สำนักหอสมุดกลาง ม.เกษตร		WWR= 0.30
สำนักวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์		WWR= 0.62
สำนักหอสมุดมศว.ประสานมิตร		WWR= 0.60
สำนักหอสมุดพระจอมเกล้าธนบุรี		WWR= 0.44
หอดำรงราชานุภาพ		WWR= 0.82
ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ		WWR= 0.32
สำนักหอสมุดพระจอมเกล้าลาดกระบัง		WWR= 0.48
ห้องสมุดปรีดี พนมยงค์		WWR= 0.67
สำนักหอสมุด ม.กรุงเทพ		WWR= 0.57
สำนักวิทยบริการราชภัฏพระนคร		WWR= 0.49
ศูนย์การเรียนรู้ ม.เกษตร		WWR= 0.72
ห้องสมุดวิลเลียม วอเรน		WWR= 0.83
สำนักหอสมุด ม.ศรีปทุม		WWR= 0.56

ภาพที่ 4.106 รูปด้านกรณีศึกษาและอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนังของแต่ละกรณี (ต่อ)

จากข้อมูล WWR ของทั้ง 20 กรณี พบว่าด้วยวิธีการการออกแบบรูปแบบช่องแสงที่ไม่แตกต่างกันมาก นักทำให้มีช่วงข้อมูลที่ใกล้เคียงกันคือ WWR= 0.70-1.00, WWR= 0.46-0.69และ WWR= 0.30-0.45 ดังตาราง

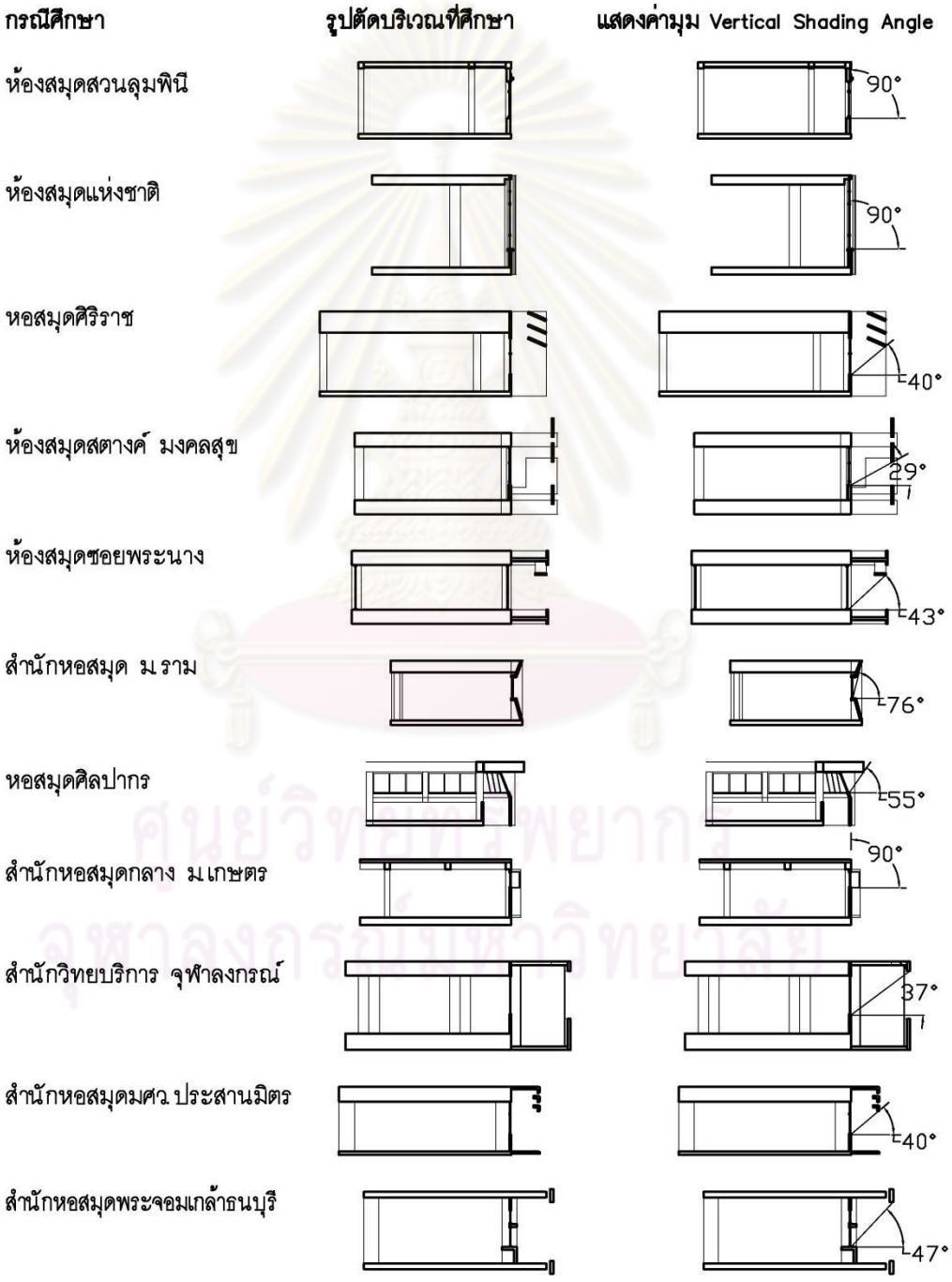
ตารางที่ 4.1 กลุ่มข้อมูลอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง WWR

รูปด้านแสดงขนาดและตำแหน่งช่องแสง	WWR = 0.70 – 1.00	WWR = 0.46 – 0.69	WWR = 0.30 – 0.45
			

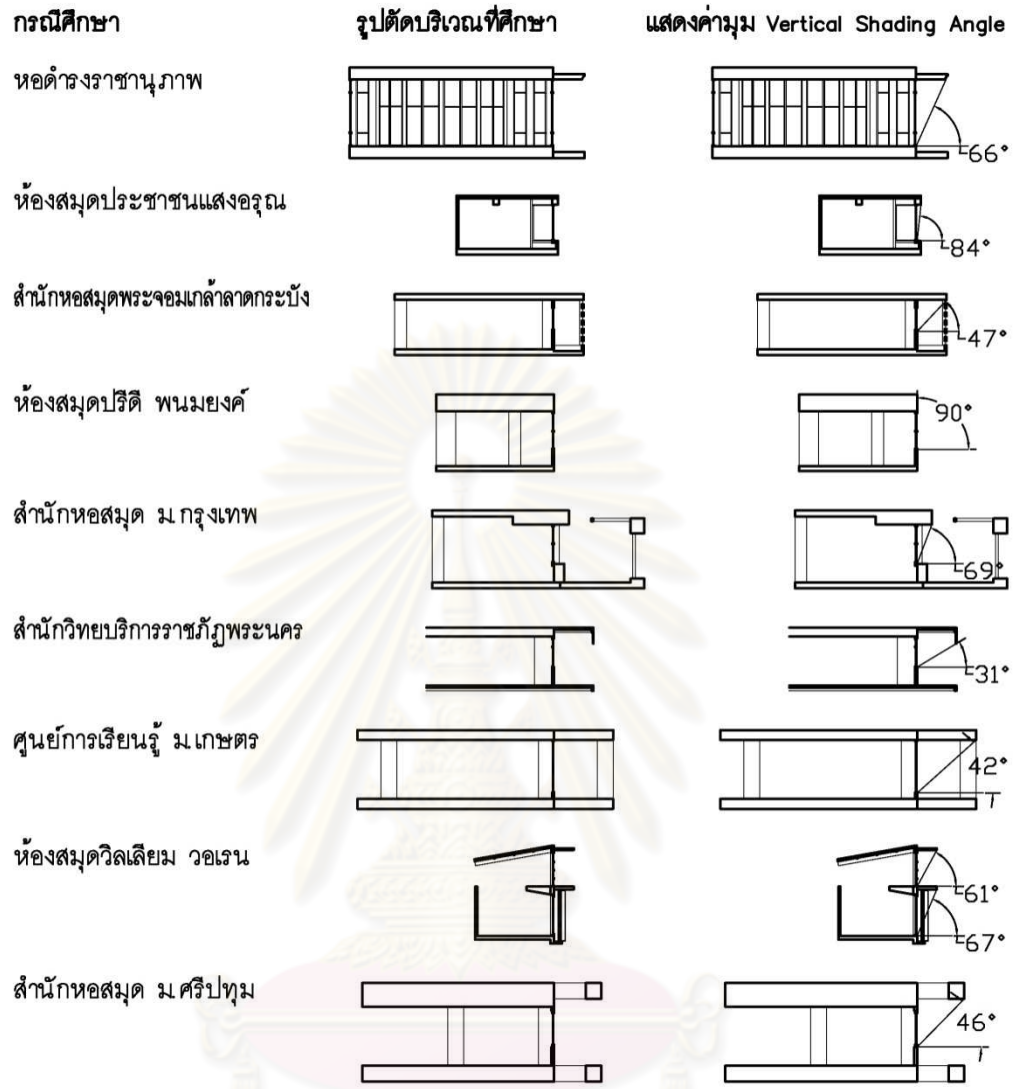
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 การวิเคราะห์การออกแบบแผงบังแดดทางนอนและทางตั้ง

จากข้อมูลการออกแบบแผงบังแดดของกรณีศึกษาที่รวบรวมได้ เห็นได้ว่ารูปแบบและวิธีการในการออกแบบแผงบังแดดนั้นมีวิธีและรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนของการอออกแบบแผงบังแดดจึงนำหลักการในการออกแบบแผงบังแดดมาเป็นเกณฑ์ คือ การวัดค่า Vertical Shading Angle: VSA ของแผงบังแดดทางนอนของแต่ละกรณี โดยแจกแจงได้ดังนี้



ภาพที่ 4.107 รูปตัดกรณีศึกษาและ Vertical Shading Angle ของแต่ละกรณี



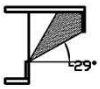
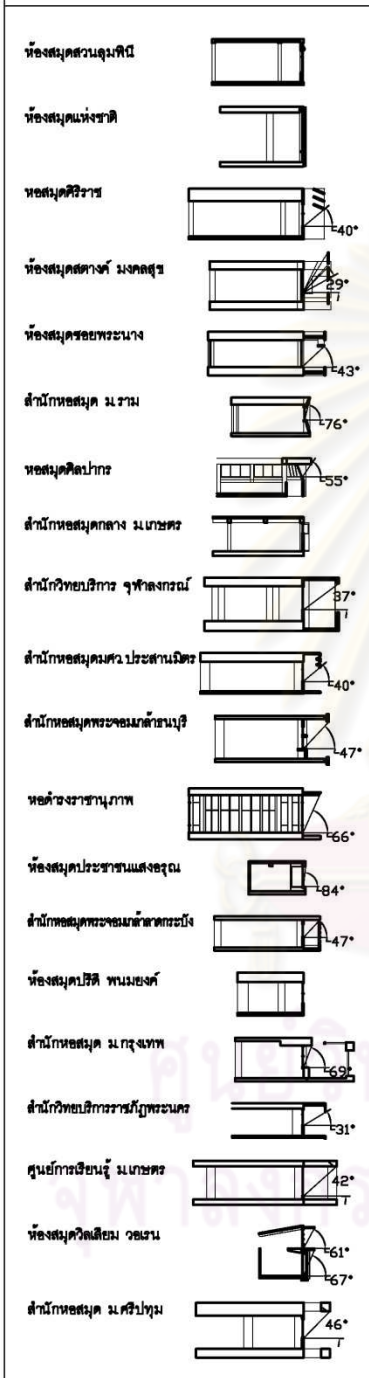
ภาพที่ 4.107 รูปตัดกรณีศึกษาและ Vertical Shading Angle ของแต่ละกรณี (ต่อ)

เมื่อพิจารณาข้อมูลรูปตัด ทั้ง 20 กรณี แสดงให้เห็นว่ารูปแบบทางสถาปัตยกรรมแตกต่างกันตามเอกลักษณะของอาคารนั้นๆ แต่เมื่อพิจาณาจากค่า VSA พบว่า มุมระยะยื่นของแผงบังแดดทางนอนของทั้ง 20 กรณี มีรูปแบบวิธีการที่ใกล้เคียง โดยพิจารณาจากช่วงข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน คือ

- ลักษณะแผงบังแดดที่ยื่นมาก VSA = 29°-59°
- ลักษณะแผงบังแดดที่ยื่นปานกลาง VSA = 60°-89°
- ลักษณะที่ไม่มีการยื่นแผงบังแดด VSA = 90°

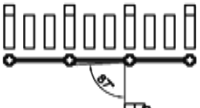
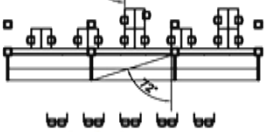
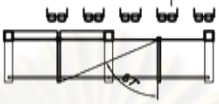
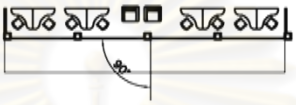
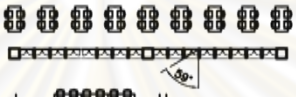
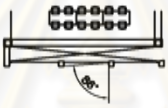
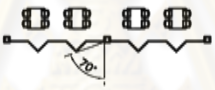
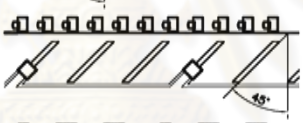
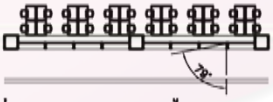
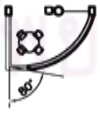
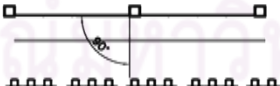
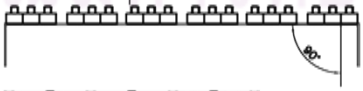
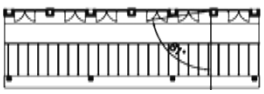
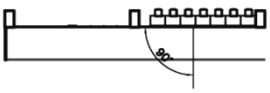
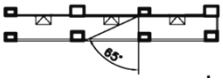
โดยสามารถจัดกลุ่มได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.2 การจัดกลุ่มข้อมูลกรณีศึกษาด้วยค่า Vertical Shading Angle

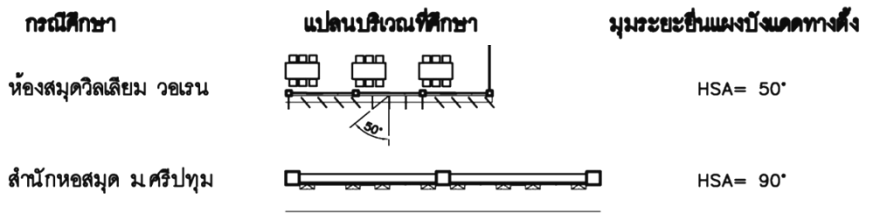
การจัดกลุ่มตามลักษณะแผงบังแดดทางนอน	VSA = 29°–59° 	VSA = 60°–89°	VSA = 90°
			

4.2.3 การวิเคราะห์การออกแบบแผงบังแดดทางตั้ง

เช่นเดียวกันกับการพิจารณาการออกแบบแผงบังแดดทางนอน สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบแผงบังแดดทางตั้งจากการวัดค่า Horizontal shading angle: HSA ของทั้ง 20 กรณี ได้ดังนี้

กรณีศึกษา	แปลนบริเวณที่ศึกษา	มุมระยะยื่นแผงบังแดดทางตั้ง
ห้องสมุดสวนลุมพินี		HSA= 88°
ห้องสมุดแห่งชาติ		HSA= 87°
หอสมุดศิริราช		HSA= 72°
ห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข		HSA= 67°
ห้องสมุดชอยพระนาง		HSA= 90°
สำนักหอสมุด ม.ราม		HSA= 59°
หอสมุดศิลปากร		HSA= 86°
สำนักหอสมุดกลาง ม.เกษตร		HSA= 70°
สำนักวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์		HSA= 45°
สำนักหอสมุดมศว ประสานมิตร		HSA= 90°
สำนักหอสมุดพระจอมเกล้าธนบุรี		HSA= 79°
หอตำรงราชานุภาพ		HSA= 75°
ห้องสมุดประชาชนแสงอรุณ		HSA= 80°
สำนักหอสมุดพระจอมเกล้าลาดกระบัง		HSA= 90°
ห้องสมุดปรีดี พนมยงค์		HSA= 90°
สำนักหอสมุด ม.กรุงเทพ		HSA= 81°
สำนักวิทยบริการราชภัฏพระนคร		HSA= 90°
ศูนย์การเรียนรู้ ม.เกษตร		HSA= 65°

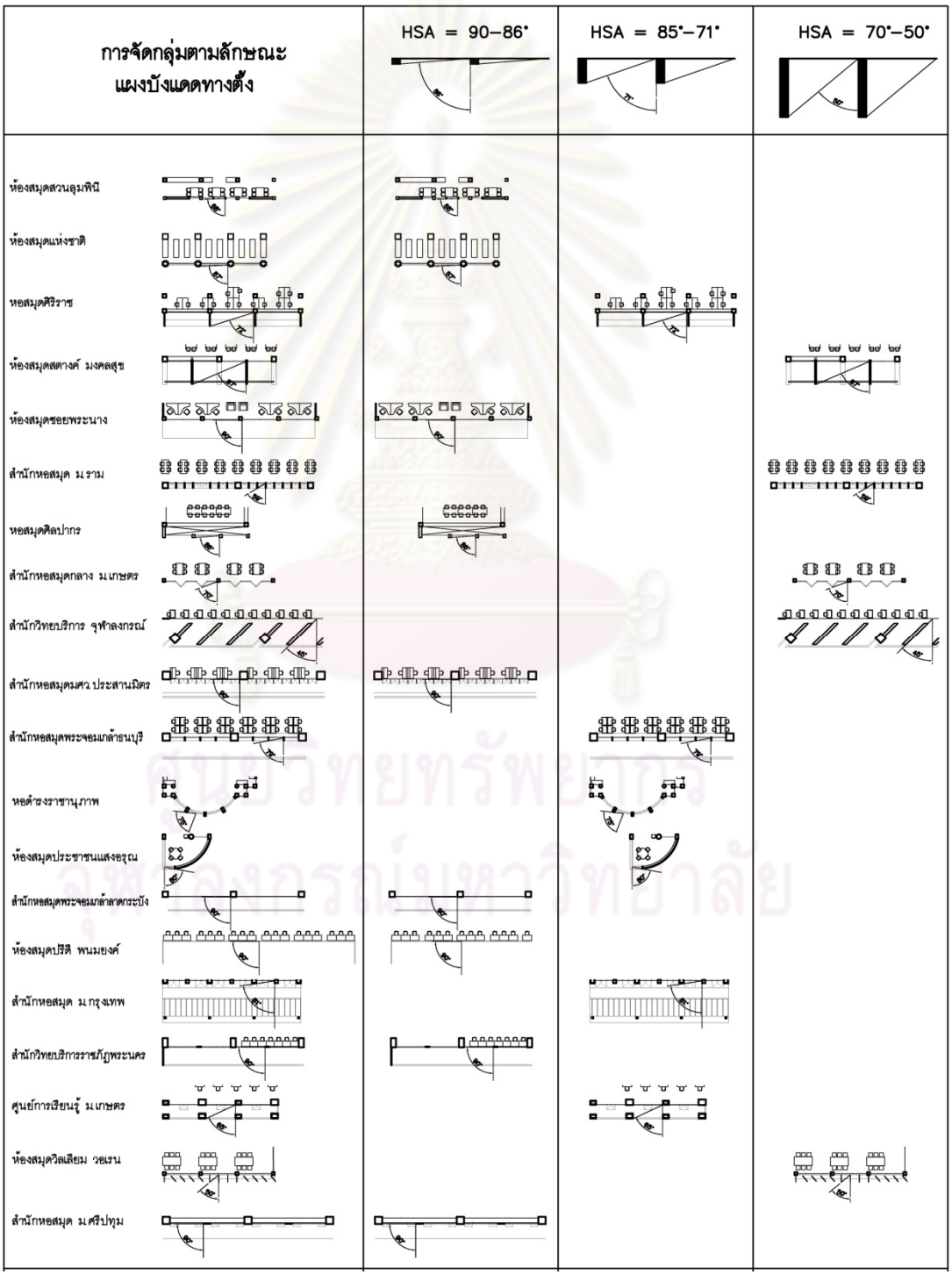
ภาพที่ 4.108 รูปตัดกรณีศึกษาและ Horizontal Shading Angle ของแต่ละกรณี



ภาพที่ 4.108 รูปตัดกรณีศึกษาและ Horizontal Shading Angle ของแต่ละกรณี (ต่อ)

โดยแบ่งกลุ่มช่วงของข้อมูลได้ 3 ช่วงคือ กลุ่ม HSA= 90°-86°, HSA= 85°-71° และ HSA= 70-50°

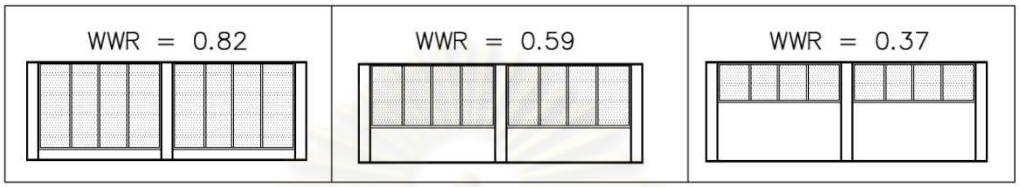
ตารางที่ 4.3 การจัดกลุ่มข้อมูลกรณีศึกษาด้วยค่า Horizontal Shading Angle



4.3 การกำหนดรูปแบบช่องแสงและแผงบังแดดเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ

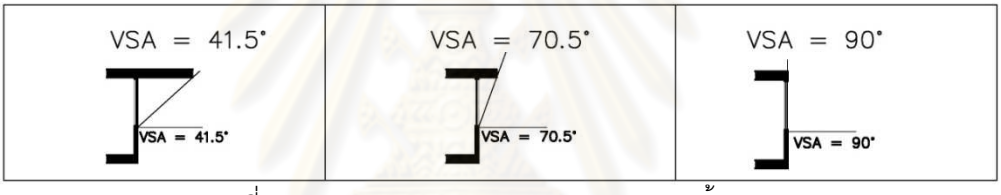
จากการวิเคราะห์วิธีการการออกแบบช่องแสงทั้งขนาดช่องแสง การออกแบบแผงบังแดดทางนอนและการออกแบบแผงบังแดดทางตั้ง ด้วยการจัดกลุ่มช่วงข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน ในการนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาอ้างอิงในการสร้างรูปแบบขึ้นใหม่ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยของช่วงข้อมูลแต่ละกลุ่ม ได้ค่าดังนี้

1) กลุ่มข้อมูลตามอัตราส่วนพื้นที่ช่องแสงต่อพื้นที่ผนัง ช่วง WWR = 0.70 – 1.00 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ WWR = 0.82, ช่วง WWR = 0.46 – 0.69 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ WWR = 0.59, ช่วง WWR = 0.30 – 0.45 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ WWR = 0.37 และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมากำหนดลักษณะขนาดช่องแสงได้ดังนี้



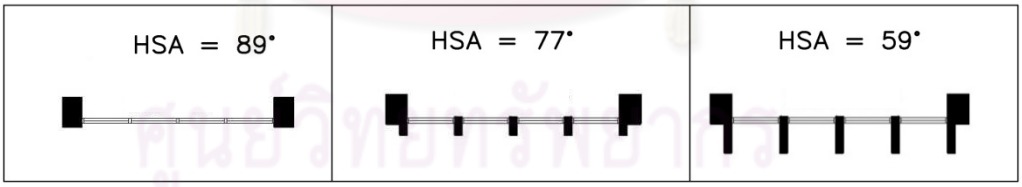
ภาพที่ 4.109 ภาพรูปด้านแสดงขนาดพื้นที่ช่องแสงทั้ง 3 กลุ่ม

2) กลุ่มข้อมูลตามค่ามุมแผงบังแดดทางนอน Vertical Shading Angle: VSA ช่วง VSA = 29°-59° มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ VSA = 41.5°, ช่วง VSA = 60°-89° มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ VSA = 70.5° และช่วง VSA = 90° และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมากำหนดลักษณะการออกแบบแผงบังแดดทางนอนได้ดังนี้



ภาพที่ 4.110 ภาพรูปตัดแสดงแผงบังแดดทางนอนทั้ง 3 กลุ่ม

3) กลุ่มข้อมูลตามค่ามุมแผงบังแดดทางตั้ง Horizontal Shading Angle: HSA ช่วง HSA = 90°-86° มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ HSA = 89°, ช่วง HSA = 85°-71° มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ HSA = 77° และช่วง HSA = 70-50° มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ HSA = 59° และนำข้อมูลดังกล่าวมากำหนดลักษณะการออกแบบแผงบังแดดทางตั้งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.111 ภาพแปลนแสดงแผงบังแดดทางตั้งทั้ง 3 กลุ่ม

เมื่อนำลักษณะที่กำหนดได้มาสร้างรูปแบบช่องแสงและแผงบังแดดขึ้นใหม่เพื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างด้วยห้องจำลองเสมือนจริง เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างธรรมชาติด้วยโปรกแกรม (DIALux 4.7) โดยสามารถสร้างรูปแบบได้ทั้งหมด 27 รูปแบบดังตาราง

ตารางที่ 4.4 ลักษณะของช่องแสงและแผงบังแดดที่กำหนดในแต่ละรูปแบบ

ลำดับ	ขนาดช่องแสง	แผงบังแดดทางนอน	HAS
รูปแบบที่ 1	WWR = 0.82	VSA= 41.5°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 2	WWR = 0.82	VSA= 41.5°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 3	WWR = 0.82	VSA= 41.5°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 4	WWR = 0.82	VSA= 70.5°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 5	WWR = 0.82	VSA= 70.5°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 6	WWR = 0.82	VSA= 70.5°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 7	WWR = 0.82	VSA= 90°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 8	WWR = 0.82	VSA= 90°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 9	WWR = 0.82	VSA= 90°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 10	WWR = 0.59	VSA= 41.5°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 11	WWR = 0.59	VSA= 41.5°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 12	WWR = 0.59	VSA= 41.5°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 13	WWR = 0.59	VSA= 70.5°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 14	WWR = 0.59	VSA= 70.5°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 15	WWR = 0.59	VSA= 70.5°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 16	WWR = 0.59	VSA= 90°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 17	WWR = 0.59	VSA= 90°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 18	WWR = 0.59	VSA= 90°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 19	WWR = 0.37	VSA= 41.5°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 20	WWR = 0.37	VSA= 41.5°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 21	WWR = 0.37	VSA= 41.5°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 22	WWR = 0.37	VSA= 70.5°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 23	WWR = 0.37	VSA= 70.5°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 24	WWR = 0.37	VSA= 70.5°	HSA= 59°
รูปแบบที่ 25	WWR = 0.37	VSA= 90°	HSA= 89°
รูปแบบที่ 26	WWR = 0.37	VSA= 90°	HSA= 77°
รูปแบบที่ 27	WWR = 0.37	VSA= 90°	HSA= 59°

4.4 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ

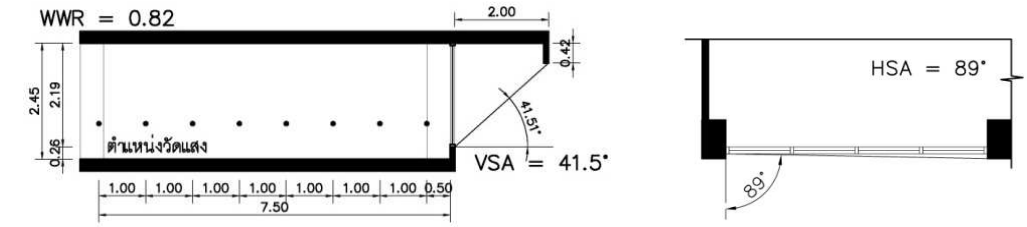
จากการพิจารณาพื้นที่ที่สามารถใช้แสงสว่างธรรมชาติสำหรับการใช้ห้องสมุดนั้นพบว่า ด้วยปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่ไม่คงที่แปรเปลี่ยนตามวันเวลาซึ่งไม่เหมาะสมด้านปริมาณแสงต่อการใช้งานพื้นที่อ่านหนังสือ จึงจำเป็นต้องมีการใช้แสงประดิษฐ์ควบคู่ด้วยเสมอ แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่เก็บสำรวจกรณีศึกษายังคงเห็นชัดถึงความต้องการใช้พื้นที่บริเวณมีการให้แสงสว่างธรรมชาติในการสร้างสภาพแวดล้อมภายในที่ดีให้กับพื้นที่ที่ผู้ใช้ใช้งานเป็นระยะเวลานานต่อเนื่องกัน

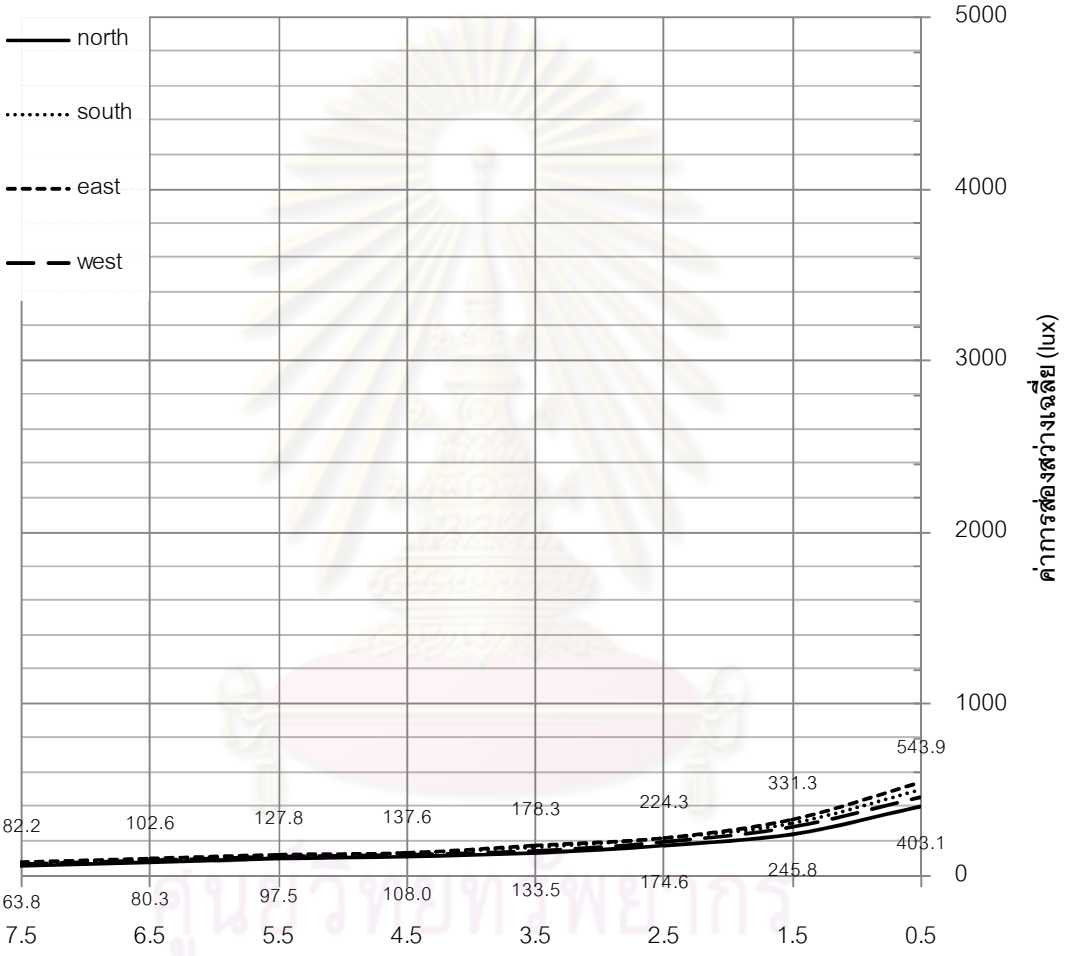
ดังนั้นผลการศึกษางานวิจัยชิ้นนี้จึงไม่ได้เป็นการประเมินด้านปริมาณของแสงธรรมชาติที่ได้แต่เป็นการแจกแจงลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของช่องแสงแต่ละรูปแบบเพื่อให้สถาปนิกสามารถนำไปพิจารณาเลือกใช้ในการออกแบบให้ตรงกับการจัดวางการใช้สอยพื้นที่ภายใน

ผลการศึกษางานวิจัยชิ้นนี้ ได้จากการคำนวณค่าการส่องสว่างของจุดวัดแสง ด้วยโปรแกรม DIALux 4.7 ดังรายละเอียดในบทที่ 3 และนำชุดข้อมูลที่คำนวณได้นำหาค่าเฉลี่ยการส่องสว่างของทั้ง 5 เวลาและ 4 วัน แล้วจึงนำมาเขียนกราฟเป็นลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละรูปแบบ โดยเปรียบเทียบข้อมูลจากทิศทางการวางช่องแสง 4 ทิศหลักคือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก เพื่อใช้ในการแสดงลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของช่องแสงทั้ง 27 รูปแบบ ได้ผลการศึกษาดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

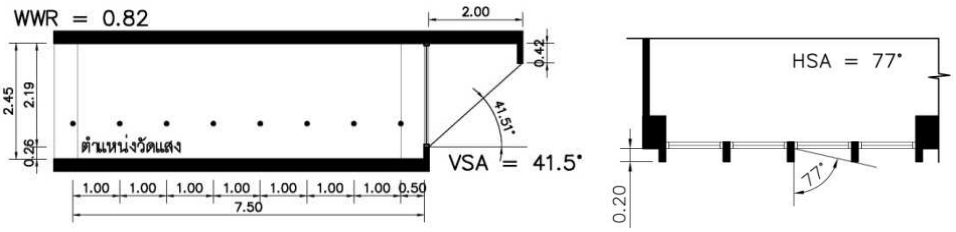
แผนภูมิที่ 4. 1 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 1

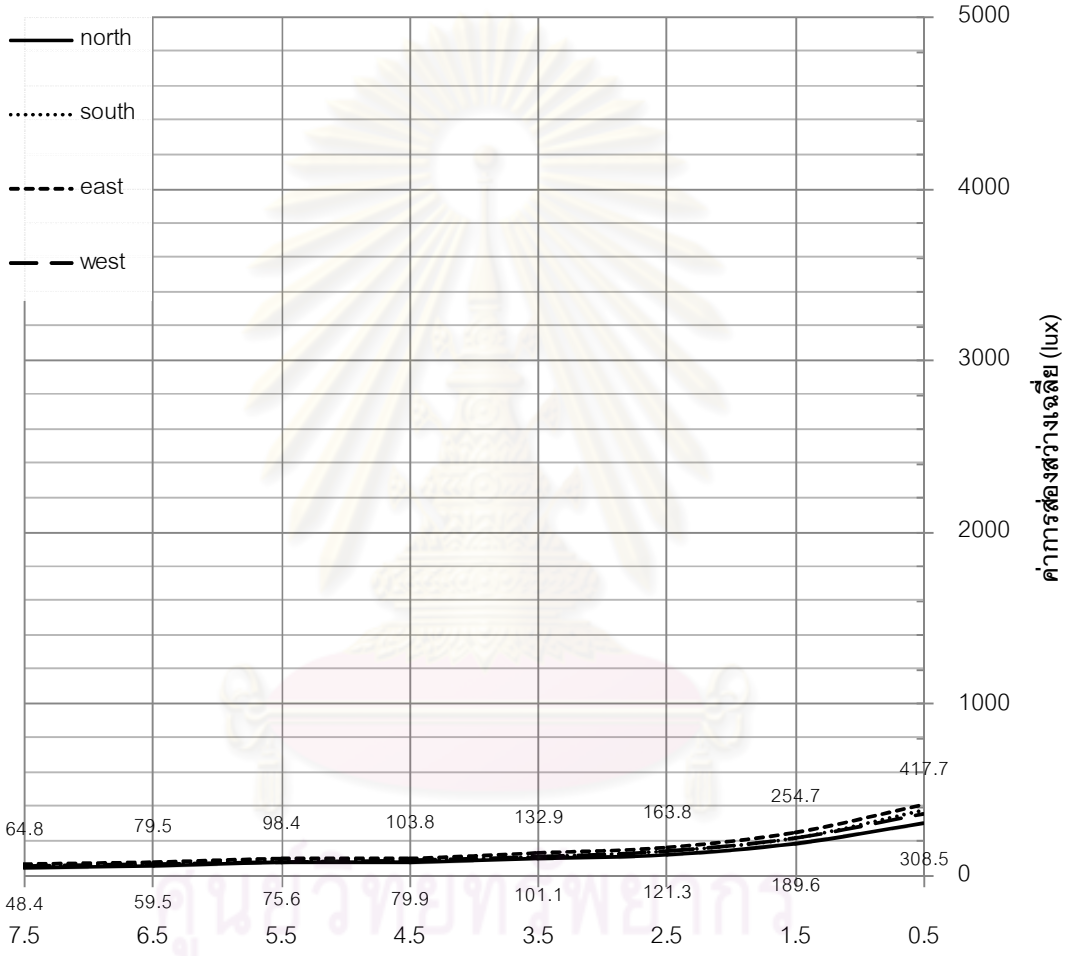




ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลคือ ในระยะใกล้หน้าต่าง (0.5 เมตร) ให้ค่าการส่องสว่างไม่เกิน 550 lx สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ระยะกลางพื้นที่ (4 เมตร) ไม่ถึง180 lx หรือเกิน 2 เท่าและมากกว่า 5 เท่าที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 90 lx ผลเนื่องจากการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ยื่นมากถึง 2.00 เมตรหรือคิดเป็น 41.5° ทำให้แสงสว่างธรรมชาติส่องเข้าพื้นที่ภายในห้องจำลองได้ยากแม้พื้นที่ช่องแสงขนาดใหญ่ก็ตาม (WWR=0.82)

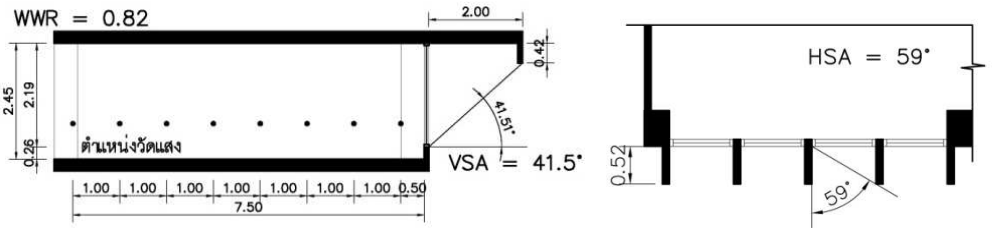
แผนภูมิที่ 4.2 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 2

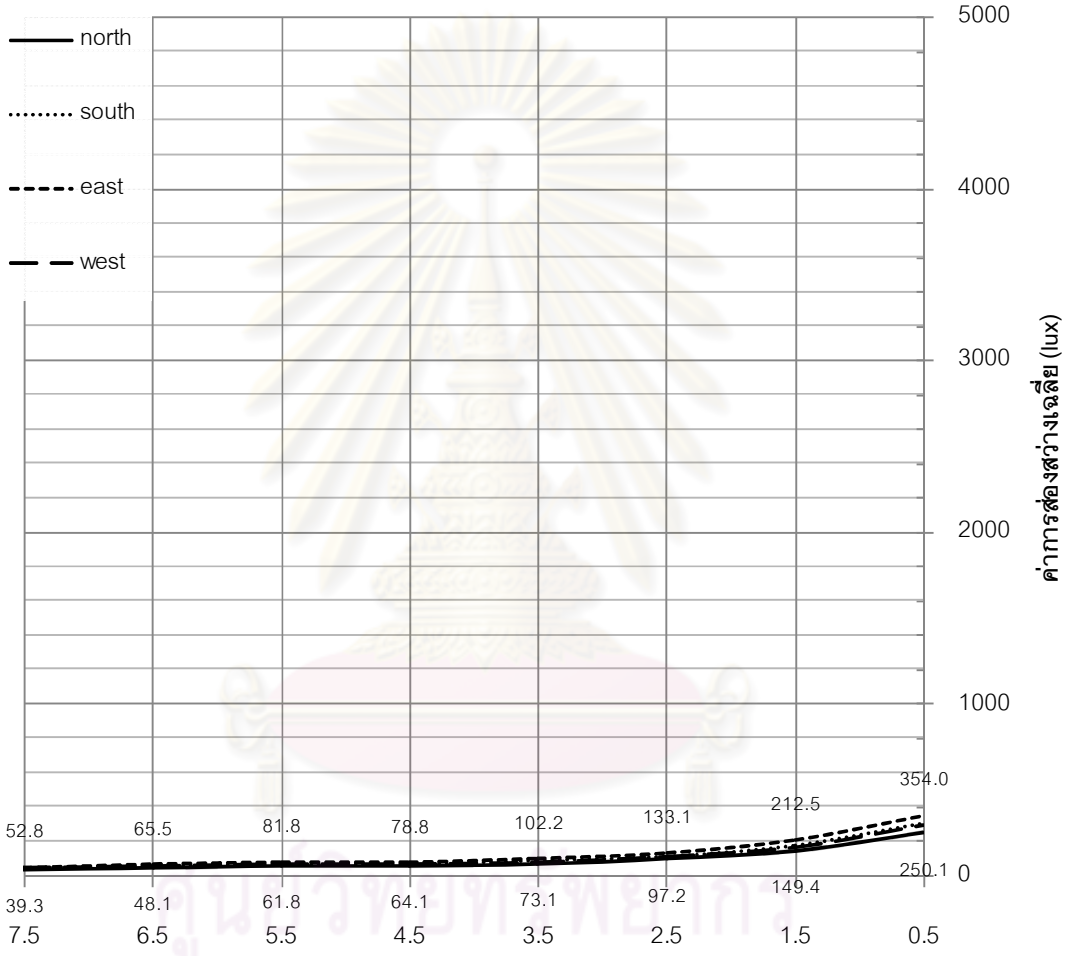




ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ในระยะใกล้หน้าต่าง (0.5 เมตร) ให้ค่าการส่องสว่างไม่เกิน 420 lx สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ระยะกลางพื้นที่ (4 เมตร) ไม่ถึง150 lx หรือเกือบ 3 เท่าและมากกว่า 6 เท่าที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 70 lx ผลเนื่องจากการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ยื่นมากและประกอบการมีแผงบังแดดทางตั้งที่ยื่น 0.20 เมตร (HSA=12.8°) ทำให้มีพื้นที่ที่ถูกบังแดด (shading) เพิ่มมากขึ้น

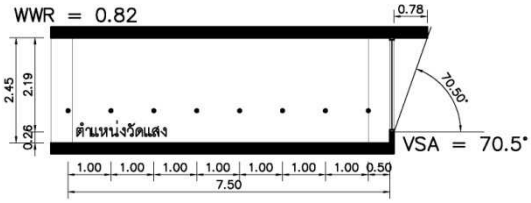
แผนภูมิที่ 4.3 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 3

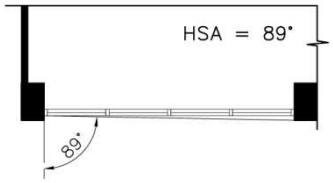


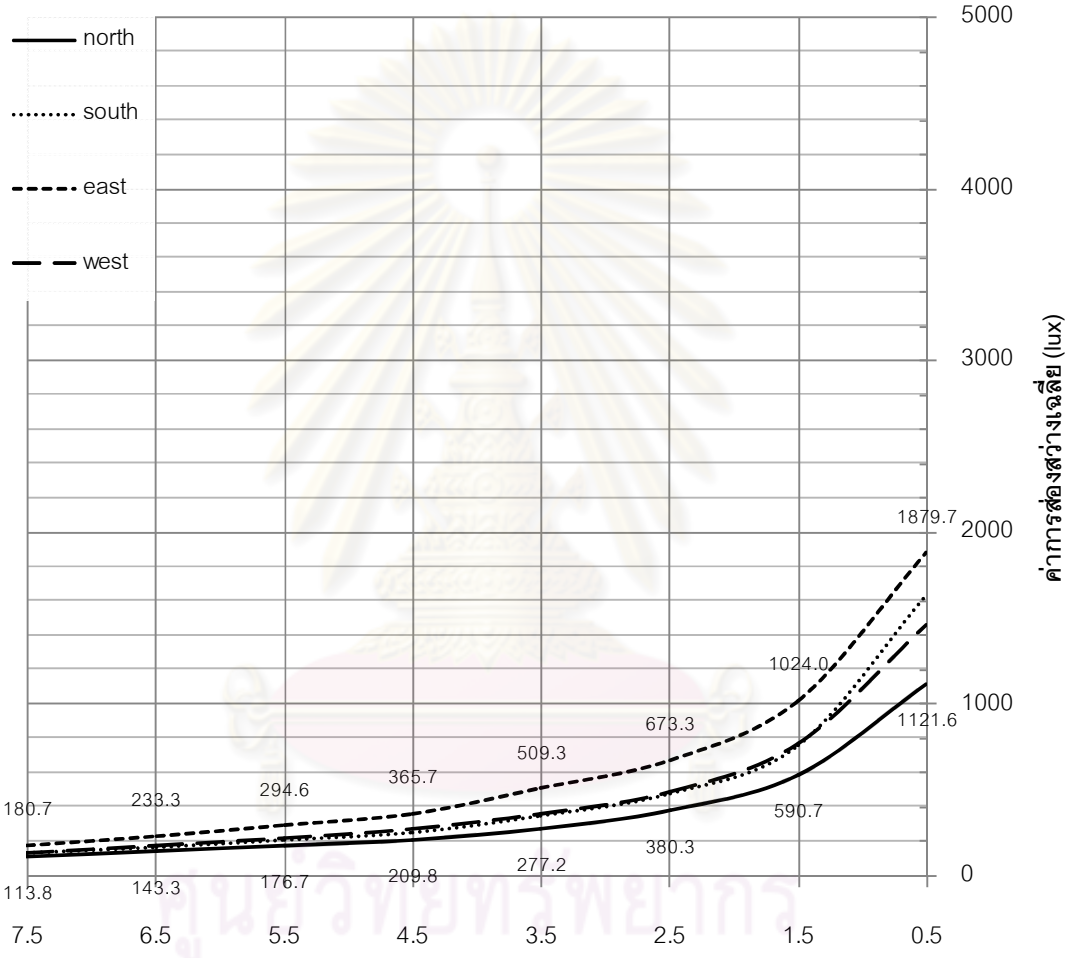


ระดับค่าการส่องสว่างของรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ให้ผลคล้ายกันคือ ผลของทิศทางการวางช่องแสงไม่ต่างกันมากนัก แต่ระยะยื่นของแผงบังแดดทางตั้งทำให้ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างลดลง โดยระยะใกล้หน้าต่าง (0.5 เมตร) ให้ค่าการส่องสว่างไม่เกิน 350 lx สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ระยะกลางพื้นที่ (4 เมตร) ไม่ถึง 90 lx หรือเกือบ 4 เท่าและเป็น 7 เท่าที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 50 lx ผลเนื่องจากการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ยื่นมากและประกอบการมีแผงบังแดดทางตั้งที่ยื่น 0.50 เมตร (HSA=30.6°) ยิ่งมีพื้นที่ที่ถูกบังแดดเพิ่มขึ้นนั้นเอง

แผนภูมิที่ 4.4 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 4





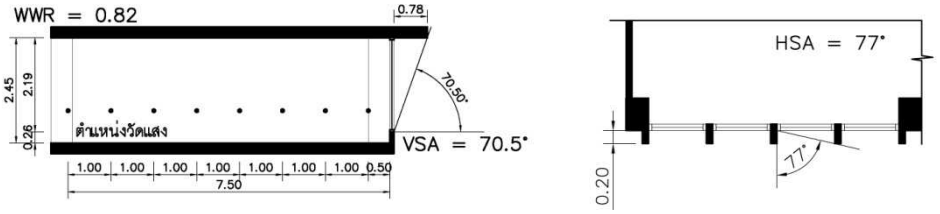


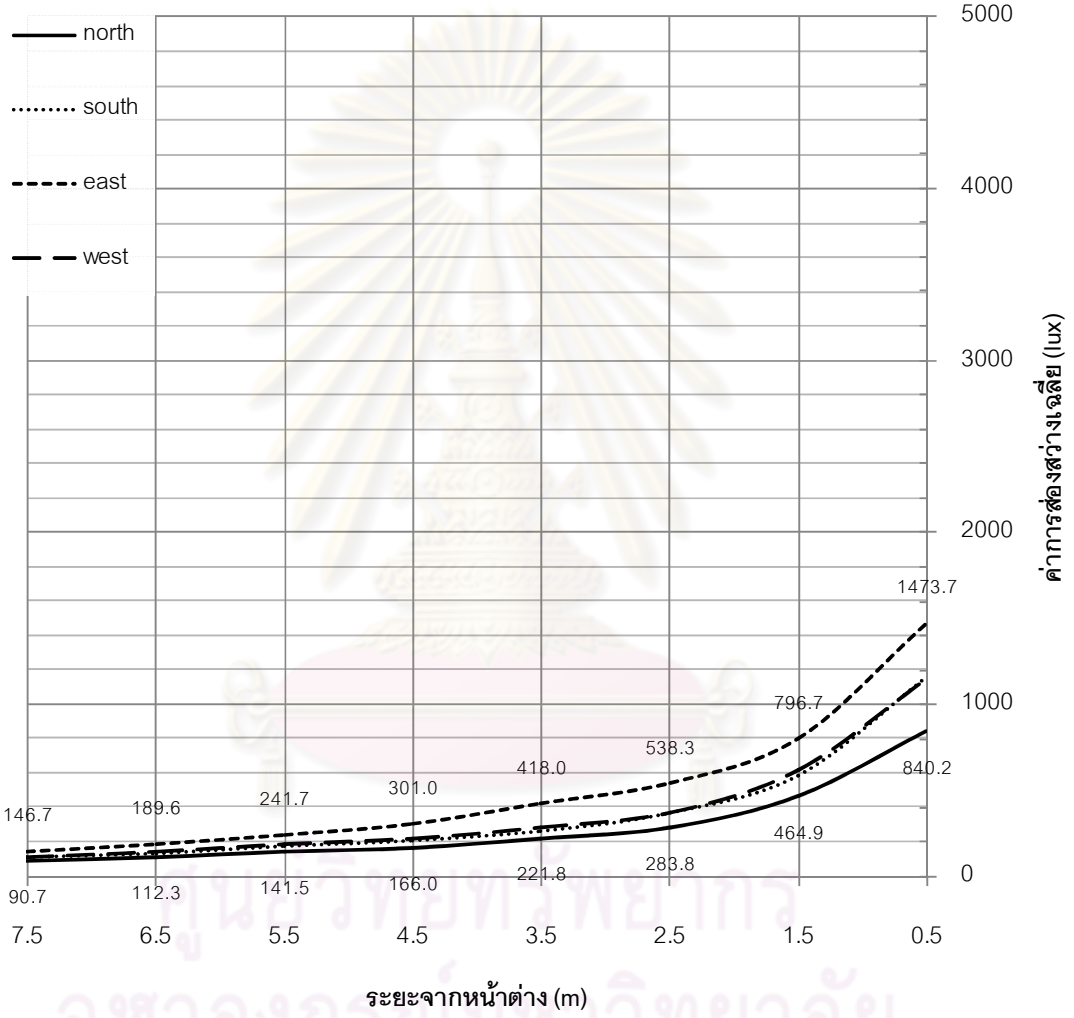
ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลโดยรวมคือ ที่ระยะใกล้หน้าต่าง (0.5 เมตร) ให้ค่าการส่องสว่าง (1100-1800 lx) สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (4 เมตร) ประมาณ 4 เท่า (240-430 lx) และเป็น 10 เท่าเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 180 lx ผลเนื่องจากการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ยื่นน้อยลงกว่าครึ่ง (0.8 เมตร) เมื่อเทียบกับรูปแบบที่ใช้แผงบังแดดทางนอนยื่นมาก จึงให้ค่าการส่องสว่างมากขึ้นเป็นสองเท่าเช่นกัน

ผลจากทิศทางของช่องแสงต่อรูปแบบช่องแสงนี้ให้ค่าการส่องสว่างด้านทิศตะวันออกสูงที่สุด และน้อยที่สุดด้านทิศเหนือ ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกลักษณะการให้แสงธรรมชาติใกล้เคียงกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.5 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 5

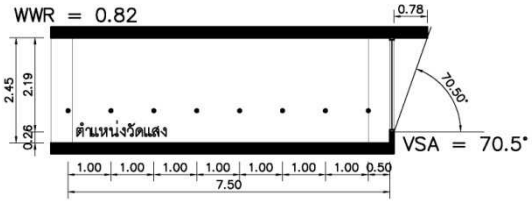


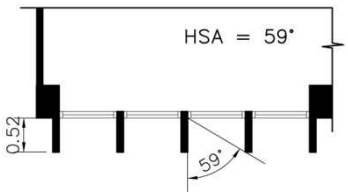


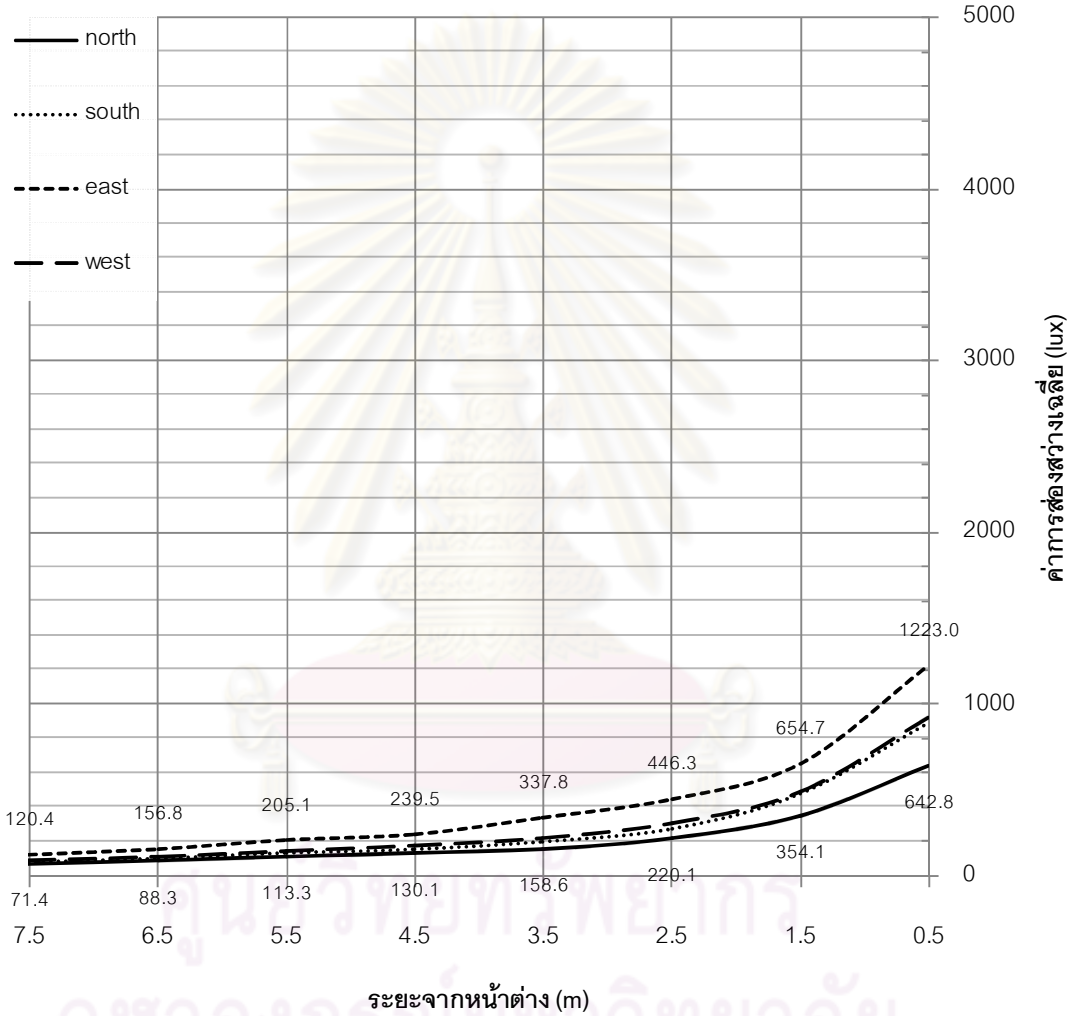
ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลโดยรวมคือ ที่ระยะใกล้หน้าต่าง (0.5 เมตร) ให้ค่าการส่องสว่าง (850-1500 lx) สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (4 เมตร) เกือบ 5 เท่า (190-360 lx) และเป็น 10 เท่าเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 150 lx ผลเนื่องจากการเพิ่มแผงบังแดดทางตั้งทำให้ค่าการส่องสว่างของทุกช่วงลดลง เมื่อเทียบกับรูปแบบที่ไม่มีแผงบังแดดทางตั้ง และช่วงกลางของพื้นที่เมื่อเทียบกับระยะที่ใกล้หน้าต่างทำให้เกิดความต่างมากขึ้นด้วย

ผลจากทิศทางของช่องแสงต่อรูปแบบช่องแสงนี้ให้ค่าการส่องสว่างด้านทิศตะวันออกสูงที่สุด และน้อยที่สุดด้านทิศเหนือ ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกลักษณะการให้แสงธรรมชาติใกล้เคียงกัน

แผนภูมิที่ 4.6 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 6



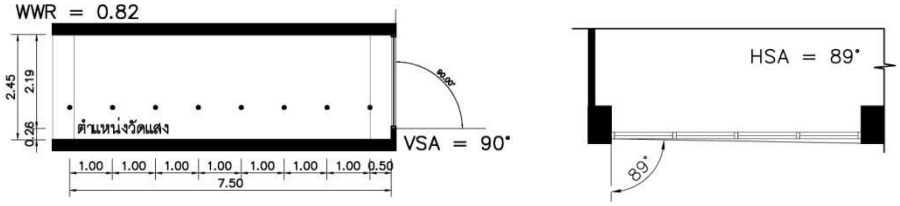


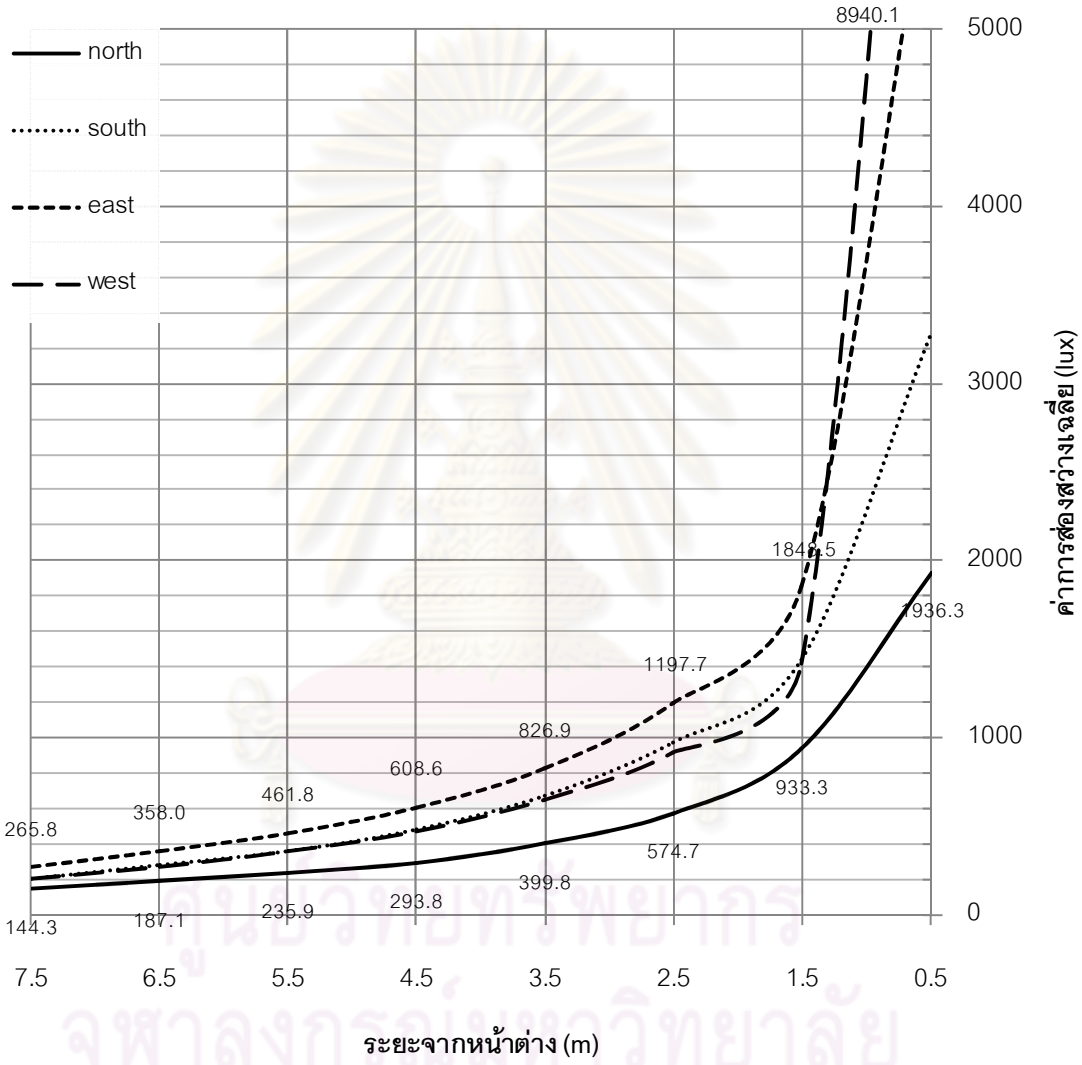


ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลโดยรวมคือ ที่ระยะใกล้หน้าต่าง (0.5 เมตร) ให้ค่าการส่องสว่าง (640-1200 lx) สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (4 เมตร) เป็น 4 เท่า (145-290 lx) และเกือบ 10 เท่าเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 120 lx ผลเนื่องจากการเพิ่มระยะยื่นแผงบังแดดทางตั้งทำให้ค่าการส่องสว่างของทุกช่วงลดลง แต่ความเปรียบต่างกับเท่าเดิมเมื่อเทียบกับรูปแบบที่ไม่มีแผงบังแดดทางตั้ง

ผลจากทิศทางของช่องแสงต่อรูปแบบช่องแสงนี้ให้ค่าการส่องสว่างด้านทิศตะวันออกสูงที่สุด และน้อยที่สุดด้านทิศเหนือ ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกลักษณะการให้แสงธรรมชาติใกล้เคียงกัน

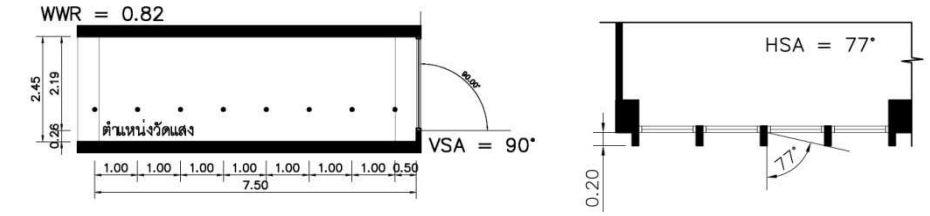
แผนภูมิที่ 4.7 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 7

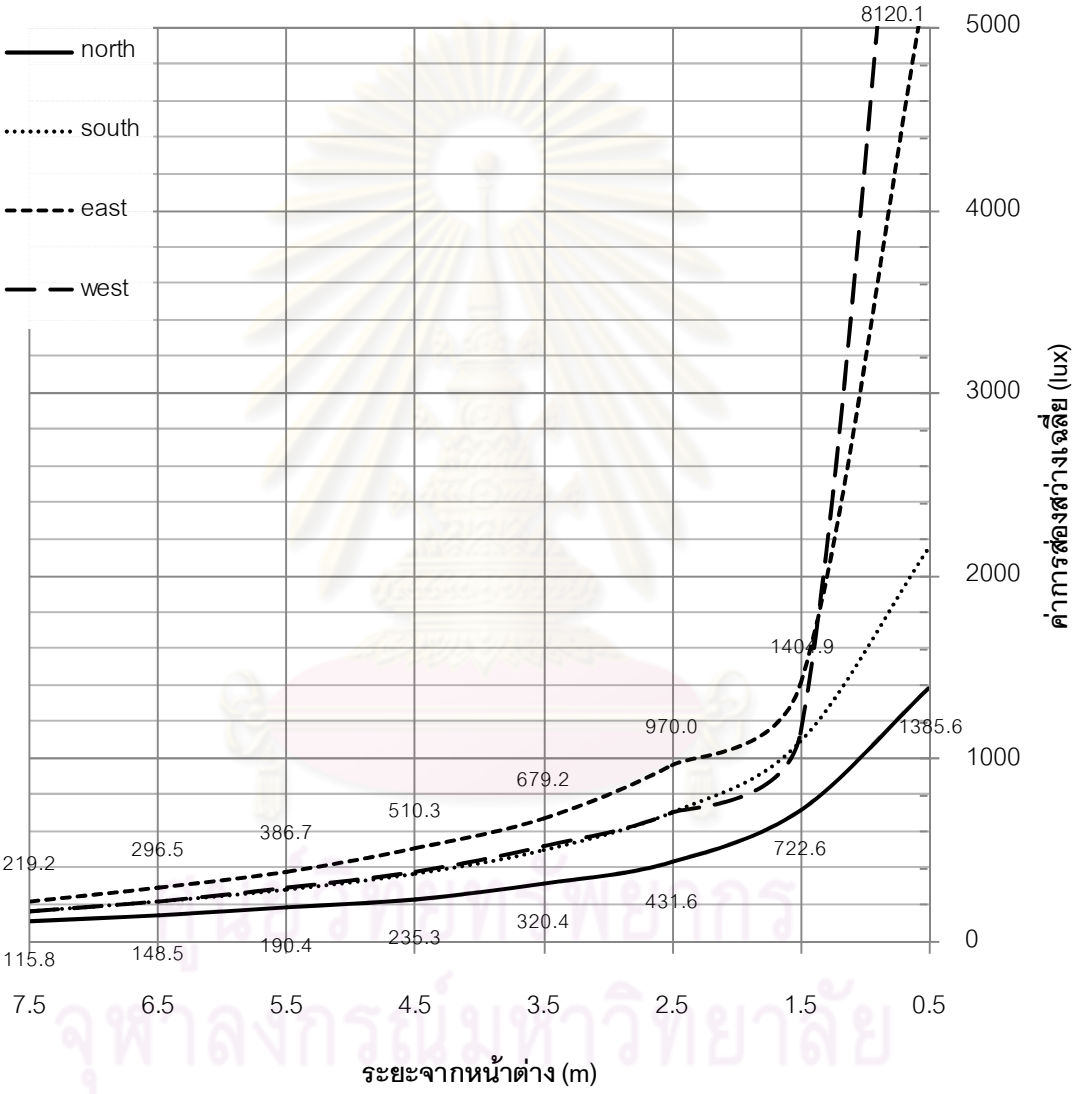




ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (1900-8900 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (350-700 lx) ถึง 18 เท่าสำหรับทิศตะวันตก 8 เท่าสำหรับทิศตะวันออก 6 เท่าสำหรับทิศเหนือใต้ และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (140-260 เมตร) สูงกว่าเป็น 40 เท่าในด้านทิศตะวันตก ส่วนทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็น 22, 16 และ 13 เท่าตามลำดับ ผลเนื่องจากการไม่มีแผงบังแดดทางนอนในการบังแดดที่ส่องโดยตรง(direct sun) ทิศตะวันตกเห็นผลชัดเจนที่สุด แม้เป็นทิศเหนือก็ยังส่งผลที่เห็นได้จากค่าความต่างที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบที่มีการใช้แผงบังแดดทางนอนควบคู่ด้วย

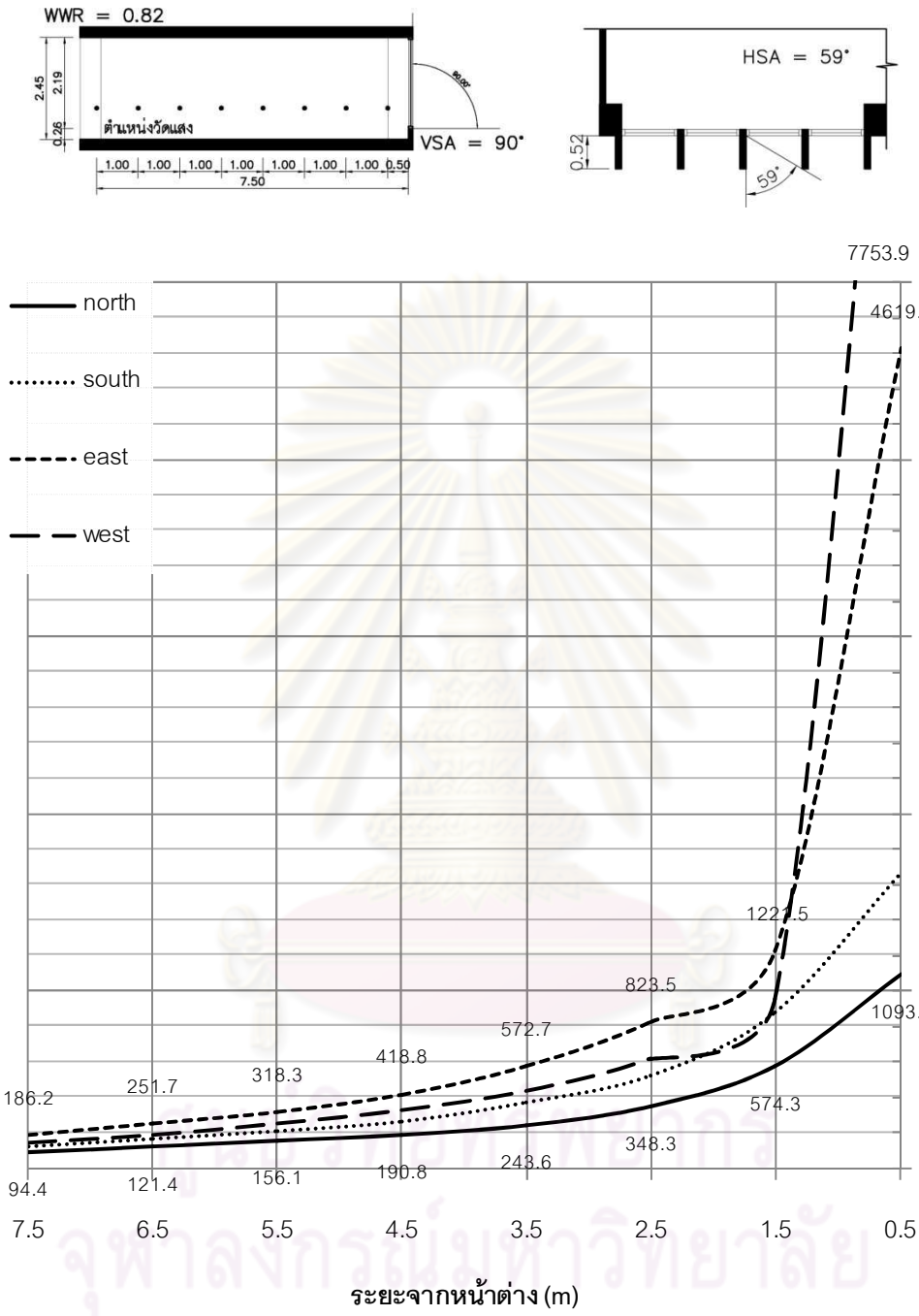
แผนภูมิที่ 4.8 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 8





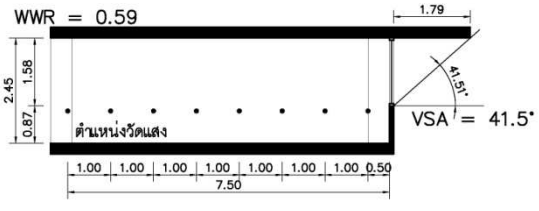
ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (1400-8100 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (280-600 lx) ถึง 18 เท่าสำหรับทิศตะวันตก 5 เท่าสำหรับทิศตะวันออก 3 เท่าสำหรับทิศเหนือใต้ และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (120-220 เมตร) สูงกว่าเป็น 47 เท่าในด้านทิศตะวันตก ส่วนทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็น 24, 13 และ 11 เท่าตามลำดับ ผลจากการเพิ่มแผงบังแดดทางตั้ง ค่าการส่องสว่างลดลงไม่มากแต่สามารถลดความต่างสำหรับช่วงกลาง แต่กลับเพิ่มความต่างสำหรับระยะไกลหน้าต่าง

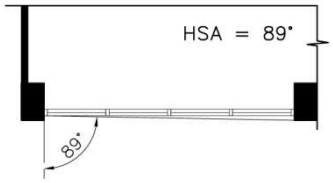
แผนภูมิที่ 4.9 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 9

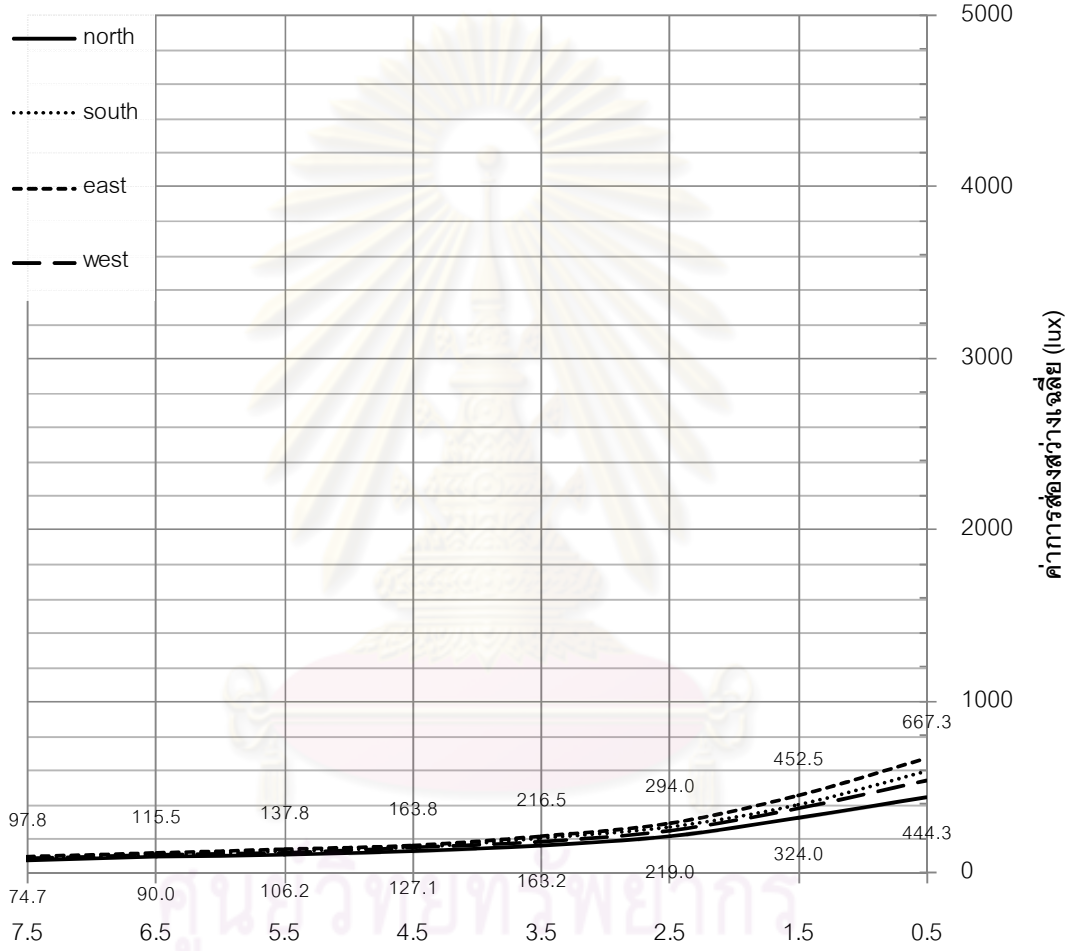


ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (1000-7700 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (200-500 lx) ถึง 20 เท่าสำหรับทิศตะวันตก 9 เท่าสำหรับทิศตะวันออก 5 เท่าสำหรับทิศเหนือใต้ และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (100-190 เมตร) สูงกว่าเป็น 50 เท่าในด้านทิศตะวันตก ส่วนทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็น 24, 13 และ 11 เท่าตามลำดับ ผลจากการเพิ่มระยะยื่นแผงบังแดดทางตั้ง ทำให้ความต่างเพิ่มมากขึ้นที่ช่วงกลาง

แผนภูมิที่ 4.10 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 10

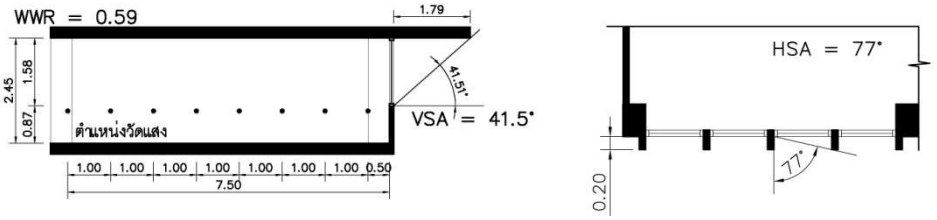


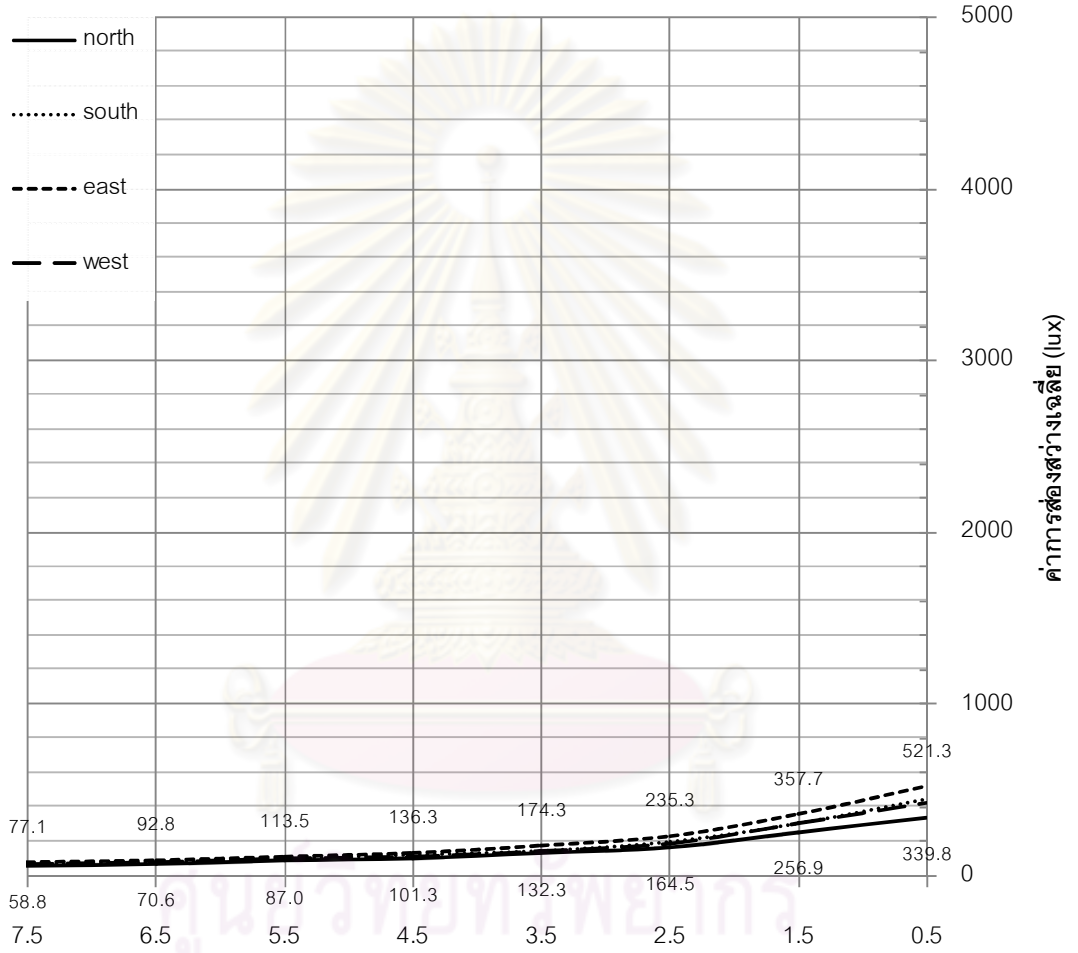




ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ในระยะใกล้หน้าต่างค่าการส่องสว่าง (440- 670 lx) สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ระยะกลางพื้นที่ (145-190 lx) ประมาณ 3 เท่าและมากกว่า 6-7 เท่าที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 100 lx ผลเนื่องจากการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ยื่นมากและพื้นที่ช่องแสงปานกลาง (WWR=0.59) ทำให้มีพื้นที่ที่ถูกบังแดด (shading) เพิ่มมากขึ้น

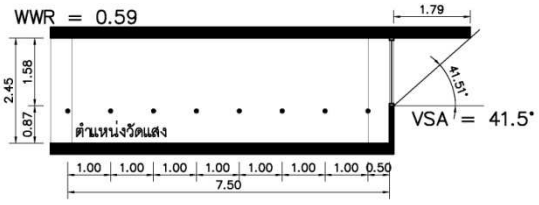
แผนภูมิที่ 4.11 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 11

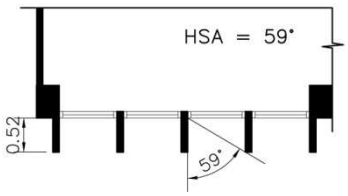


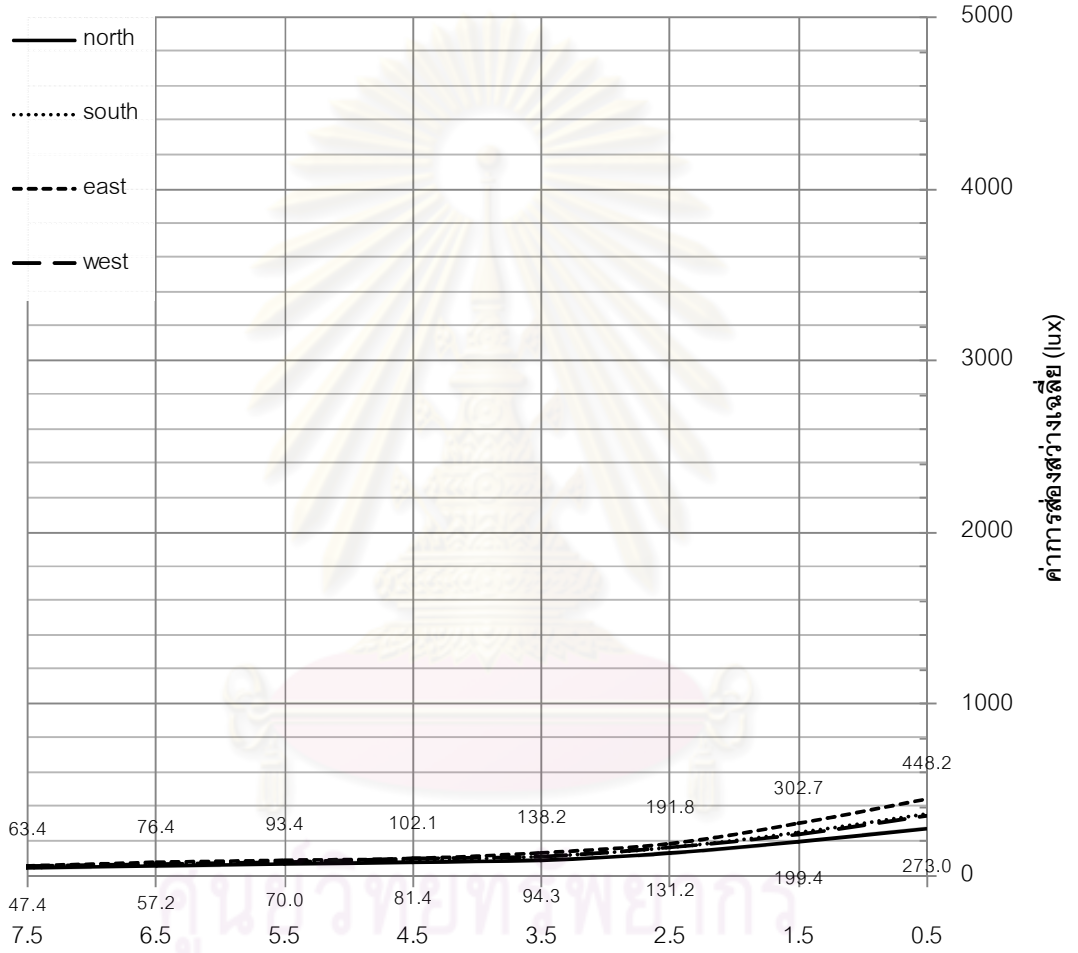


ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ในระยะใกล้หน้าต่างค่าการส่องสว่าง (340- 520 lx) สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ระยะกลางพื้นที่ (120-150 lx) ประมาณ 3 เท่าและมากกว่า 6-7 เท่าที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 80 lx ผลเนื่องจากการเพิ่มแผงบังแดดทางตั้ง และใช้แผงบังแดดทางนอนที่ยื่นมากและพื้นที่ช่องแสงปานกลาง (WWR=0.59) ทำให้มีพื้นที่ที่ถูกบังแดด (shading) เพิ่มมากขึ้น

แผนภูมิที่ 4.12 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 12

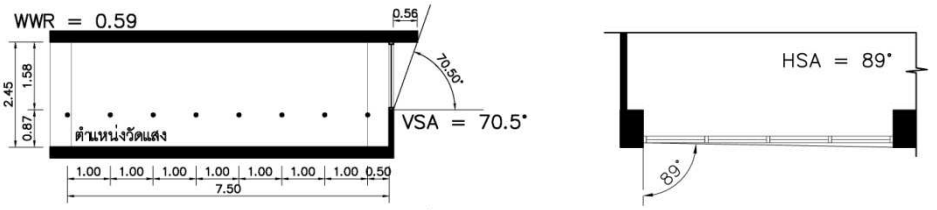


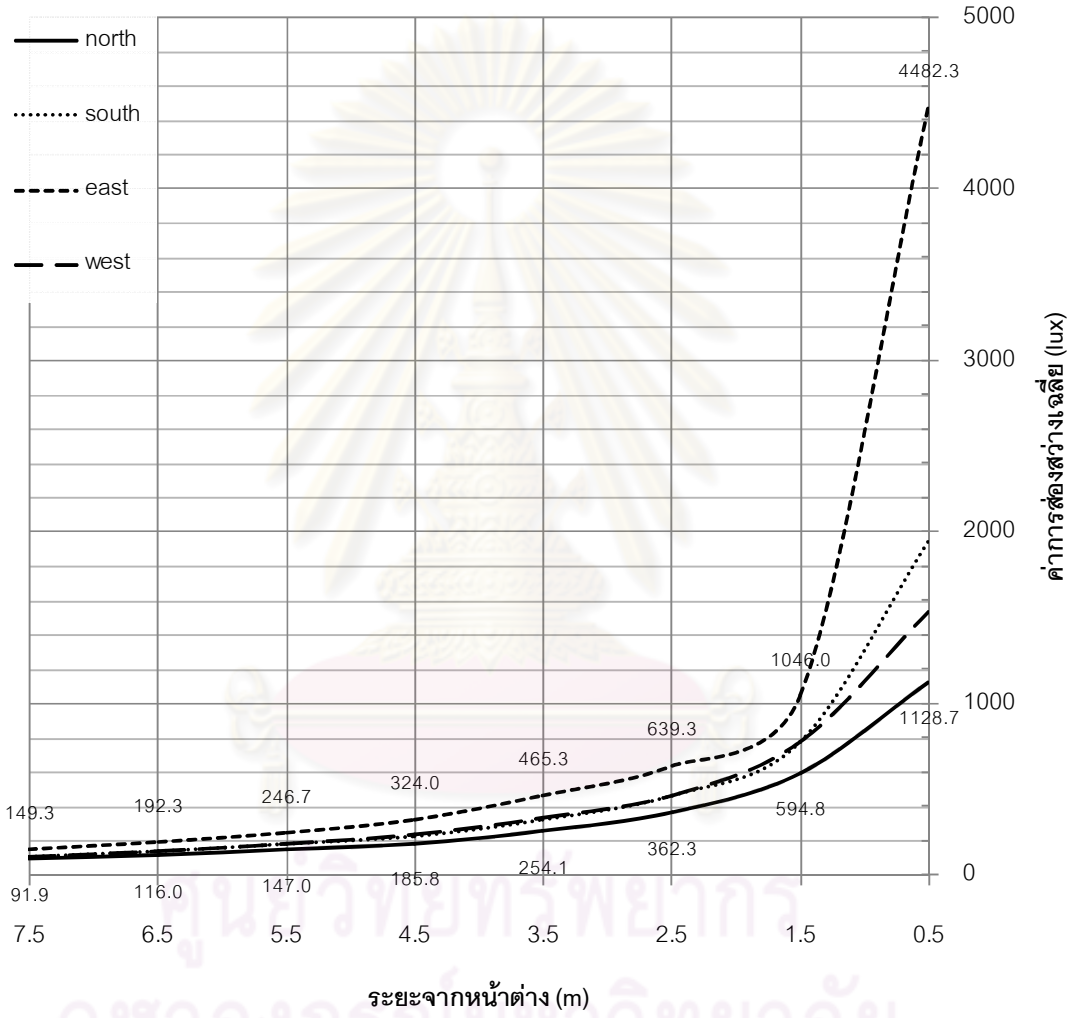




ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลใกล้เคียงกันมาก คือ ในระยะใกล้หน้าต่างค่าการส่องสว่าง (270- 450 lx) สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ระยะกลางพื้นที่ (90-120 lx) ประมาณ 3-4 เท่าและมากกว่า 6-7 เท่าที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 70 lx ผลเนื่องจากการเพิ่มแผงบังแดดทางตั้ง และใช้แผงบังแดดทางนอนที่ยื่นมากและพื้นที่ช่องแสงปานกลาง (WWR=0.59) ทำให้มีพื้นที่ที่ถูกบังแดด (shading) เพิ่มมากขึ้น

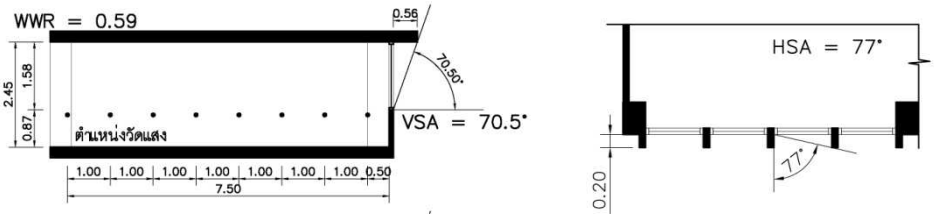
แผนภูมิที่ 4.13 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 13

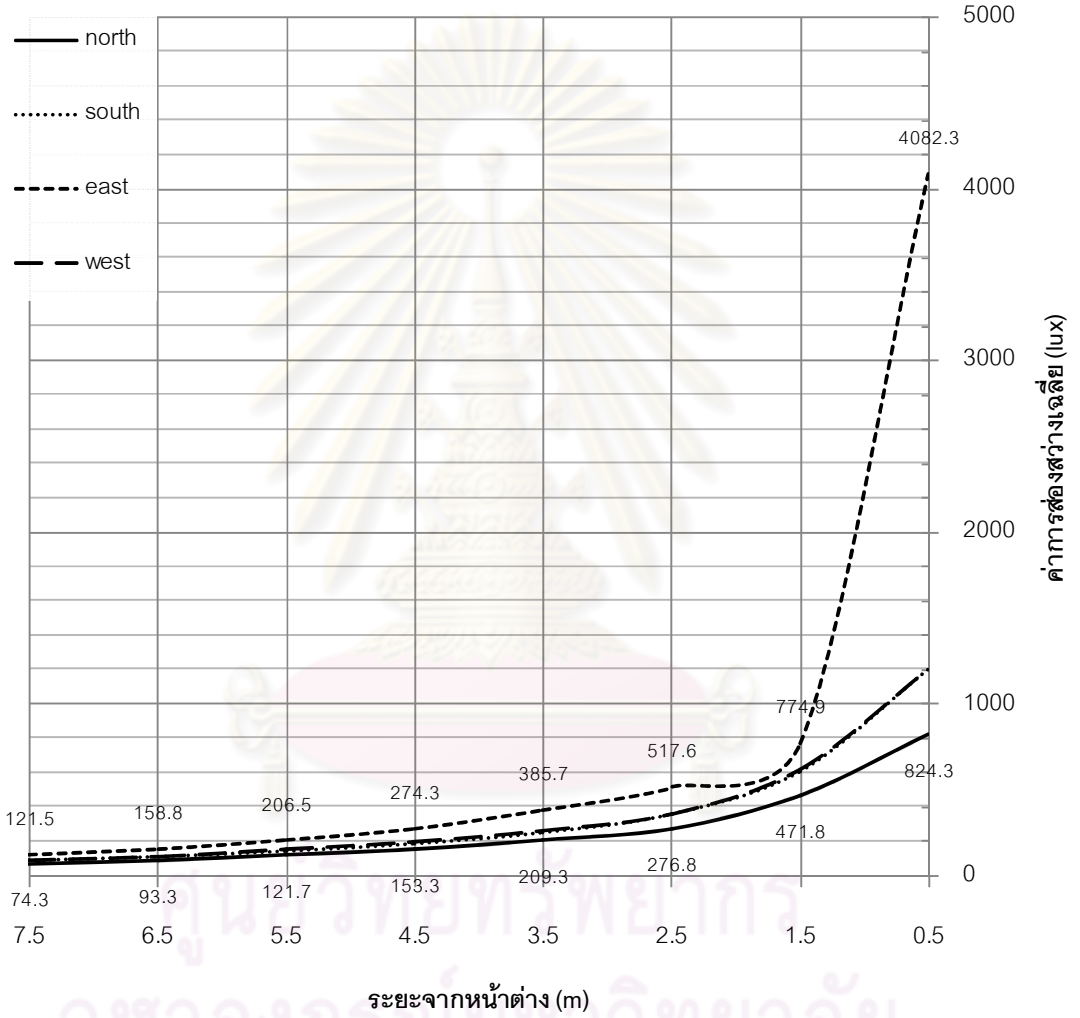




ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ ให้ผลโดยรวมคือ ที่ระยะใกล้หน้าต่าง (0.5 เมตร) ให้ค่าการส่องสว่าง (1200-4500 lx) สูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (4 เมตร) เป็น 6-11 เท่า (220-400 lx) และเป็น 30 เท่าเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (7.5 เมตร) มีค่าการส่องสว่างที่น้อยที่สุดไม่ถึง 150 lx ผลจากทิศทางของช่องแสงต่อรูปแบบช่องแสงนี้ให้ค่าการส่องสว่างด้านทิศตะวันออกสูงที่สุด และน้อยที่สุดด้านทิศเหนือ ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกลักษณะการให้แสงธรรมชาติใกล้เคียงกัน

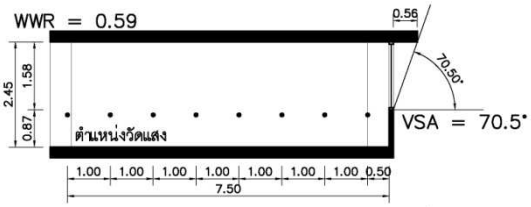
แผนภูมิที่ 4.14 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 14

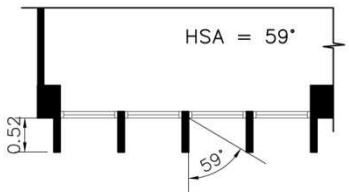


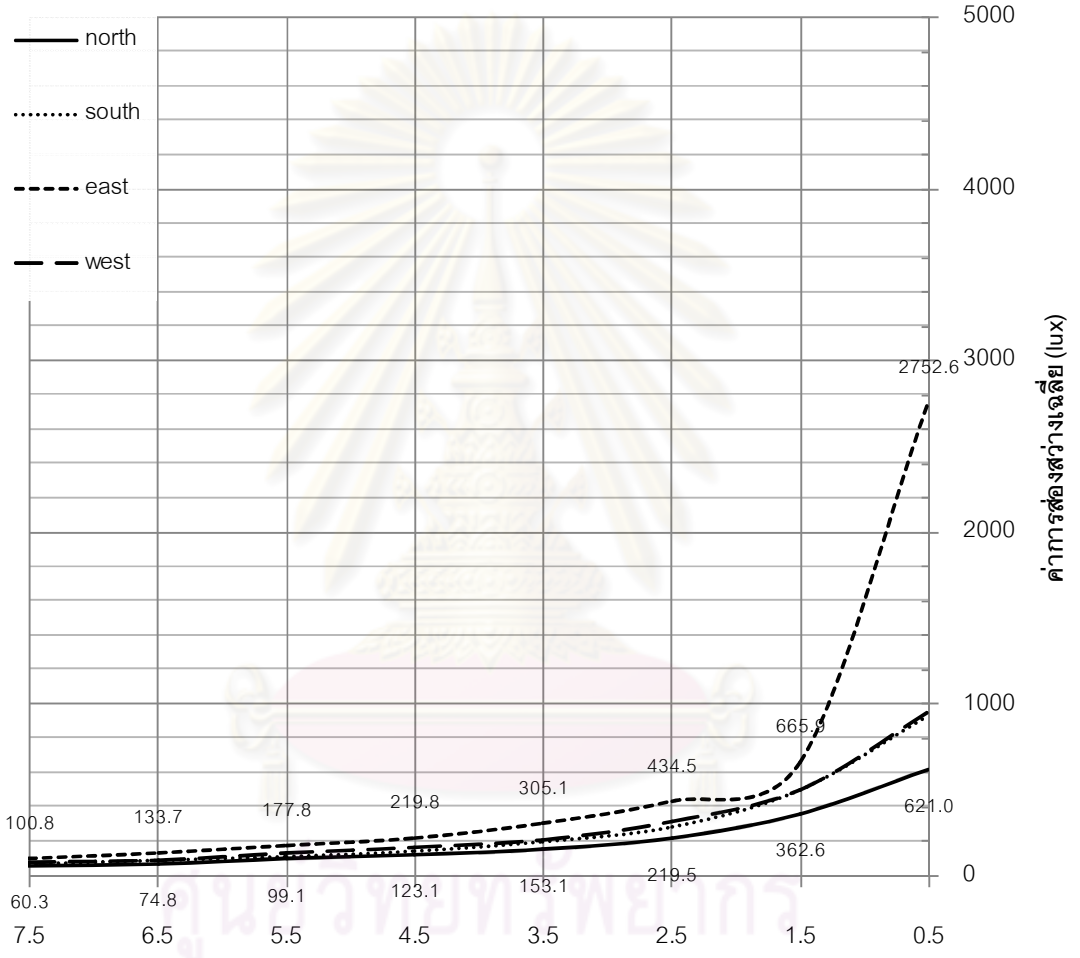


ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (820-4000 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (180-330 lx) ถึง 12 เท่าสำหรับทิศตะวันออกและประมาณ 5 เท่าสำหรับทิศเหนือใต้และตะวันตก และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (70-120 เมตร) สูงกว่าเป็น 33 เท่าในด้านทิศตะวันออก ส่วนทิศตะวันตก ทิศเหนือ และทิศใต้ เป็น 13, 14 และ 11 เท่าตามลำดับ ผลจากการเพิ่มแผงบังแดดทางตั้งทำให้ค่าแสงบริเวณใกล้หน้าต่างและช่วงกลางลดลงแต่กลับทำให้ค่าเปรียบต่างทั้ง 2 จุดเพิ่มขึ้น

แผนภูมิที่ 4.15 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 15

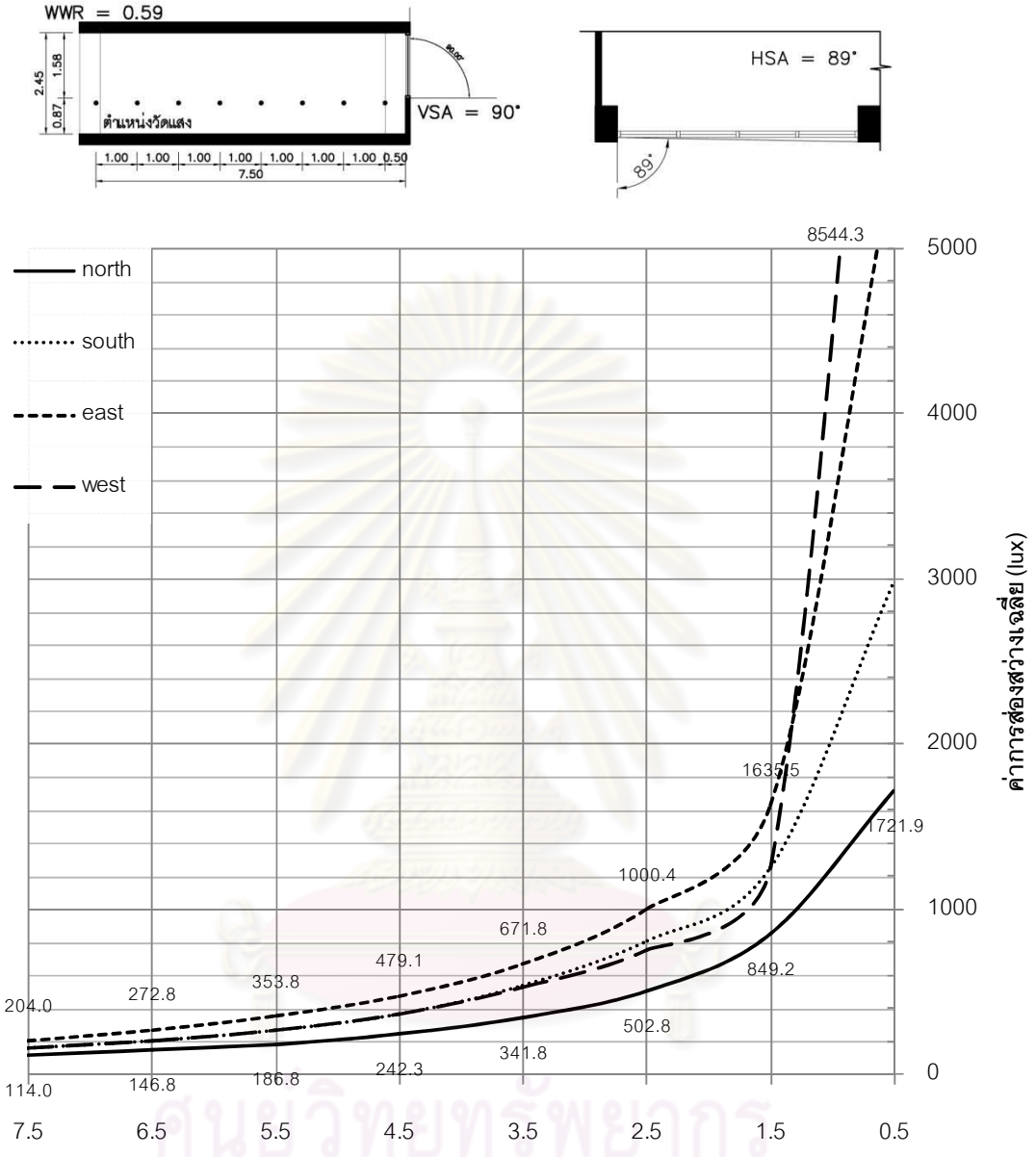






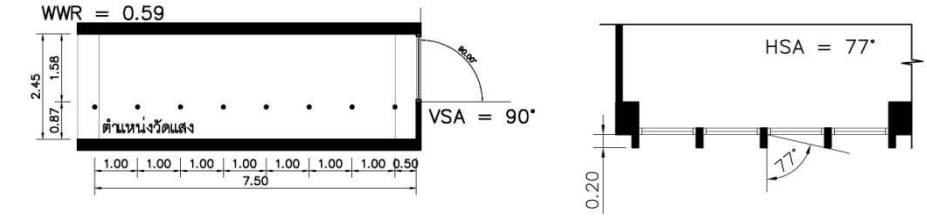
ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (620-2700 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (140-260 lx) ถึง 11 เท่าสำหรับทิศตะวันออก 5 เท่าสำหรับทิศตะวันตก ทิศเหนือและใต้ และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (60-100 เมตร) สูงกว่าเป็น 27 เท่าในด้านทิศตะวันออก ส่วนทิศตะวันตก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็น 12, 13 และ 11 เท่าตามลำดับ ผลจากการเพิ่มระยะยื่นแผงบังแดดทางตั้งส่งผลทำให้ค่าการส่องสว่างความเปรียบต่างของระยะใกล้และไกลหน้าต่างลดลง

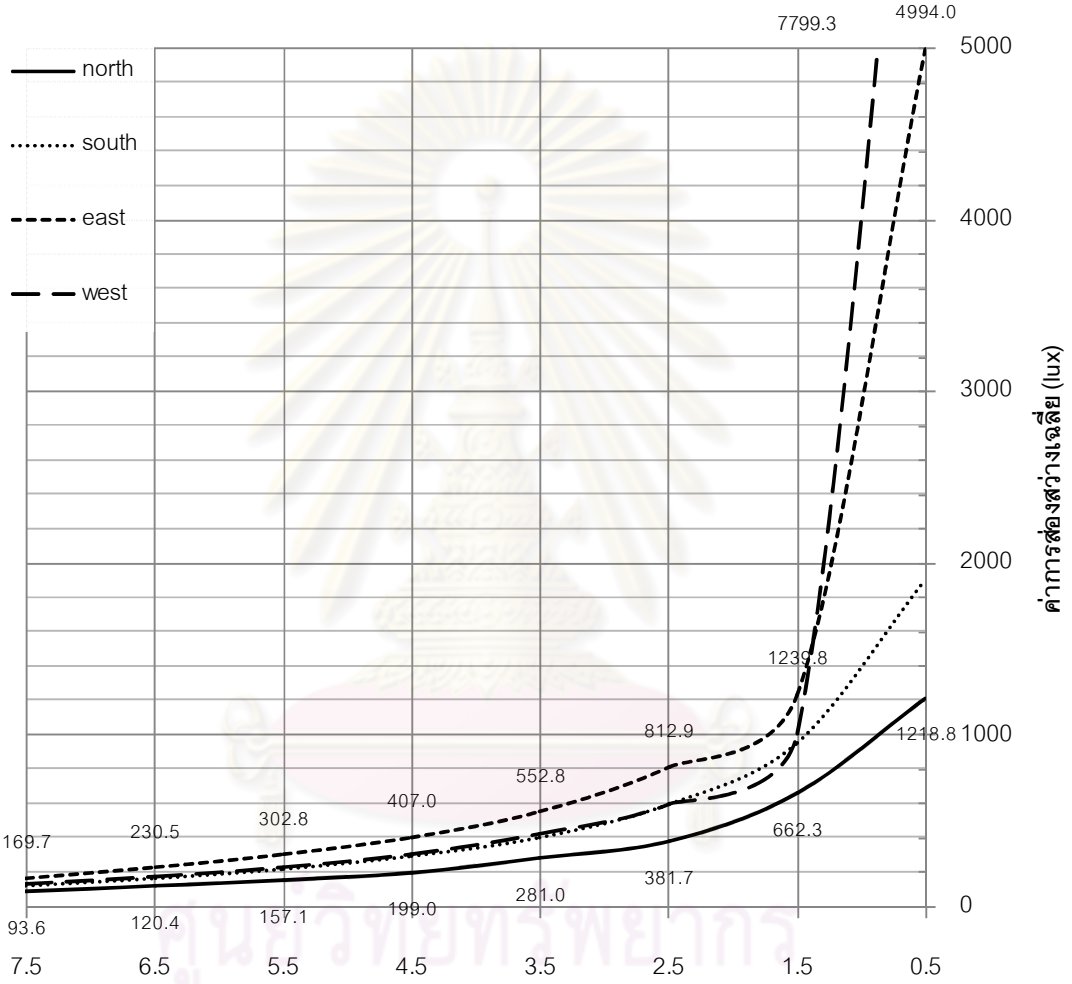
แผนภูมิที่ 4.16 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 16



ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (1700-8500 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (300-580 lx) ถึง 19 เท่าสำหรับทิศตะวันตก 10 เท่าสำหรับทิศตะวันออก 6 เท่าสำหรับทิศเหนือใต้ และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (110-200 เมตร) สูงกว่าเป็น 55 เท่าในด้านทิศตะวันตก ส่วนทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็น 27, 19 และ 15 เท่าตามลำดับ ผลเนื่องจากการไม่มีแผงบังแดดทางนอนในการบังแดดที่ส่องโดยตรง(direct sun) ทิศตะวันตกเห็นผลชัดเจนที่สุด แม้พื้นที่ช่องแสงจะน้อยกว่า (WWR=0.59) แต่ลักษณะการให้แสงไม่ต่างกับรูปแบบที่มีช่องแสงขนาดใหญ่ (WWR=0.82) ควรระวังการเลือกใช้เพราะค่าเปรียบต่างของพื้นที่ที่มองและวัตถุโดยรอบไม่ควรเกิน 20 เท่า ทำให้เกิดปัญหาแสงบาดตาได้

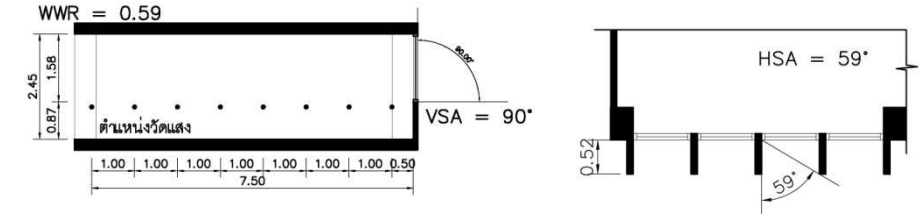
แผนภูมิที่ 4.17 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 17

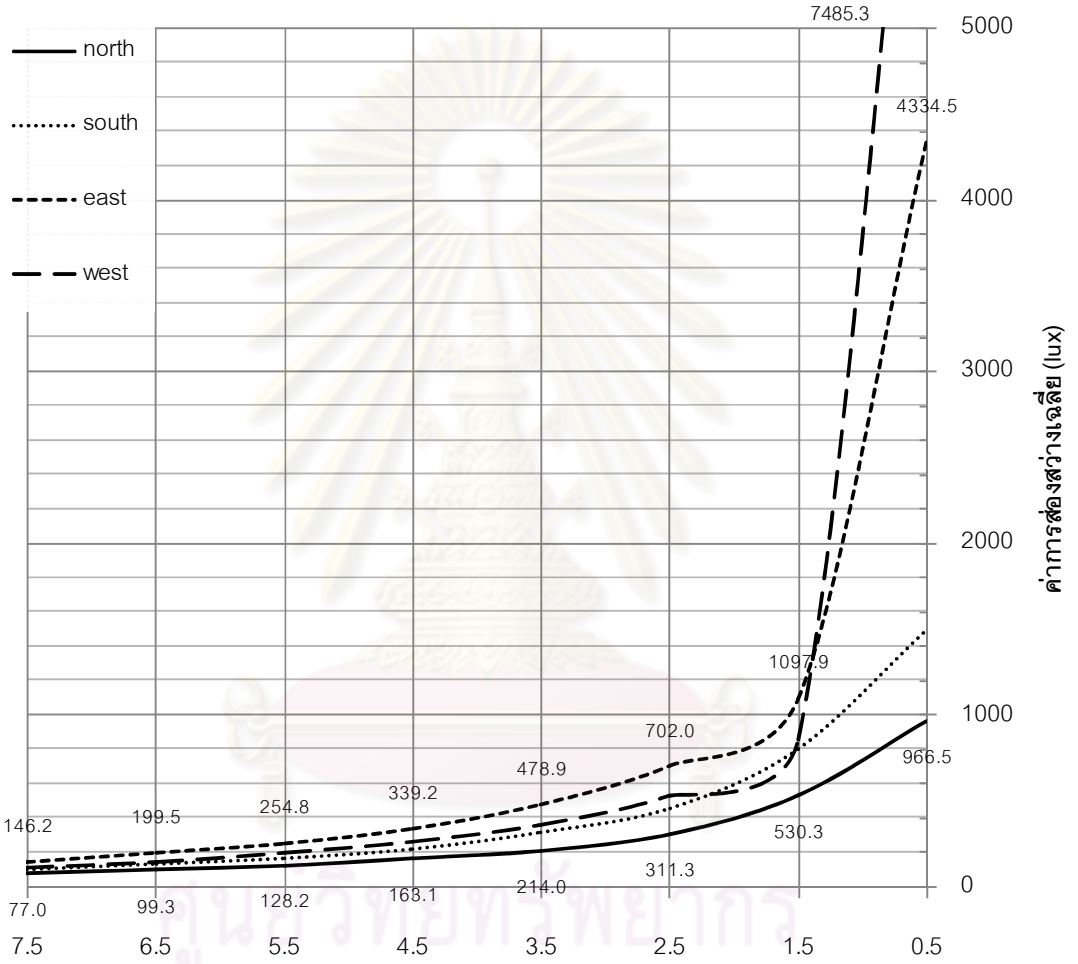




ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (1200-7800 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (240-480 lx) ถึง 21 เท่าสำหรับทิศตะวันตก 10 เท่าสำหรับทิศตะวันออก 5 เท่าสำหรับทิศเหนือใต้ และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (100-170 เมตร) สูงกว่าเป็น 59 เท่าในด้านทิศตะวันตก ส่วนทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็น 29, 15 และ 13 เท่าตามลำดับ ผลจากการเพิ่มแผงบังแดดทางตั้ง ค่าการส่องสว่างลดลงชัดเจนที่ระยะช่วงกลางและไกลหน้าต่างทำให้ค่าความต่างเพิ่มมากขึ้น ในการใช้งานส่งผลต่อการออกแบบแสงประดิษฐ์ควรปรับให้ค่าความสว่างแต่ละระยะใกล้เคียงกันมากขึ้น

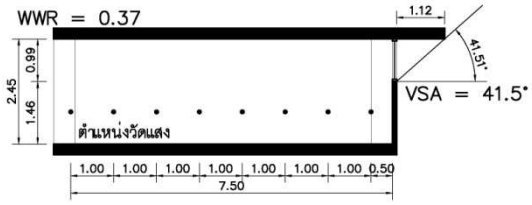
แผนภูมิที่ 4.18 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 18

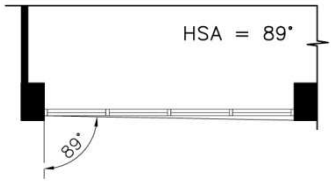


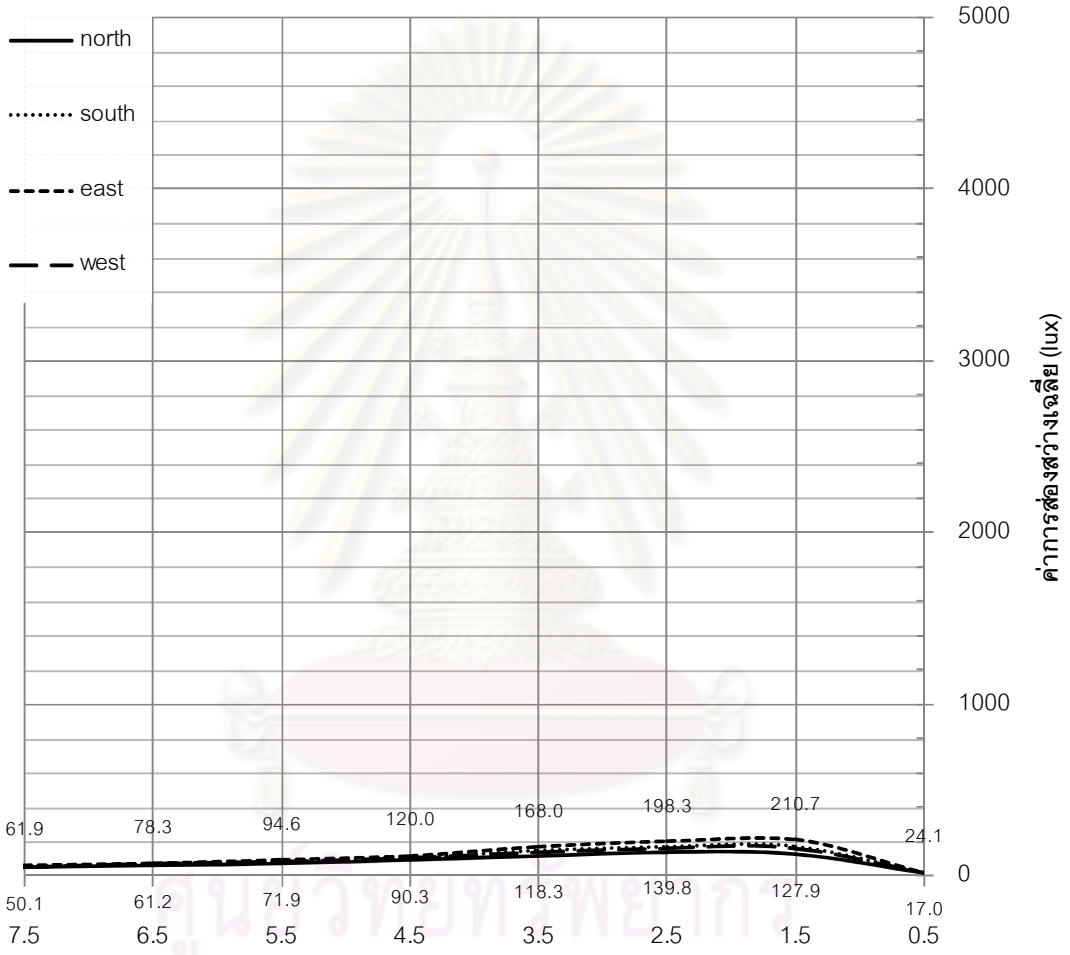


ระดับค่าการส่องสว่างของการวางช่องแสงทั้ง 4 ทิศ คือ ที่ระยะใกล้หน้าต่างให้ค่าการส่องสว่างต่างกันมาก (1000-7500 lx) และสูงกว่าค่าการส่องสว่างที่ช่วงกลางพื้นที่ (190-400 lx) ถึง 23 เท่าสำหรับทิศตะวันตก 10 เท่าสำหรับทิศตะวันออก 5 เท่าสำหรับทิศเหนือใต้ และเมื่อเทียบกับที่ระยะไกลหน้าต่าง (80-150 เมตร) สูงกว่าเป็น 64 เท่าในด้านทิศตะวันตก ส่วนทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็น 29, 15 และ 12 เท่าตามลำดับ ผลจากการเพิ่มระยะยื่นแผงบังแดดทางตั้ง ทำให้ความต่างกลับเพิ่มมากขึ้นเพราะค่าการส่องสว่างระยะใกล้หน้าต่างลดลงน้อย แต่ระยะกลางและระยะไกลลดลงมากกว่า

แผนภูมิที่ 4.19 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 19

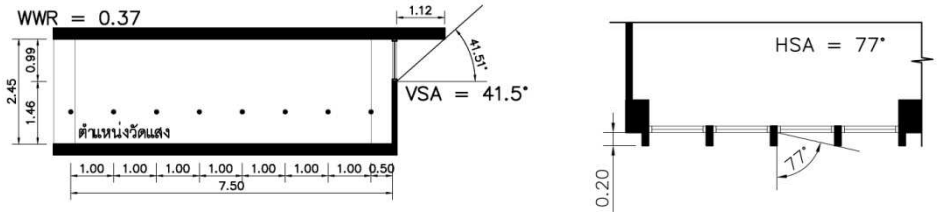


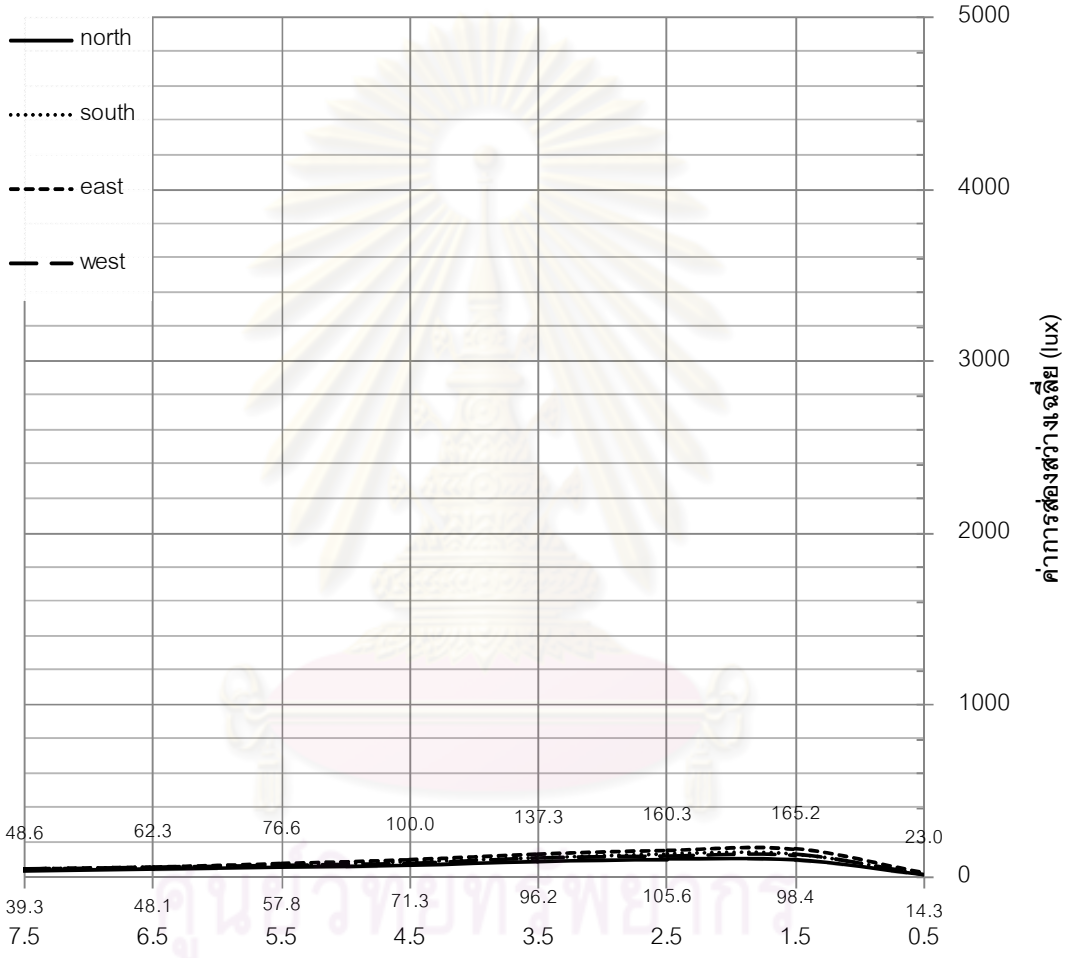




ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (130-210 lx) และสูงกว่า 10 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะใกล้หน้าต่าง (17-24 lx) และสูงกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับระยะไกล เนื่องจากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) ทำให้ไม่เกิดความต่างของค่าการส่องสว่างแต่ละระยะ

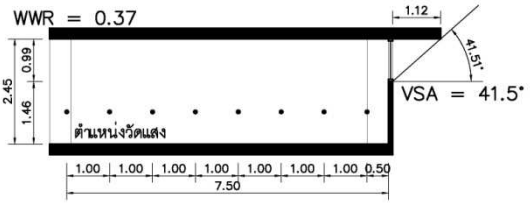
แผนภูมิที่ 4.20 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 20

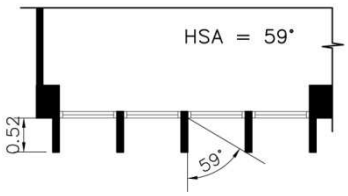


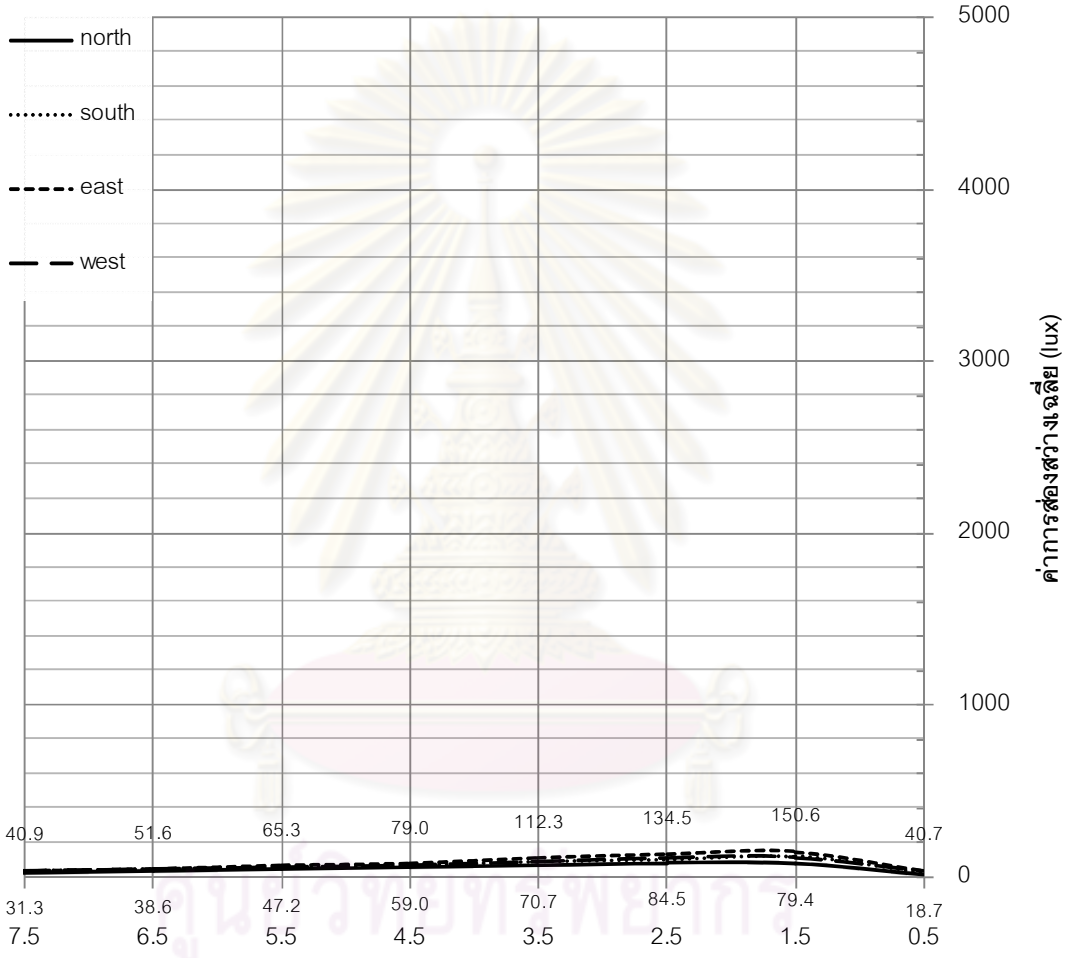


ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (100-165 lx) และสูงกว่า 8 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะใกล้หน้าต่าง (14-23 lx) และสูงกว่า 3 เท่าเมื่อเทียบกับระยะไกล (40-50lx) เนื่องจากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) และการเพิ่มแผงบังแดดทางตั้ง ยิ่งทำให้ความต่างของค่าการส่องสว่างแต่ละระยะน้อยลงเพราะค่าการส่องสว่างสูงสุดน้อยลงด้วย

แผนภูมิที่ 4.21 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 21

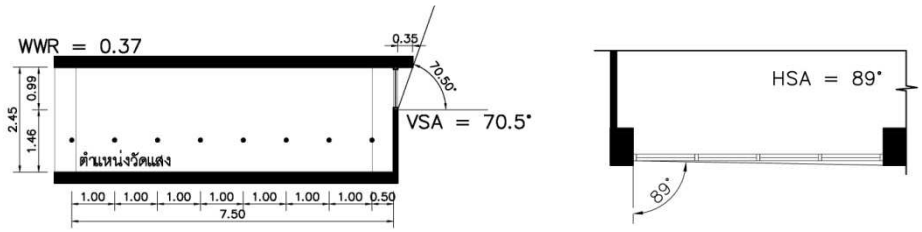


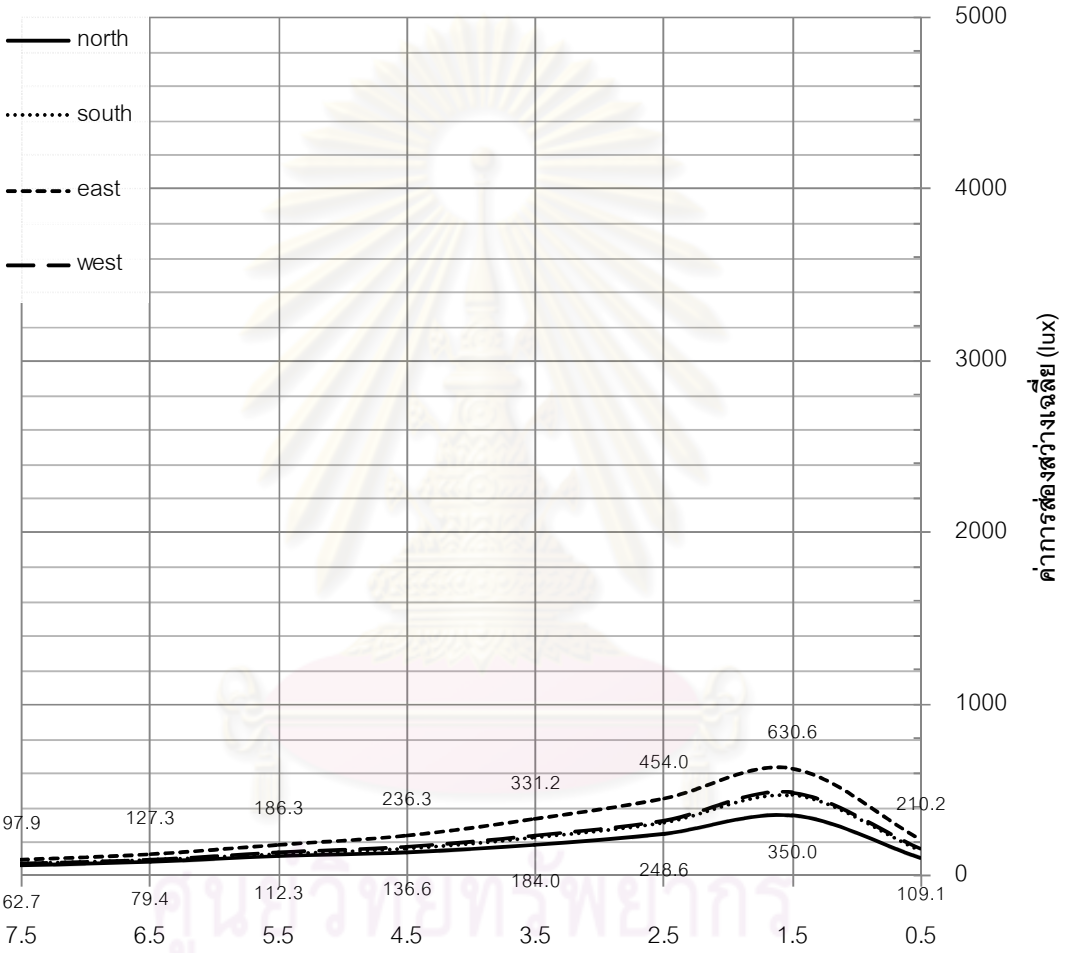




ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (80-150 lx) และสูงกว่า 3-4 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะใกล้หน้าต่าง (18-40 lx) และสูงกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับระยะไกล (30-40lx) เนื่องจากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) และการเพิ่มระยะแผงบังแดดทางตั้ง ทำให้ค่าการส่องสว่างบริเวณใกล้หน้าต่างเพิ่มขึ้นจากแสงสะท้อนกับแผงบังแดดเป็น indirect light ที่ระยะ 0.50 เมตรจากหน้าต่าง

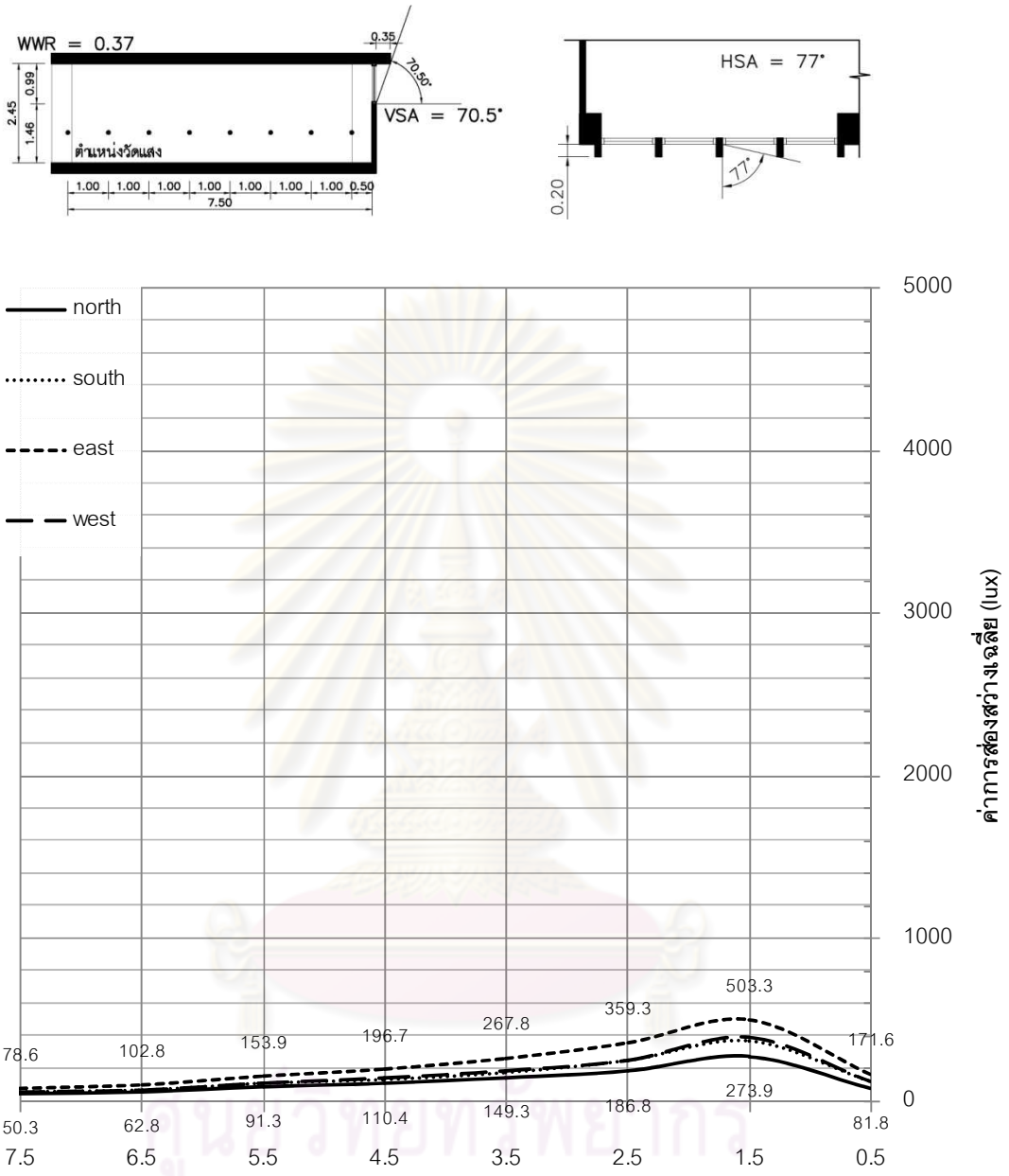
แผนภูมิที่ 4.22 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 22





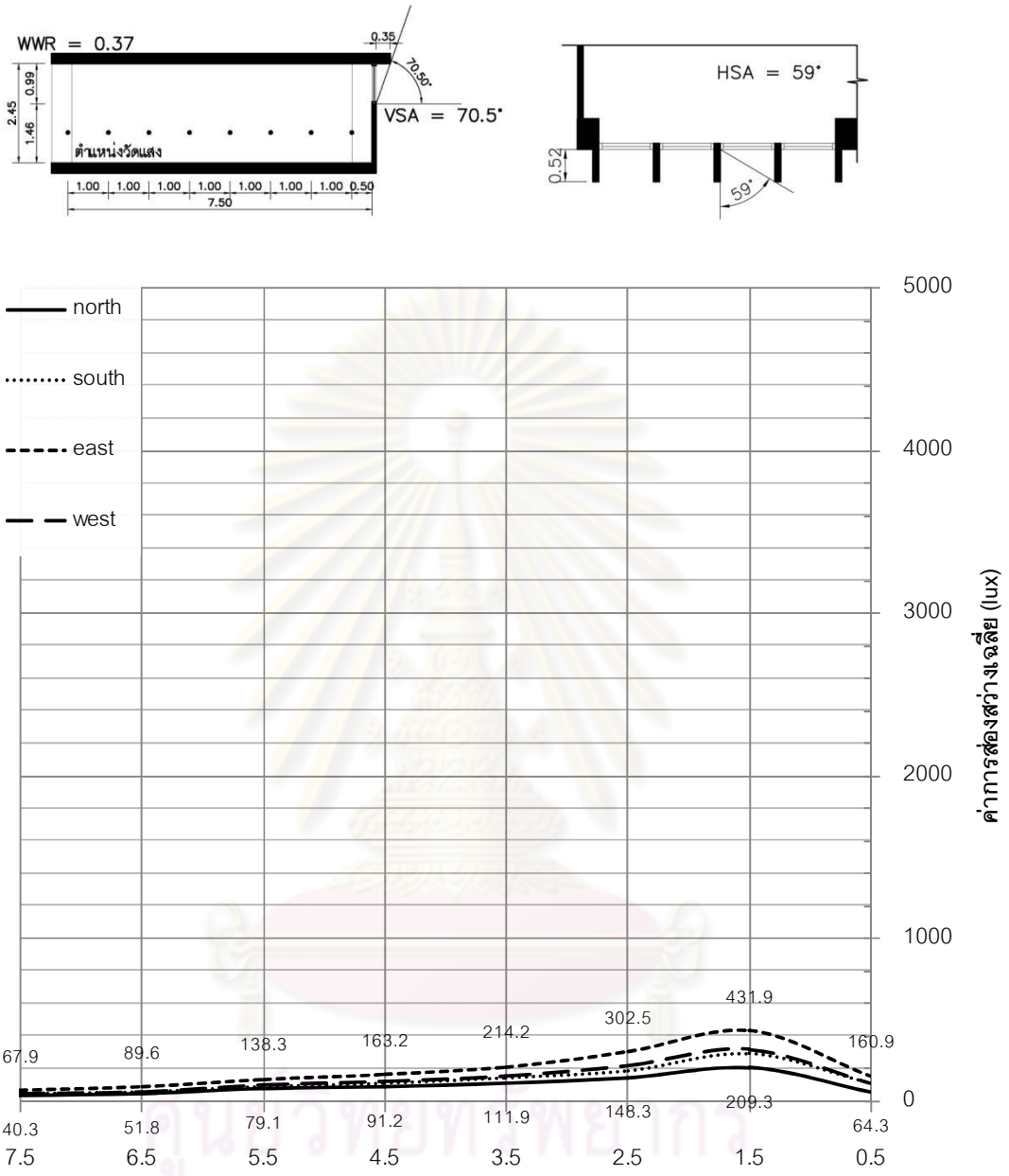
ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (350-630 lx) และสูงกว่า 6 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะไกลหน้าต่าง 7.5 เมตร (60-100 lx) และสูงกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับระยะใกล้หน้าต่าง 0.5 เมตร (100-200 lx) จากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) และแผงบังแดดยื่น 0.35 เมตร

แผนภูมิที่ 4.23 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 23



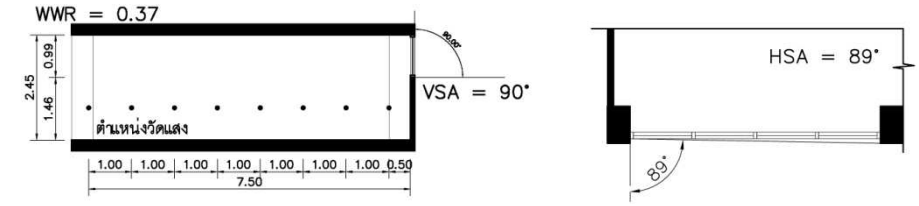
ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (270-500 lx) และสูงกว่า 6 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะไกลหน้าต่าง 7.5 เมตร (50-80 lx) และสูงกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับระยะใกล้หน้าต่าง 0.5 เมตร (80-170 lx) จากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) แผงบังแดดยื่น 0.35 เมตร และเพิ่มแผงบังแดดทางตั้งทำให้ค่าการส่องสว่างลดลง

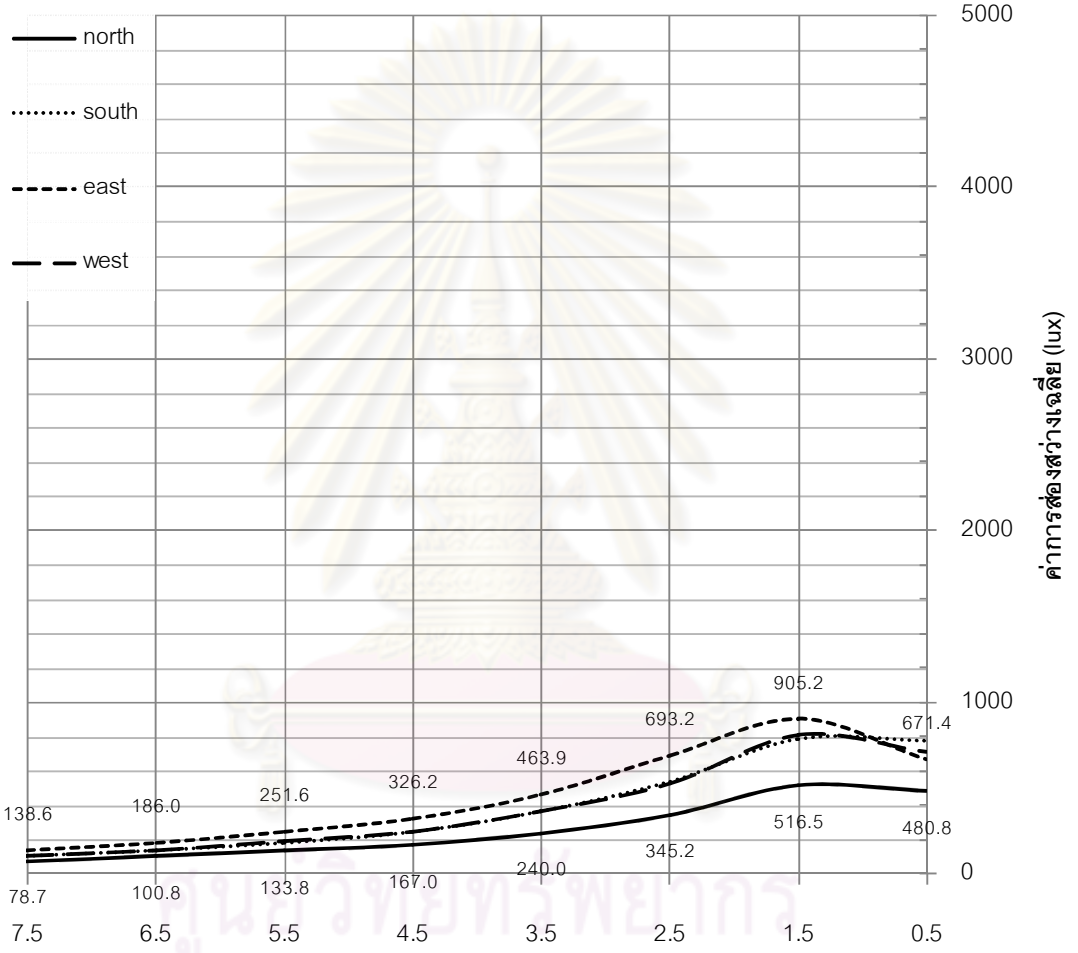
แผนภูมิที่ 4.24 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 24



ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (200-430 lx) และสูงกว่า 6 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะไกลหน้าต่าง 7.5 เมตร (40-70 lx) และสูงกว่า 3 เท่า เมื่อเทียบกับระยะใกล้หน้าต่าง 0.5 เมตร (60-160 lx) จากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) แผงบังแดดยื่น 0.35 เมตร และเพิ่มแผงบังแดดทางตั้งทำให้ค่าการส่องสว่างลดลง

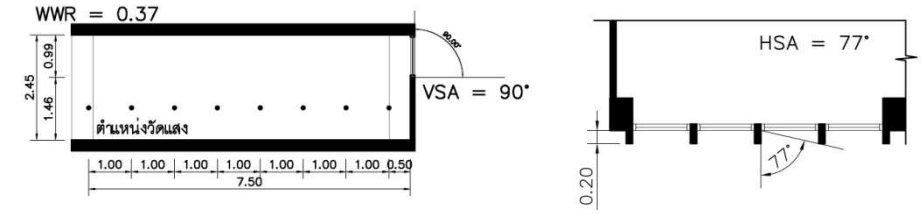
แผนภูมิที่ 4.25 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 25

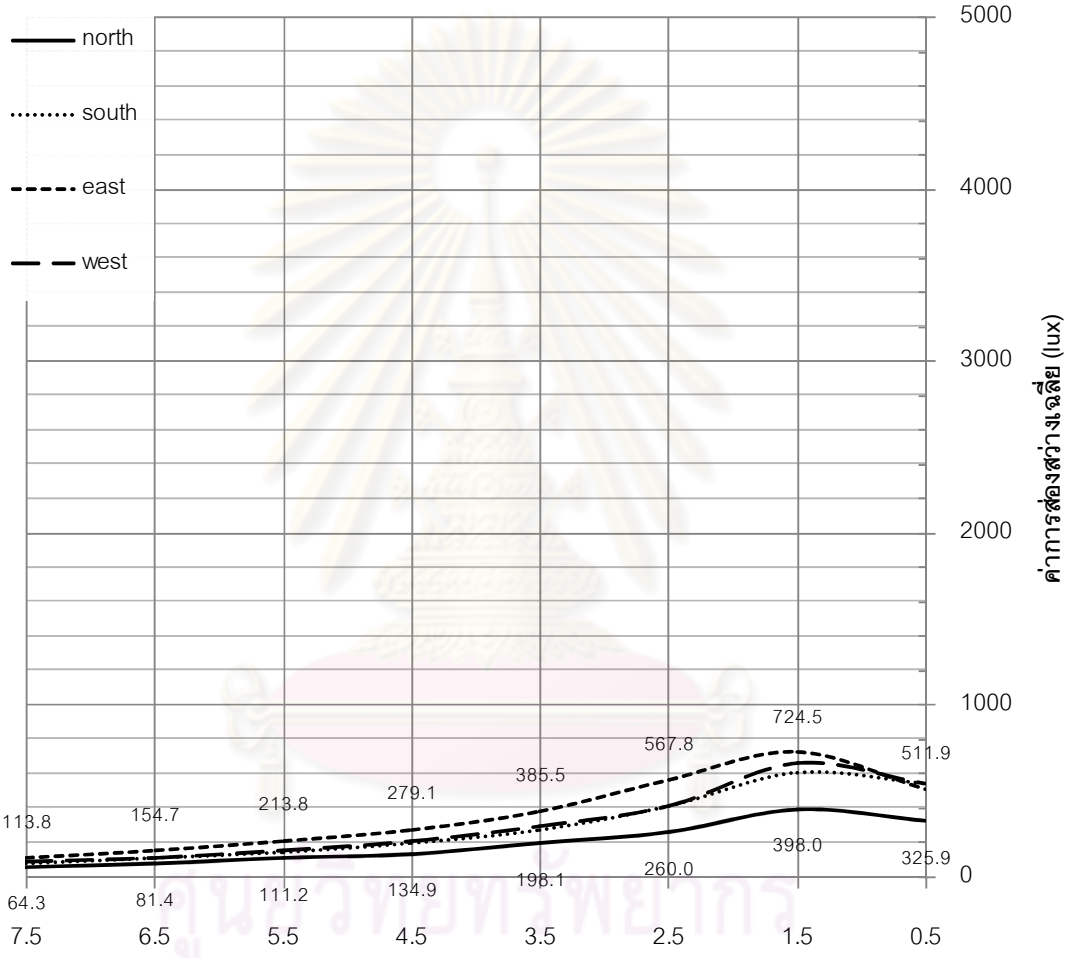




ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ค่าการส่องสว่างด้านทิศตะวันออกสูงที่สุด และน้อยที่สุดด้านทิศเหนือ ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกลักษณะการให้แสงธรรมชาติใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (500-900 lx) และสูงกว่า 6 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะไกลหน้าต่าง 7.5 เมตร (80-140 lx) และสูงกว่า 1.5 เท่า เมื่อเทียบกับระยะใกล้หน้าต่าง 0.5 เมตร (480-670 lx) จากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) โดยไม่มีแผงบังแดดทำให้ค่าการส่องสว่างบริเวณใกล้หน้าต่างสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความต่างจากจุดที่ได้ค่าสูงที่สุดลดลง

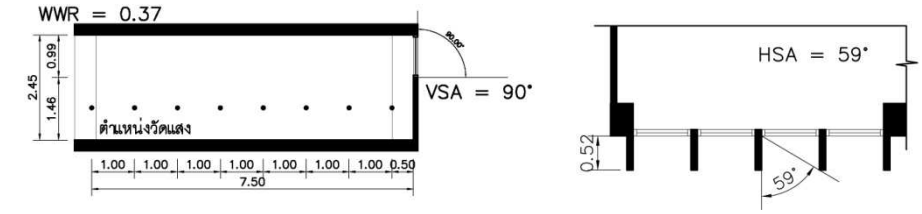
แผนภูมิที่ 4.26 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 26

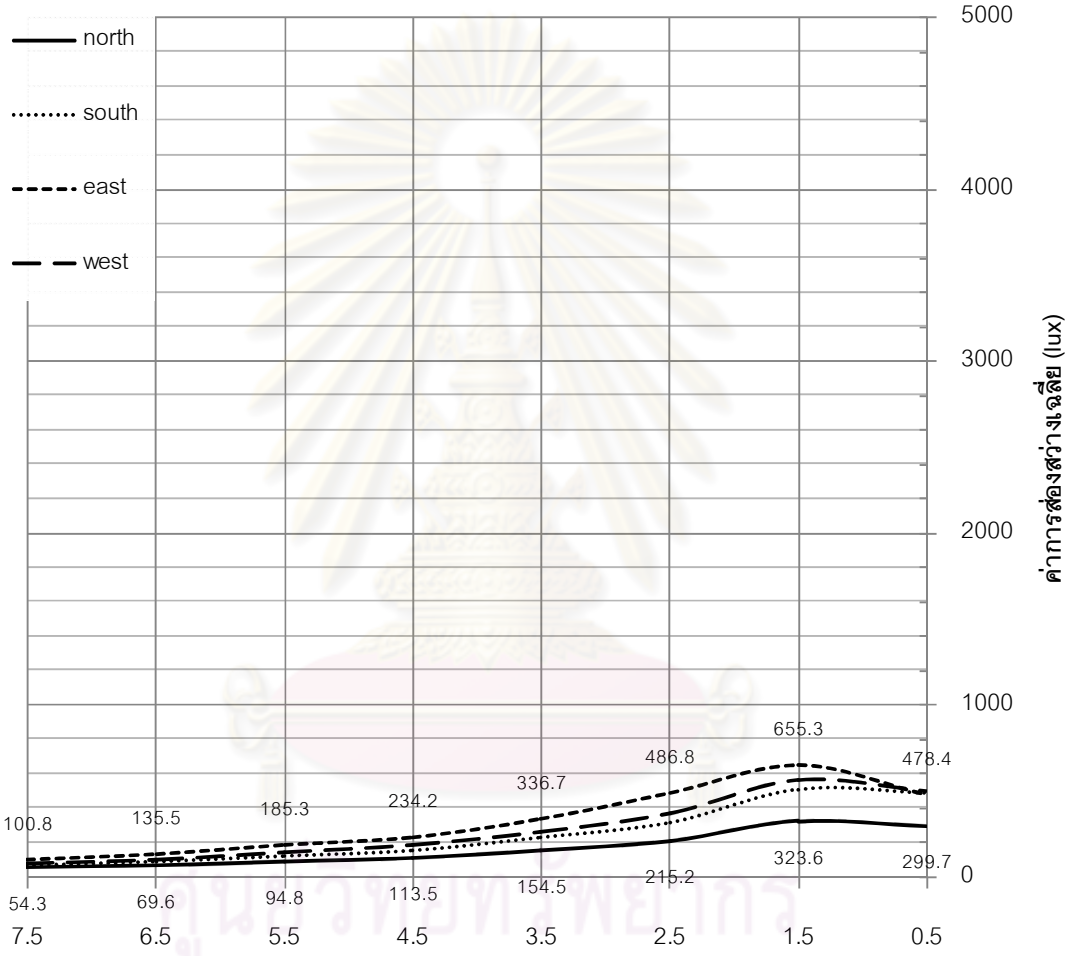




ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (400-700 lx) และสูงกว่า 7 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะไกลหน้าต่าง 7.5 เมตร (60-110 lx) และสูงกว่า 1.4 เท่า เมื่อเทียบกับระยะใกล้หน้าต่าง 0.5 เมตร (320-500 lx) จากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) โดยไม่มีแผงบังแดดทำให้ค่าการส่องสว่างบริเวณใกล้หน้าต่างสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความต่างจากจุดที่ได้ค่าสูงที่สุดลดลง แต่การเพิ่มแผงบังแดดทางตั้งส่งผลให้ค่าการส่องสว่างลดลงในทุกระยะ

แผนภูมิที่ 4.27 ลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ โดยเปรียบเทียบระหว่างการหันช่องแสงทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ของช่องแสงรูปแบบที่ 27





ระดับค่าการส่องสว่างแต่ละทิศทางการวางให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะ 1.5 เมตรจากหน้าต่าง (320-650 lx) และสูงกว่า 6 เท่าเมื่อเทียบกับค่าต่ำสุดที่ระยะไกลหน้าต่าง 7.5 เมตร (50-100 lx) และสูงกว่า 1.4 เท่า เมื่อเทียบกับระยะใกล้หน้าต่าง 0.5 เมตร (300-480 lx) จากการใช้ขนาดช่องแสงขนาดเล็ก (WWR=0.32) โดยไม่มีแผงบังแดดทำให้ค่าการส่องสว่างบริเวณใกล้หน้าต่างสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความต่างจากจุดที่ได้ค่าสูงที่สุดลดลง แต่การเพิ่มแผงบังแดดทางตั้งส่งผลให้ค่าการส่องสว่างลดลงในทุกระยะเช่นกัน

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการเก็บสำรวจและวิเคราะห์การออกแบบช่องแสงและองค์ประกอบของแผงบังแดด ในบริเวณนั่งอ่านหนังสือของห้องสมุดกรณีศึกษา 20 กรณีและสร้างเป็นรูปแบบช่องแสงขึ้นใหม่ได้ 27 รูปแบบ งานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้โปรแกรม (Dialux 4.7) คำนวณค่าการส่องสว่างที่ได้ตลอดทั้งปี เพื่อศึกษาลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติของแต่ละรูปแบบ จากบทที่ 4 พบว่ารูปแบบที่กำหนดทั้งขนาดของพื้นที่ช่องแสง การยื่นแผงบังแดดทางนอน และการยื่นแผงบังแดดทางตั้งที่แตกต่างกัน ให้แสงสว่างธรรมชาติสู่พื้นที่ภายในแตกต่างกันและต่างกันตามแต่ละทิศ ในบทนี้ได้นำผลจากการวิจัยมาประมวลและแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) อภิปรายผลการวิจัย การประเมินประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติด้วยการประมวลลักษณะให้แสงของแต่ละรูปแบบจากข้อมูลค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของทั้ง 27 รูปแบบ โดยเปรียบเทียบกันในแต่ละทิศทั้ง 4 ทิศหลัก คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก แล้วนำมาเปรียบเทียบหาความเกี่ยวเนื่องของหลักการในการออกแบบทั้งขนาดช่องแสง แผงบังแดดทางนอน และแผงบังแดดทางตั้ง ที่มีผลต่อการให้แสงสว่างในแต่ละทิศ

2) ความเกี่ยวเนื่องของการออกแบบช่องแสง แผงบังแดดทางนอนและทางตั้ง เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานของสถาปนิก

3) ข้อเสนอแนะสำหรับการต่อยอดงานวิจัยต่อไปในอนาคต

5.1 อภิปรายผลการวิจัย: ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ

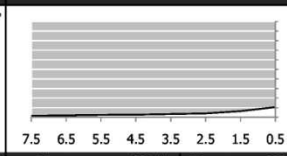
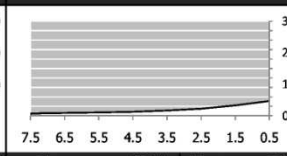
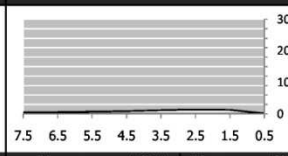
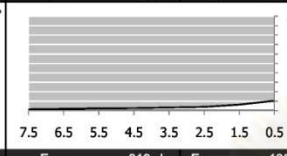
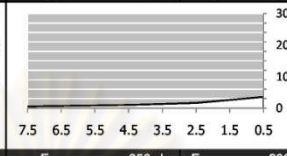
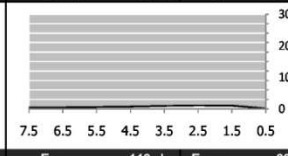
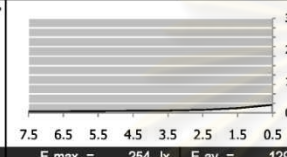
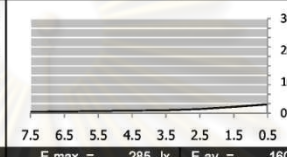
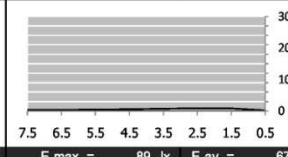
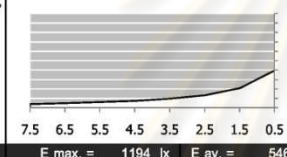
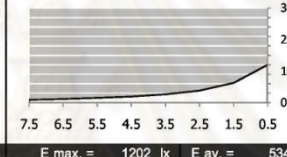
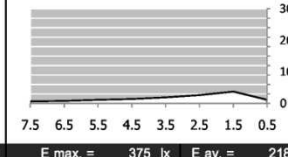
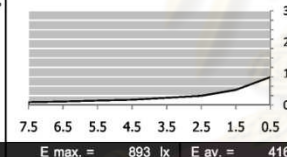
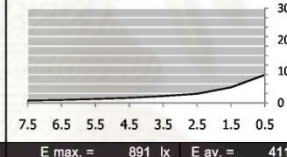
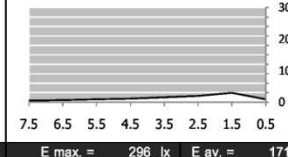
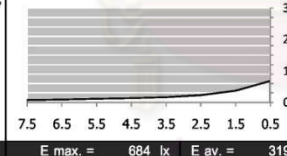
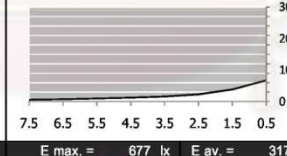
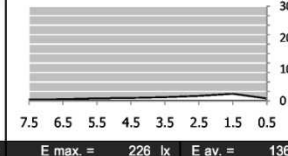
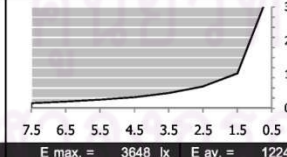
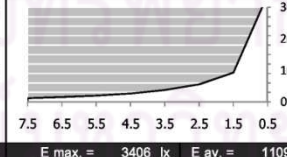
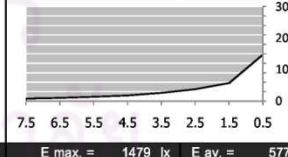
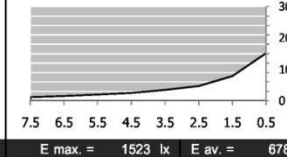
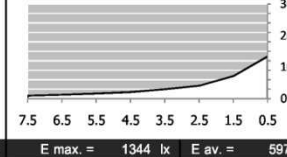
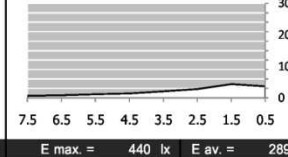
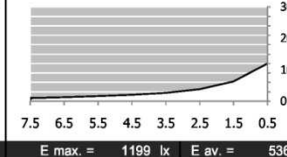
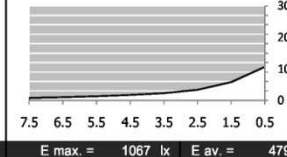
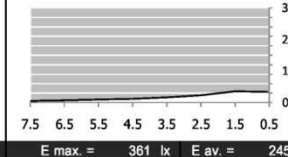
เมื่อนำค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของแต่ละรูปแบบ มาพิจารณาแยกตามทิศเพื่อหาลักษณะการให้แสงสว่างของแต่ละรูปแบบ และทำการประเมินประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติ เพื่อสรุปเป็นตารางแผนภูมิจากการพิจารณาข้อมูลดังนี้

- ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติด้านปริมาณ พิจารณาจากค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีในเขตพื้นที่แสงสว่างธรรมชาติ คือระยะจุดวัดแสงที่ 0.50, 1.50, 2.50, 3.50, 4.50 เมตรจากช่องแสง และนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานค่าการส่องสว่างมาตรฐาน (300 lux, IESNA)
- ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติด้านคุณภาพ พิจารณาจากค่าความสม่ำเสมอของแสง (Uniformity Ratio) ที่คำนวณจากค่าการส่องสว่างน้อยที่สุดต่อค่าการส่องสว่างเฉลี่ยตลอดทั้งปี (E_{min}/E_{av}) โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอัตราความสม่ำเสมอของแสงที่แนะนำ 0.50[1]

---

[1] Ming-Chin Ho, Che-Ming Chiang, Po-Cheng Chou, Kuei-Feng Chang, Chia-Yen Lee, Optimal sun-shading design for enhanced daylight illumination of tropical class rooms, Energy and Building 40, 2008.

ตารางที่ 5.1 ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

NORTH			
WWR	WWR : 0.82	WWR : 0.59	WWR : 0.37
VSA= 41.5°, HSA= 89°			
	E max. = 422 lx E av. = 223 lx E min. = 113 lx U = 0.51	E max. = 469 lx E av. = 266 lx E min. = 131 lx U = 0.49	E max. = 146 lx E av. = 103 lx E min. = 18 lx U = 0.17
VSA= 41.5°, HSA= 77°			
	E max. = 319 lx E av. = 165 lx E min. = 82 lx U = 0.50	E max. = 358 lx E av. = 206 lx E min. = 103 lx U = 0.50	E max. = 110 lx E av. = 80 lx E min. = 16 lx U = 0.20
VSA= 41.5°, HSA= 59°			
	E max. = 254 lx E av. = 129 lx E min. = 65 lx U = 0.51	E max. = 285 lx E av. = 160 lx E min. = 83 lx U = 0.52	E max. = 89 lx E av. = 67 lx E min. = 24 lx U = 0.36
VSA= 70.5°, HSA= 89°			
	E max. = 1194 lx E av. = 546 lx E min. = 220 lx U = 0.40	E max. = 1202 lx E av. = 534 lx E min. = 194 lx U = 0.36	E max. = 375 lx E av. = 218 lx E min. = 118 lx U = 0.54
VSA= 70.5°, HSA= 77°			
	E max. = 893 lx E av. = 416 lx E min. = 173 lx U = 0.42	E max. = 891 lx E av. = 411 lx E min. = 160 lx U = 0.39	E max. = 296 lx E av. = 171 lx E min. = 92 lx U = 0.53
VSA= 70.5°, HSA= 59°			
	E max. = 684 lx E av. = 319 lx E min. = 136 lx U = 0.43	E max. = 677 lx E av. = 317 lx E min. = 129 lx U = 0.41	E max. = 226 lx E av. = 136 lx E min. = 78 lx U = 0.57
VSA= 90°, HSA= 89°			
	E max. = 3648 lx E av. = 1224 lx E min. = 329 lx U = 0.27	E max. = 3406 lx E av. = 1109 lx E min. = 267 lx U = 0.24	E max. = 1479 lx E av. = 577 lx E min. = 182 lx U = 0.32
VSA= 90°, HSA= 77°			
	E max. = 1523 lx E av. = 678 lx E min. = 254 lx U = 0.37	E max. = 1344 lx E av. = 597 lx E min. = 211 lx U = 0.35	E max. = 440 lx E av. = 289 lx E min. = 144 lx U = 0.50
VSA= 90°, HSA= 59°			
	E max. = 1199 lx E av. = 536 lx E min. = 204 lx U = 0.38	E max. = 1067 lx E av. = 479 lx E min. = 174 lx U = 0.36	E max. = 361 lx E av. = 245 lx E min. = 121 lx U = 0.49

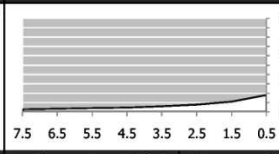
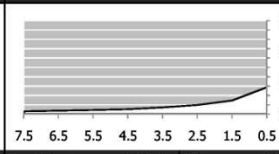
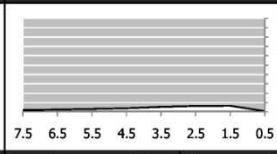
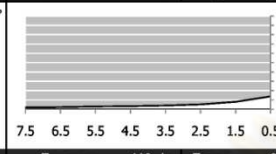
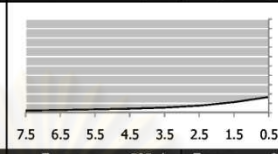
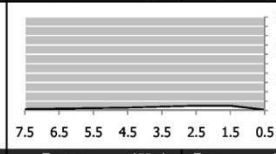
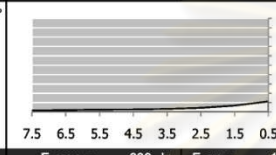
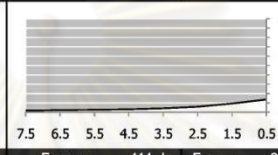
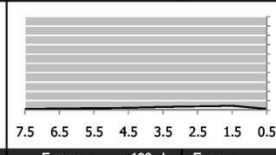
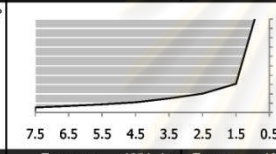
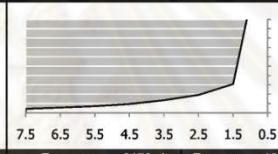
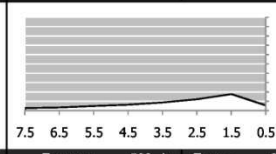
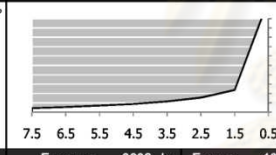
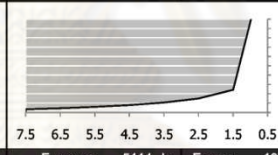
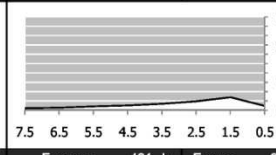
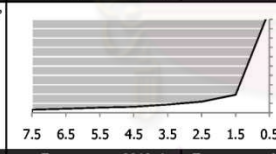
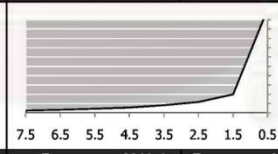
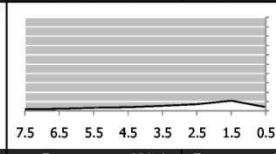
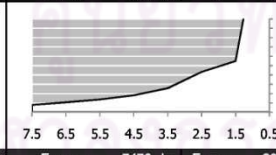
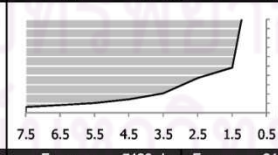
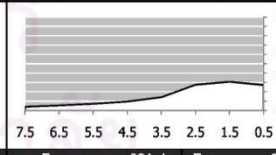
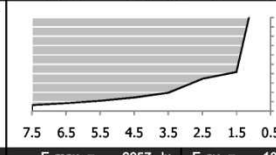
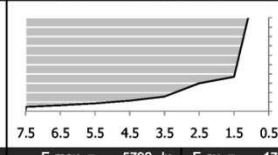
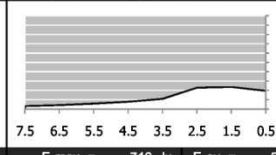
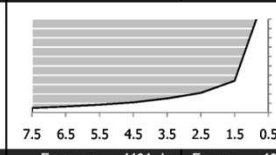
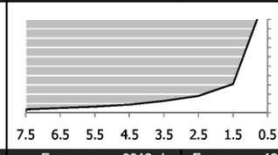
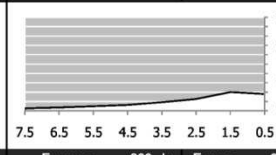
จากข้อมูลในตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่า การให้แสงของช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.82 และ 0.59 จะให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน คือ 128–1224 lux และ 160–1109 lux จากการใช้แผงบังแดดทางนอนและแผงบังแดดทางตั้งที่มีมุมระยะยื่นที่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาค่าความสม่ำเสมอของแสง จากช่องแสงทั้งสองขนาดซึ่งได้ค่าใกล้เคียงกันเช่นกัน คือ 0.27-0.51 และ 0.24-0.52 ซึ่งต่างจากการให้แสงของช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.37 ที่ให้ค่าการส่องสว่างอยู่ในช่วง 66-576 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสงอยู่ในช่วง 0.17-0.57 เนื่องจากขนาดช่องแสงเล็กยิ่งให้ค่าส่องสว่างที่ต่ำกว่าค่าการส่องสว่างเฉลี่ยมาก สำหรับกรณีการหันช่องแสงไปทางทิศเหนือการยื่นแผงบังแดดทางตั้งในระยะมุม 89°-59° นั้นส่งผลต่อการให้แสงทั้งช่องแสงทั้ง 3 ขนาดไม่ชัดเจนมากนัก

เมื่อพิจารณาช่องแสงขนาด WWR= 0.82 และ WWR=0.59 การยื่นแผงบังแดดทางนอนที่มุมการยื่น Vertical Shading angle (VSA) = 41.5° พบว่าแม้ว่าจะได้ค่าความสม่ำเสมอของแสงที่ใกล้เคียงมาตรฐานแนะนำ (0.5) คือ 0.49-0.51 แต่กลับทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยลดลงมาอยู่ในช่วง 128-266 lux ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐาน (IESNA=300 lux) ส่วนการยื่นแผงบังแดดทางนอนที่มี VSA = 70.5° จะให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานคือ 317-546 lux แต่ส่งผลต่อค่าความสม่ำเสมอของแสงที่ลดลงมาอยู่ในช่วง 0.36-0.43 แต่เมื่อพิจารณาลักษณะการให้แสงของช่องแสงทั้ง 2 ขนาดโดยไม่มีการใช้แผงบังแดดทางนอนหรือ VSA = 90° พบว่าค่าการส่องสว่างเฉลี่ยสูงถึง 1,100-1,224 lux ในกรณีที่ไม่มีแผงทางตั้ง และกรณีเพิ่มแผงทางตั้งจะทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยลดลง อยู่ในช่วง 478-678 lux โดยทั้งสองกรณีให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงที่แตกต่างกันจาก 0.24-0.27 เป็น 0.35-0.38

สำหรับช่องแสงขนาด WWR = 0.37 ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานในเกือบทุกกรณียกเว้นไม่มีแผงบังแดดทั้งทางนอนและทางตั้งจะให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 576 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.32 ในการยื่นแผงบังแดดทางนอนที่มีมุม VSA = 41.5° สำหรับหน้าต่างขนาดนี้ทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยเหลือเพียง 66-102 lux และให้ค่าความสม่ำเสมอของแสง 0.17-0.36 ส่วนการยื่นแผงบังแดดที่มีค่า VSA =70.5°ทำให้ได้ค่าความสม่ำเสมอของแสงสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือ 0.52-0.54 แต่ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยเหลือเพียง 135-218 lux เท่านั้นซึ่งน้อยกว่ามาตรฐานที่แนะนำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศใต้

SOUTH			
WWR	WWR : 0.82	WWR : 0.59	WWR : 0.37
VSA= 41.5°, HSA= 89°			
	E max. = 543 lx E av. = 286 lx E min. = 141 lx U = 0.49	E max. = 863 lx E av. = 395 lx E min. = 162 lx U = 0.41	E max. = 196 lx E av. = 138 lx E min. = 25 lx U = 0.18
VSA= 41.5°, HSA= 77°			
	E max. = 418 lx E av. = 211 lx E min. = 104 lx U = 0.49	E max. = 505 lx E av. = 272 lx E min. = 130 lx U = 0.48	E max. = 155 lx E av. = 111 lx E min. = 26 lx U = 0.23
VSA= 41.5°, HSA= 59°			
	E max. = 339 lx E av. = 169 lx E min. = 78 lx U = 0.46	E max. = 414 lx E av. = 221 lx E min. = 99 lx U = 0.45	E max. = 138 lx E av. = 96 lx E min. = 43 lx U = 0.45
VSA= 70.5°, HSA= 89°			
	E max. = 4651 lx E av. = 1393 lx E min. = 328 lx U = 0.24	E max. = 6173 lx E av. = 1674 lx E min. = 287 lx U = 0.17	E max. = 533 lx E av. = 306 lx E min. = 172 lx U = 0.56
VSA= 70.5°, HSA= 77°			
	E max. = 3602 lx E av. = 1078 lx E min. = 261 lx U = 0.24	E max. = 5114 lx E av. = 1371 lx E min. = 238 lx U = 0.17	E max. = 421 lx E av. = 244 lx E min. = 145 lx U = 0.59
VSA= 70.5°, HSA= 59°			
	E max. = 3313 lx E av. = 942 lx E min. = 194 lx U = 0.21	E max. = 3341 lx E av. = 947 lx E min. = 180 lx U = 0.19	E max. = 331 lx E av. = 192 lx E min. = 121 lx U = 0.63
VSA= 90°, HSA= 89°			
	E max. = 7478 lx E av. = 2352 lx E min. = 551 lx U = 0.23	E max. = 7126 lx E av. = 2150 lx E min. = 432 lx U = 0.20	E max. = 924 lx E av. = 658 lx E min. = 290 lx U = 0.44
VSA= 90°, HSA= 77°			
	E max. = 6057 lx E av. = 1874 lx E min. = 434 lx U = 0.23	E max. = 5792 lx E av. = 1726 lx E min. = 347 lx U = 0.20	E max. = 716 lx E av. = 514 lx E min. = 237 lx U = 0.46
VSA= 90°, HSA= 59°			
	E max. = 4101 lx E av. = 1309 lx E min. = 328 lx U = 0.25	E max. = 3912 lx E av. = 1210 lx E min. = 271 lx U = 0.22	E max. = 600 lx E av. = 397 lx E min. = 188 lx U = 0.47

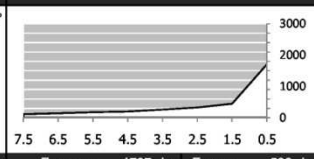
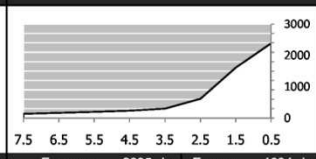
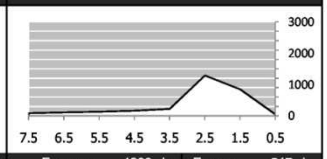
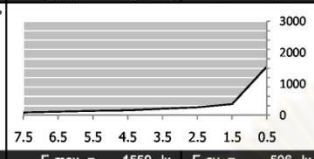
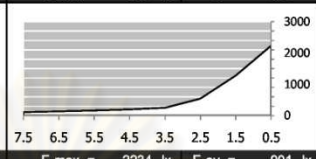
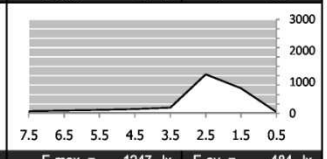
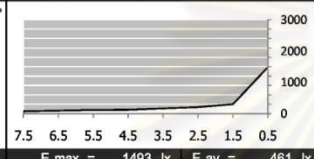
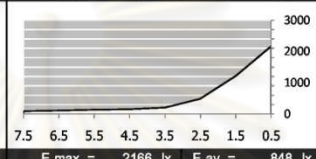
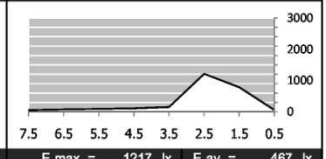
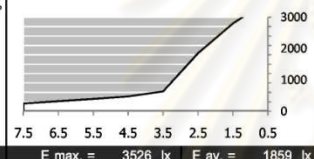
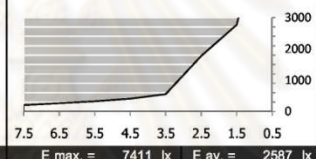
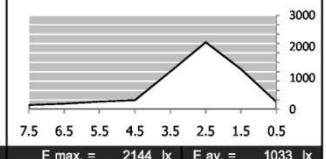
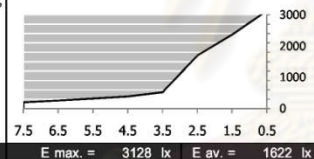
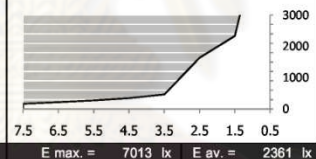
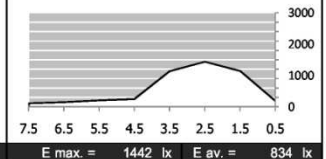
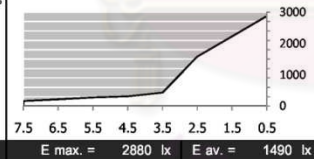
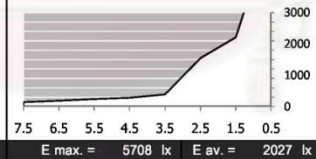
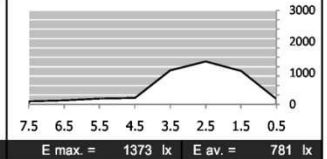
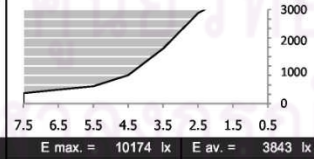
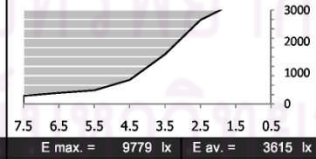
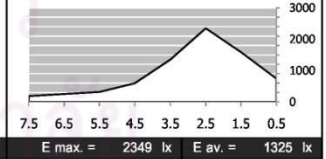
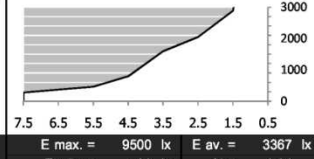
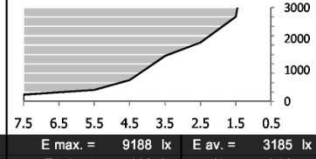
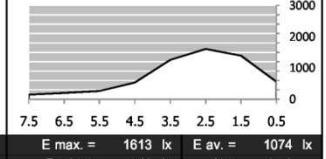
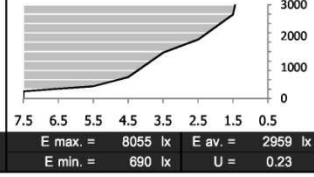
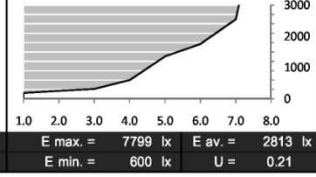
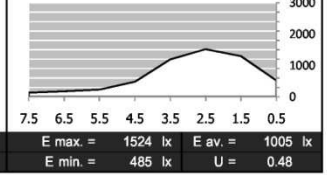
จากข้อมูลในตารางที่ 5.2 กรณีหันช่องแสงไปทางทิศใต้ แสดงให้เห็นว่าขนาดช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.82 และ 0.59 มีลักษณะการให้แสงที่ไม่แตกต่างกันมากนักแม้จะประกอบกับแผงบังแดดทั้งทางนอนและทางตั้งที่แตกต่างกัน กล่าวคือมีค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีอยู่ในช่วง 169-2351 lux และ 220-2150 lux เมื่อพิจารณาค่าความสม่ำเสมอของแสงให้ค่าอยู่ในช่วง 0.21-0.49 และ 0.17-0.48 ซึ่งมีค่าในช่วงที่ใกล้เคียงกันเช่นกัน ในขณะที่ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยของช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.37 ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 95-658 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสงมีค่า 0.18-0.63 สำหรับกรณีการหันช่องแสงไปทางทิศใต้การยื่นแผงบังแดดทางตั้งในระยะมุม 1°-30.6° นั้นส่งผลต่อการให้แสงน้อยมากต่อทั้ง 3 ขนาด

เมื่อพิจารณาช่องแสงขนาด WWR= 0.82 และ WWR=0.59 การยื่นแผงบังแดดทางนอนที่มุมการยื่น Vertical Shading angle = 41.5° พบว่าทำให้ค่าการส่องสว่างในระยะ 2 เมตร จากช่องแสงมีค่าลดลงมาใกล้เคียงกันมากขึ้น และทำให้ได้ค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.41-0.49 ซึ่งใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ควรได้ ส่วนการยื่นแผงบังแดดที่มีมุมการยื่น VSA = 70.5° ให้ค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.17-0.24 ซึ่งไม่ต่างจากการไม่มีแผงบังแดดทางนอนมากนักคือค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.20-0.25

สำหรับช่องแสงขนาด WWR = 0.37 การยื่นแผงบังแดดทางนอนที่มีมุม VSA =41.5° ทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยลดลงเหลือเพียง 95-138 lux เท่านั้นและยังทำให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงเหลือเพียง 0.18 เมื่อเทียบกับการไม่ใช้แผงบังแดดทั้งทางนอนและทางตั้งที่ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีที่ 568 lux ค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.44

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันออก

EAST			
WWR	WWR : 0.82	WWR : 0.59	WWR : 0.37
VSA= 41.5°, HSA= 89°			
	E max. = 1707 lx E av. = 588 lx E min. = 200 lx U = 0.34	E max. = 2395 lx E av. = 1034 lx E min. = 235 lx U = 0.23	E max. = 1293 lx E av. = 517 lx E min. = 50 lx U = 0.10
VSA= 41.5°, HSA= 77°			
	E max. = 1559 lx E av. = 506 lx E min. = 158 lx U = 0.31	E max. = 2234 lx E av. = 901 lx E min. = 197 lx U = 0.22	E max. = 1247 lx E av. = 484 lx E min. = 46 lx U = 0.09
VSA= 41.5°, HSA= 59°			
	E max. = 1493 lx E av. = 461 lx E min. = 126 lx U = 0.27	E max. = 2166 lx E av. = 848 lx E min. = 155 lx U = 0.18	E max. = 1217 lx E av. = 467 lx E min. = 63 lx U = 0.13
VSA= 70.5°, HSA= 89°			
	E max. = 3526 lx E av. = 1859 lx E min. = 473 lx U = 0.25	E max. = 7411 lx E av. = 2587 lx E min. = 411 lx U = 0.16	E max. = 2144 lx E av. = 1033 lx E min. = 231 lx U = 0.22
VSA= 70.5°, HSA= 77°			
	E max. = 3128 lx E av. = 1622 lx E min. = 392 lx U = 0.24	E max. = 7013 lx E av. = 2361 lx E min. = 348 lx U = 0.15	E max. = 1442 lx E av. = 834 lx E min. = 188 lx U = 0.22
VSA= 70.5°, HSA= 59°			
	E max. = 2880 lx E av. = 1490 lx E min. = 316 lx U = 0.21	E max. = 5708 lx E av. = 2027 lx E min. = 281 lx U = 0.14	E max. = 1373 lx E av. = 781 lx E min. = 171 lx U = 0.22
VSA= 90°, HSA= 89°			
	E max. = 10174 lx E av. = 3843 lx E min. = 911 lx U = 0.24	E max. = 9779 lx E av. = 3615 lx E min. = 772 lx U = 0.21	E max. = 2349 lx E av. = 1325 lx E min. = 598 lx U = 0.45
VSA= 90°, HSA= 77°			
	E max. = 9500 lx E av. = 3367 lx E min. = 796 lx U = 0.24	E max. = 9188 lx E av. = 3185 lx E min. = 686 lx U = 0.22	E max. = 1613 lx E av. = 1074 lx E min. = 540 lx U = 0.50
VSA= 90°, HSA= 59°			
	E max. = 8055 lx E av. = 2959 lx E min. = 690 lx U = 0.23	E max. = 7799 lx E av. = 2813 lx E min. = 600 lx U = 0.21	E max. = 1524 lx E av. = 1005 lx E min. = 485 lx U = 0.48

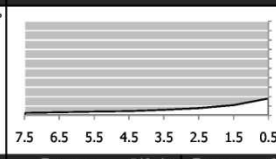
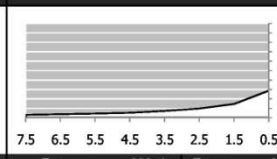
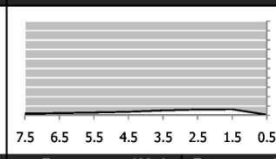
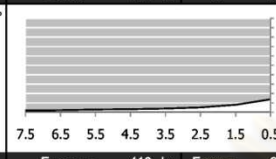
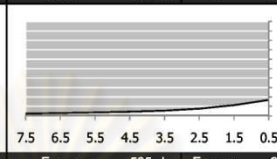
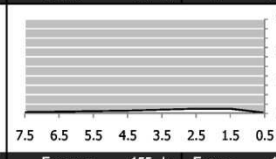
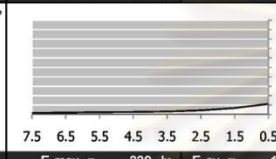
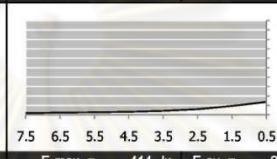
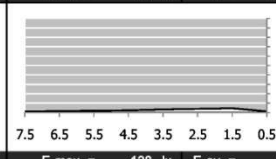
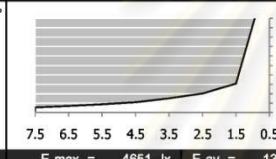
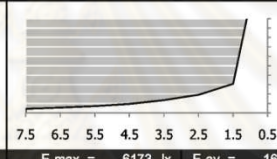
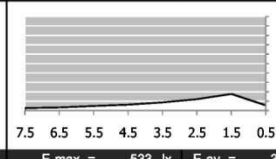
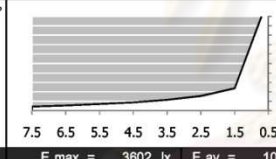
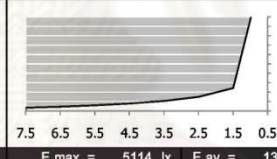
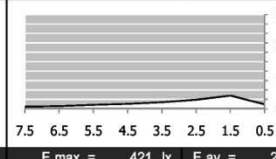
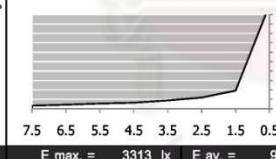
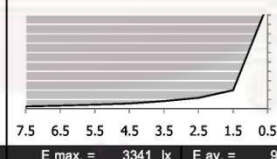
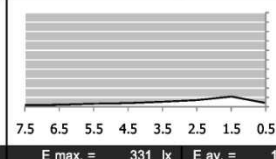
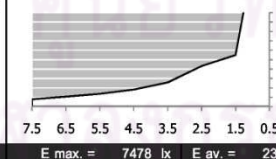
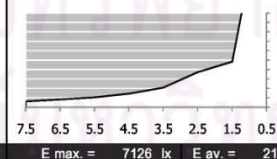
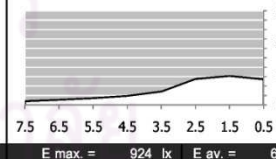
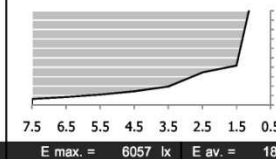
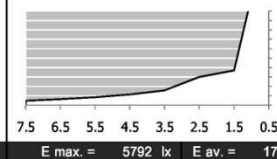
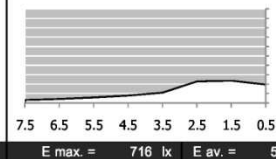
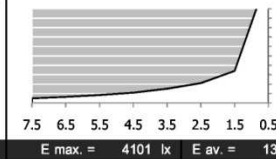
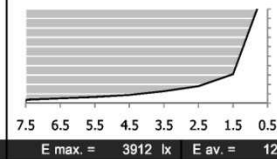
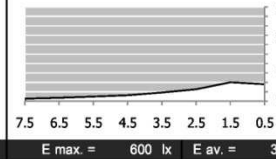
จากข้อมูลในตารางที่ 5.3 กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันออก เมื่อพิจารณาช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.82 ประกอบกับแผงบังแดดทางนอนที่ค่า VSA = 41.5° ทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 460-600 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.27-0.34 เมื่อเทียบกับการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ค่า VSA = 70.5° มีค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,500-1,800 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.21-0.25 และการไม่มีแผงบังแดดทางนอนทำให้ได้ค่าส่องสว่างเฉลี่ยสูงถึง 3,000-3,800 lux ค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.23-0.24 แม้ว่าจะให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานแต่ความสม่ำเสมอของแสงไม่ต่างกันคืออยู่ในช่วง 0.21-0.34 และต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 0.5

เช่นเดียวกันกับช่องแสงที่มีค่า WWR =0.59 ที่ไม่มีการยื่นแผงบังแดดทางนอนให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยสูง 2,800-3,600 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.21 เมื่อพิจารณาการใช้แผงบังแดดที่ค่า VSA = 70.5° ส่งผลให้ค่าการส่องสว่างลดลงอยู่ในช่วง 2,000-2,600 lux แต่ยังทำให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงลดลงเช่นกันคือเหลือเพียง 0.15 แต่หากพิจารณาการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ค่า VSA = 41.5°จะทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 850-1,000 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.18-0.23 ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน

ในขณะที่ช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.37 สำหรับการใช้แผงบังแดดทางนอนที่มีค่า VSA = 41.5° ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยใกล้เคียงเกณฑ์อยู่ในช่วง 460-510 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสงต่ำคือมีค่า 0.09-0.13 และสำหรับการยื่นแผงบังแดดทางนอนที่มีค่า VSA = 70.5° จะให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยสูงขึ้นอยู่ในช่วง 780-1,000 lux และให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงเท่ากับ 0.22 แต่หากเป็นรูปแบบที่ไม่มีแผงบังแดดทางนอนจะให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,000-1,300 lux และที่ให้ค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.45-0.50 ที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งสองค่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.4 ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีของช่องแสง 27 รูปแบบ กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก

SOUTH			
WWR	WWR : 0.82	WWR : 0.59	WWR : 0.37
VSA= 41.5°, HSA= 89°			
	E max. = 543 lx E av. = 286 lx E min. = 141 lx U = 0.49	E max. = 863 lx E av. = 395 lx E min. = 162 lx U = 0.41	E max. = 196 lx E av. = 138 lx E min. = 25 lx U = 0.18
VSA= 41.5°, HSA= 77°			
	E max. = 418 lx E av. = 211 lx E min. = 104 lx U = 0.49	E max. = 505 lx E av. = 272 lx E min. = 130 lx U = 0.48	E max. = 155 lx E av. = 111 lx E min. = 26 lx U = 0.23
VSA= 41.5°, HSA= 59°			
	E max. = 339 lx E av. = 169 lx E min. = 78 lx U = 0.46	E max. = 414 lx E av. = 221 lx E min. = 99 lx U = 0.45	E max. = 138 lx E av. = 96 lx E min. = 43 lx U = 0.45
VSA= 70.5°, HSA= 89°			
	E max. = 4651 lx E av. = 1393 lx E min. = 328 lx U = 0.24	E max. = 6173 lx E av. = 1674 lx E min. = 287 lx U = 0.17	E max. = 533 lx E av. = 306 lx E min. = 172 lx U = 0.56
VSA= 70.5°, HSA= 77°			
	E max. = 3602 lx E av. = 1078 lx E min. = 261 lx U = 0.24	E max. = 5114 lx E av. = 1371 lx E min. = 238 lx U = 0.17	E max. = 421 lx E av. = 244 lx E min. = 145 lx U = 0.59
VSA= 70.5°, HSA= 59°			
	E max. = 3313 lx E av. = 942 lx E min. = 194 lx U = 0.21	E max. = 3341 lx E av. = 947 lx E min. = 180 lx U = 0.19	E max. = 331 lx E av. = 192 lx E min. = 121 lx U = 0.63
VSA= 90°, HSA= 89°			
	E max. = 7478 lx E av. = 2352 lx E min. = 551 lx U = 0.23	E max. = 7126 lx E av. = 2150 lx E min. = 432 lx U = 0.20	E max. = 924 lx E av. = 658 lx E min. = 290 lx U = 0.44
VSA= 90°, HSA= 77°			
	E max. = 6057 lx E av. = 1874 lx E min. = 434 lx U = 0.23	E max. = 5792 lx E av. = 1726 lx E min. = 347 lx U = 0.20	E max. = 716 lx E av. = 514 lx E min. = 237 lx U = 0.46
VSA= 90°, HSA= 59°			
	E max. = 4101 lx E av. = 1309 lx E min. = 328 lx U = 0.25	E max. = 3912 lx E av. = 1210 lx E min. = 271 lx U = 0.22	E max. = 600 lx E av. = 397 lx E min. = 188 lx U = 0.47

จากข้อมูลในตารางที่ 5.4 กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก เมื่อพิจารณาช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.82 ประกอบกับแผงบังแดดทางนอนที่ค่า VSA = 41.5° ทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 200-310 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.51 แม้จะให้ค่าความสม่ำเสมอตามเกณฑ์มาตรฐานแต่ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยน้อยกว่าเกณฑ์ เมื่อเทียบกับการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ค่า VSA = 70.5° ที่มีค่าการส่องสว่างเฉลี่ยตามเกณฑ์ อยู่ในช่วง 1,200-1,600 lux แต่ค่าความสม่ำเสมอของแสงต่ำกว่าเกณฑ์คือมีค่าอยู่ในช่วง 0.23-0.25 และการไม่มีแผงบังแดดทางนอนทำให้ได้ค่าส่องสว่างเฉลี่ยสูงถึง 3,200-4,000 lux ค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.14-0.15 ที่ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าเกณฑ์มากแต่ความสม่ำเสมอของแสงต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากเช่นกัน

เช่นเดียวกันกับช่องแสงที่มีค่า WWR =0.59 ที่ไม่มีการยื่นแผงบังแดดทางนอนให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยสูง 3,000-3,900 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.13 ที่ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานแต่ความสม่ำเสมอของแสงต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อพิจารณาการใช้แผงบังแดดที่ค่า VSA = 70.5° ส่งผลให้ค่าการส่องสว่างลดลงอยู่ในช่วง 1,500-2,000 lux แต่ทำให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงเหลือเพียง 0.16=0.18 และหากพิจารณาการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ค่า VSA = 41.5°จะทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 700-800 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.19-0.23 ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน

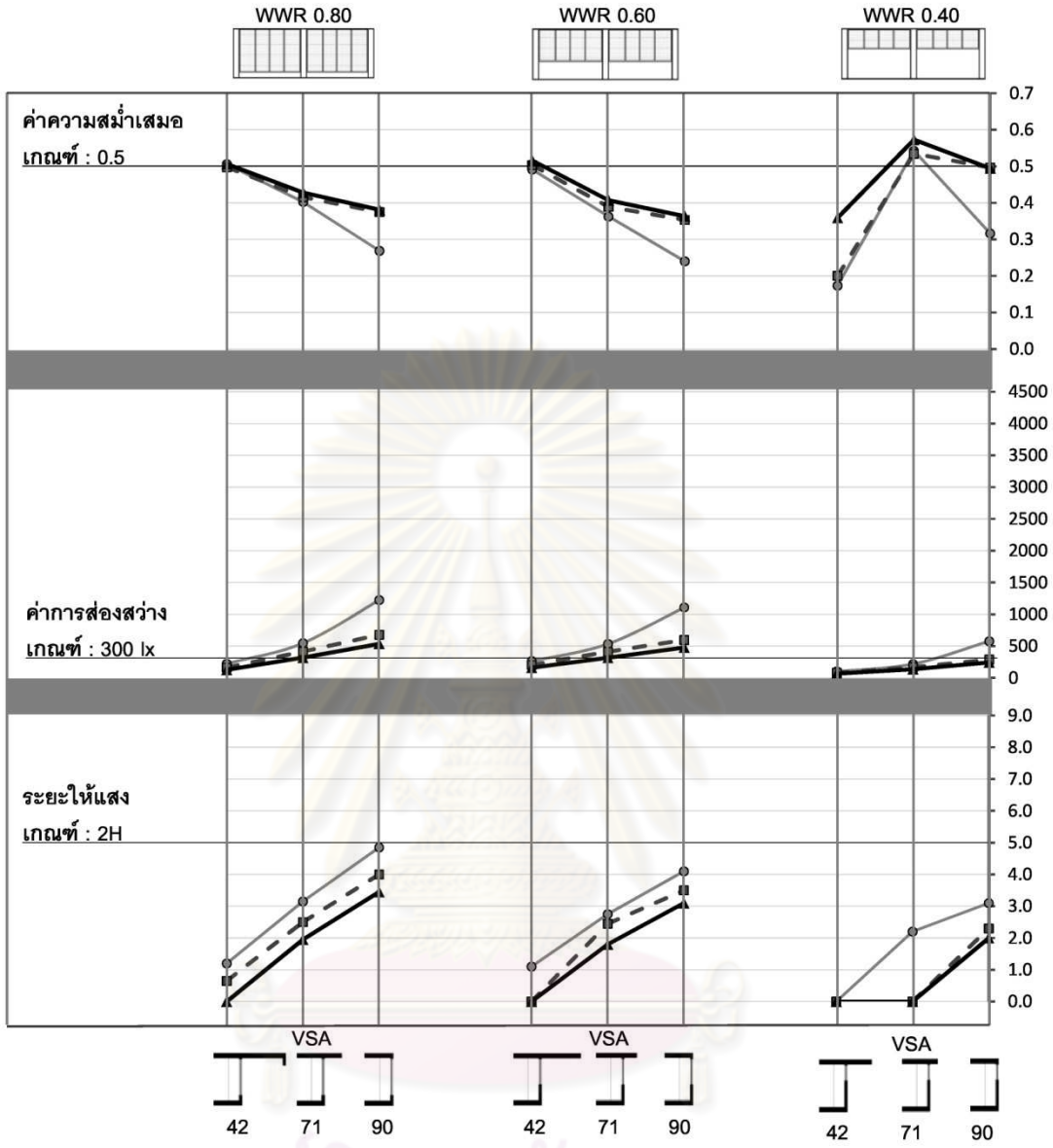
ในขณะที่ช่องแสงที่มีค่า WWR = 0.37 ประกอบกับการใช้แผงบังแดดทางนอนที่มีค่า VSA = 41.5° ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยน้อยมากอยู่ในช่วง 120-240 lux และค่าความสม่ำเสมอของแสงมีค่า 0.14-0.42 สำหรับการยื่นแผงบังแดดทางนอนที่มีค่า VSA = 70.5° จะให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 800-1,000 lux และให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงเท่ากับ 0.19 และรูปแบบที่ไม่มีแผงบังแดดทางนอนที่ให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2,000-2,400 lux ค่าความสม่ำเสมอของแสง = 0.12-0.14 จากข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าแม้จะใช้ขนาดช่องแสงที่แตกต่างกัน แต่การไม่มีแผงบังแดดทางนอนทำให้ค่าการส่องสว่างสูงมากและค่าความสม่ำเสมอต่ำอยู่ในช่วง 0.12-0.15 เท่านั้น

5.2 ความเกี่ยวเนื่องของการออกแบบช่องแสง แผงบังแดดทางนอนและทางตั้ง เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานของสถาปนิก

จากข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของช่องแสงแต่ละรูปแบบพบว่าการใช้แผงบังแดดทางตั้งและทางนอนส่งผลต่อประสิทธิภาพที่แตกต่างกันทั้งด้านปริมาณแสงและคุณภาพของแสงที่ได้ ในส่วนนี้จึงนำประสิทธิภาพการส่องสว่างเฉลี่ยทั้งปี (Average illuminances) ในบริเวณที่ให้แสงสว่างธรรมชาติคือในระยะ 4.50 ม.จากหน้าต่าง และค่าความสม่ำเสมอของแสงมาเปรียบเทียบหาความเกี่ยวเนื่องขององค์ประกอบในการออกแบบทั้งขนาดช่องแสง แผงบังแดดทางนอน และแผงบังแดดทางตั้ง ที่มีผลต่อการให้แสงสว่างในแต่ละทิศ

จากการประมวลลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติในหัวข้อ 5.1 พบว่าค่าการส่องสว่างเฉลี่ยที่มีค่าสูงอาจได้ส่งผลต่อระยะที่แสงส่องเข้ามาสู่พื้นที่ภายในเนื่องจากค่าการส่องสว่างที่มีค่าสูงส่วนมากจะอยู่ใน ระยะ 2.5 เมตรจากช่องแสงเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในส่วนนี้จึงได้นำลักษณะการให้แสงสว่างมาพิจารณาระยะที่แสงส่องเข้ามาได้โดยประเมินจากค่าการส่องสว่างที่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานคือ 300 lux โดยแจกแจงตามแต่ละทิศดังนี้

5.2.1 กรณีหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

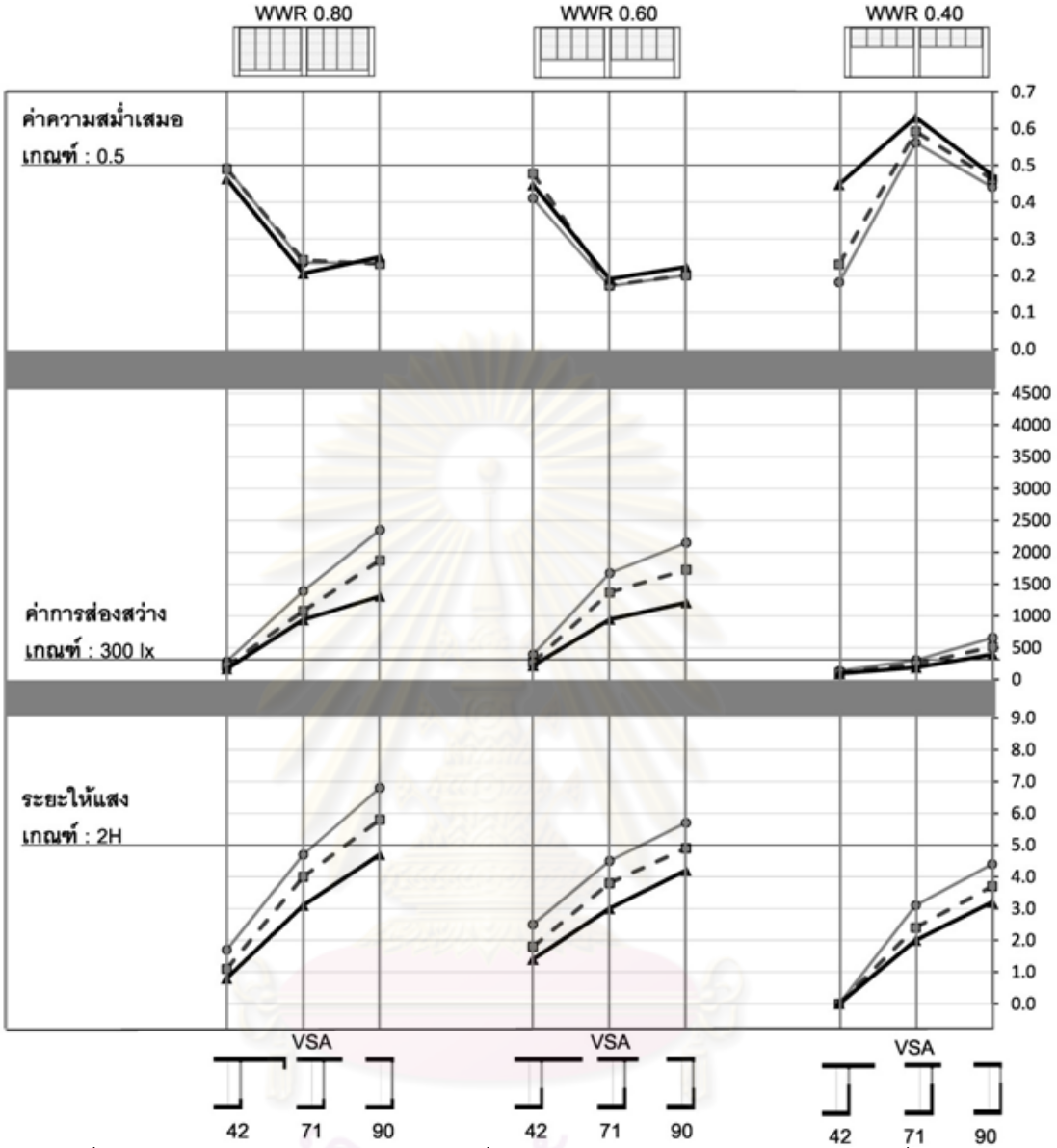


แผนภูมิที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

เมื่อพิจารณาความเกี่ยวเนื่องขององค์ประกอบการออกแบบต่อประสิทธิภาพการให้แสงทั้งด้านค่าความสม่ำเสมอของแสงและค่าการส่องสว่าง สำหรับกรณีหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ พบว่าขนาดช่องแสงในช่วง WWR = 0.60-0.80 ส่งผลต่อค่าการส่องสว่างที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์เหมือนกัน และผลจากการใช้แผงบังแดดทางนอนที่ VSA = 42° ทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยลดลงและระยะที่แสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ภายในน้อยลงแต่ทำให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงมากขึ้นและใกล้เคียงกับเกณฑ์ แต่เมื่อ WWR = 0.37 การใช้ VSA = 70° จะให้ค่าความสม่ำเสมอได้ตามเกณฑ์ และการใช้แผงบังแดดทางตั้งส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติไม่ต่างกันมากนัก

เมื่อพิจารณาระยะการให้แสงสว่างธรรมชาติ พบว่าเมื่อขนาดช่องแสงเล็กลงระยะที่แสงธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ภายในยิ่งมีค่าน้อยลงกว่าเกณฑ์มากขึ้น โดยคิดระยะตามเกณฑ์เป็นสองเม่าของความสูงช่องแสง

5.2.2 กรณีหันช่องแสงไปทางทิศใต้

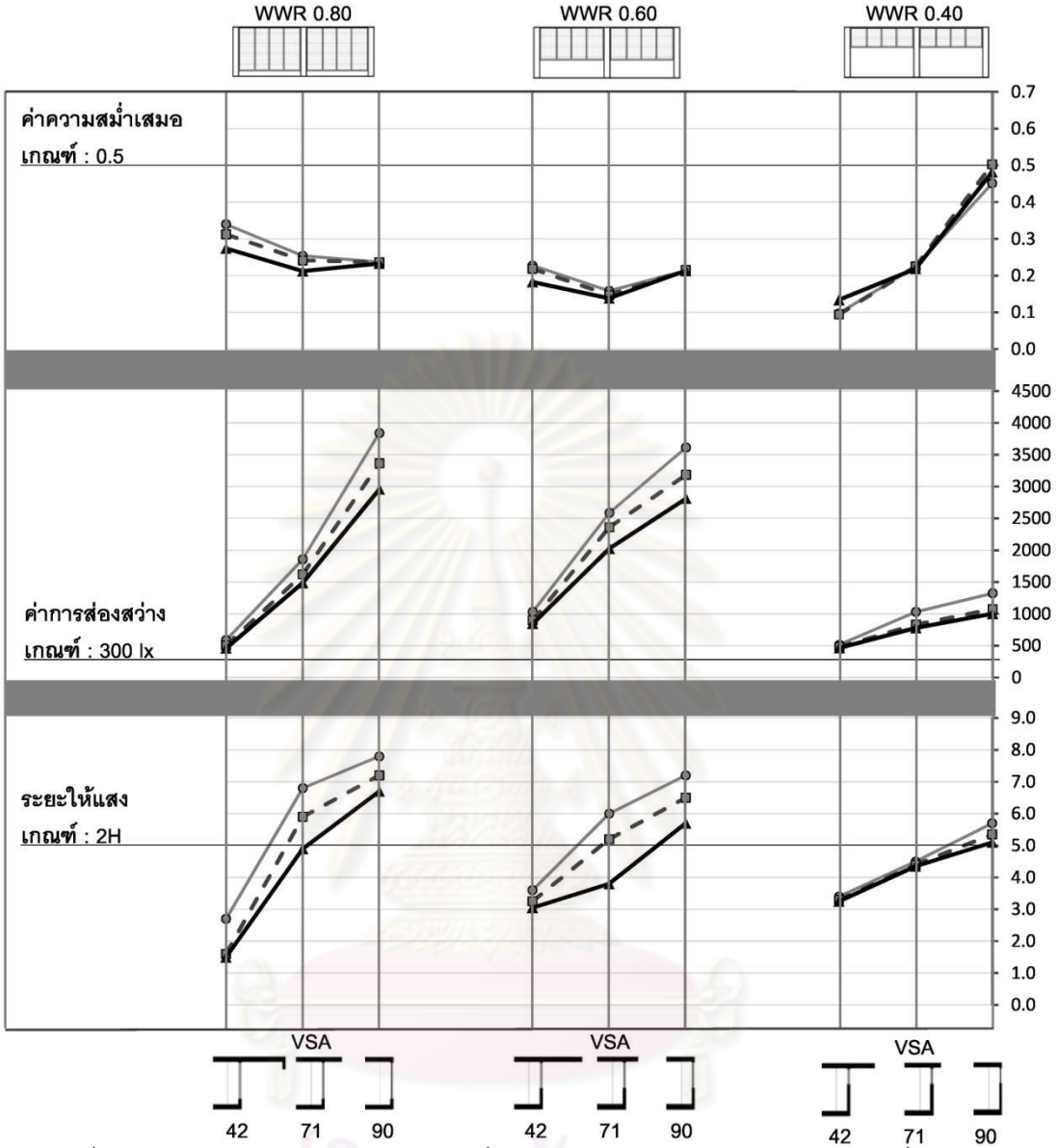


แผนภูมิที่ 5.2 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศใต้

เมื่อพิจารณาความเกี่ยวเนื่องขององค์ประกอบการออกแบบต่อประสิทธิภาพการให้แสงทั้งด้านค่าความสม่ำเสมอของแสงและค่าการส่องสว่าง สำหรับกรณีหันช่องแสงไปทางทิศใต้ พบว่าระยะยื่นของแผงบังแดดทางนอนมีผลทำให้ค่าการส่องสว่างเฉลี่ยลดลงแต่ทำให้ค่าความสม่ำเสมอของแสงมากขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์เมื่อ VSA = 42° ผลของขนาดช่องแสงต่อประสิทธิภาพการเช่นเดียวกับกรณีการหันช่องแสงไปทางทิศเหนือ

เมื่อพิจารณาระยะการให้แสงสว่างธรรมชาติ พบว่าระยะยื่นของแผงบังแดดทางนอนที่ยื่นมากขึ้นส่งผลทำให้ระยะการให้แสงธรรมชาติของพื้นที่ภายในน้อยลงอย่างชัดเจน โดยมีผลเช่นกันกันกับช่องแสงทั้ง 3 ขนาด ดังนั้นในการพิจารณานำไปใช้งานอาจเลือกออกแบบให้ตรงตามความต้องการ เช่น เลือกช่องแสงขนาดใหญ่ที่มีแผงบังแดดทางนอนยื่นมากแต่ระยะให้แสงน้อยและสม่ำเสมอ

5.2.3 กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันออก

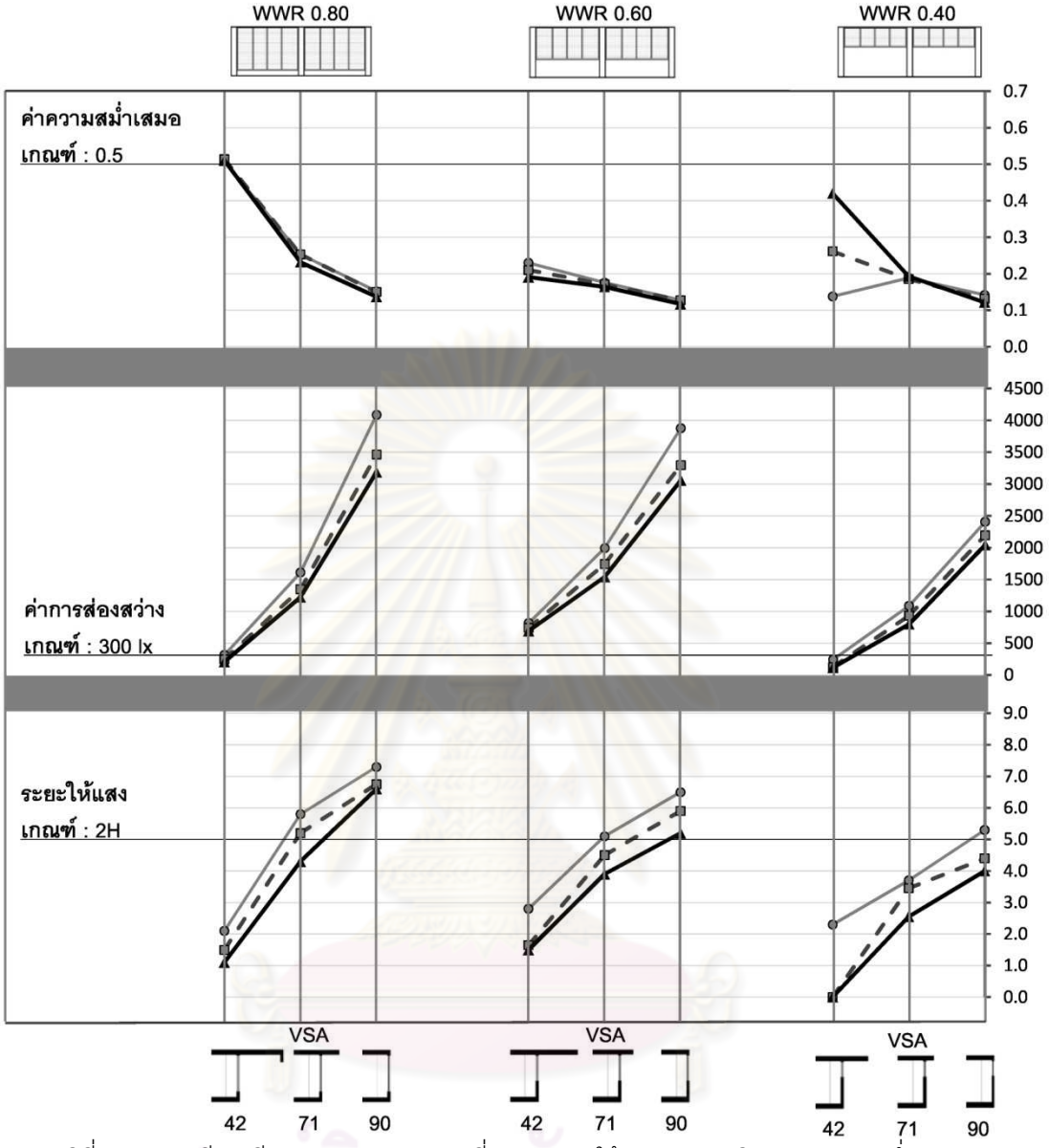


แผนภูมิที่ 5.3 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันออก

เมื่อพิจารณาความเกี่ยวเนื่องขององค์ประกอบการออกแบบต่อประสิทธิภาพการให้แสงทั้งด้านค่าความสม่ำเสมอของแสงและค่าการส่องสว่าง สำหรับกรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันออก พบว่าขนาดช่องแสงในช่วง WWR = 0.60-0.80 ส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้แสงที่ไม่ต่างกันมาก คือให้ค่าการส่องสว่างสูงกว่าเกณฑ์ไปมากและเมื่อเพิ่มระยะยื่นแผงบังแดดทางนอนจะส่งผลทำให้ค่าการส่องสว่างลดลงอย่างชัดเจน แต่กลับส่งผลต่อค่าความสม่ำเสมอของแสงไม่มากนัก

เมื่อพิจารณาช่องแสงขนาด WWR = 0.40 ที่ส่งผลให้ค่าความสม่ำเสมอลดลงอย่างมากเมื่อเพิ่มระยะยื่นแผงบังแดดทางนอนมากขึ้น โดยจะได้ค่าความสม่ำเสมอของแสงตามเกณฑ์เมื่อไม่ใช้แผงบังแดดทางนอน และเมื่อพิจารณาระยะให้แสงสว่างธรรมชาติ พบว่าขนาดช่องแสงที่มีขนาดเล็กลงไม่ทำให้ระยะที่สามารถให้แสงธรรมชาติลดลงไปด้วย

5.2.4 กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก



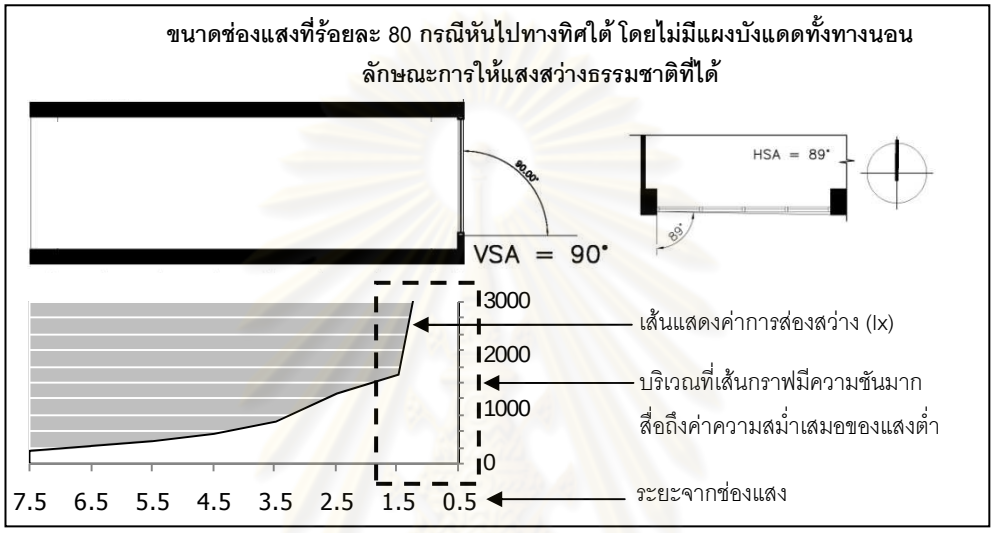
แผนภูมิที่ 5.4 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างเฉลี่ย ระยะการให้แสงธรรมชาติและค่าความสม่ำเสมอของแสง กรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก

เมื่อพิจารณาความเกี่ยวเนื่องขององค์ประกอบการออกแบบต่อประสิทธิภาพการให้แสงทั้งด้านค่าความสม่ำเสมอของแสงและค่าการส่องสว่าง สำหรับกรณีหันช่องแสงไปทางทิศตะวันตก พบว่าขนาดช่องแสงในช่วง WWR = 0.40-0.80 ส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้แสงที่ไม่ต่างกันมาก คือให้ค่าการส่องสว่างสูงกว่าเกณฑ์ไปมากและเมื่อเพิ่มระยะยื่นแผงบังแดดทางนอนจะส่งผลทำให้ค่าการส่องสว่างลดลงอย่างชัดเจน แต่กลับส่งผลต่อค่าความสม่ำเสมอของแสงไม่มากนัก เว้นแต่กรณีช่องแสง WWR = 0.80 ที่มีค่าความสม่ำเสมอใกล้เคียงเกณฑ์เมื่อมีระยะยื่นแผงบังแดดทางนอนเป็น VSA = 42°

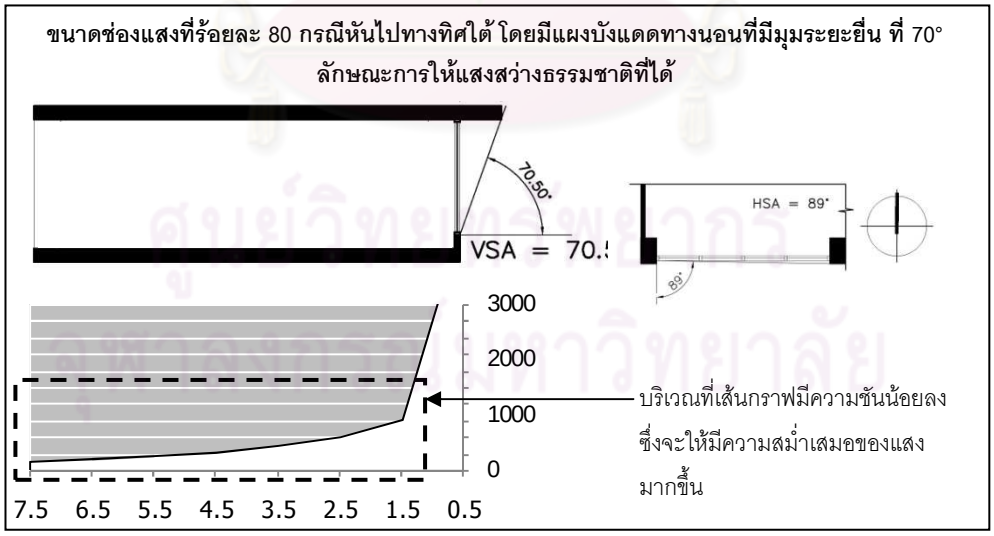
การออกแบบที่ไม่มีแผงบังแดดทางนอนส่งผลให้ค่าความสม่ำเสมอสูงสุดเพียง 0.15 สำหรับขนาดช่องแสงในช่วง WWR = 0.40-0.80 แม้จะมีระยะให้แสงธรรมชาติที่มากกว่ากรณีอื่นๆก็ตาม เมื่อพิจารณาระยะให้แสงสว่างธรรมชาติ พบว่าขนาดช่องแสงไม่มีผลทำให้ระยะที่สามารถให้แสงธรรมชาติลดลงไปด้วย

5.2.5 การนำไปประยุกต์ใช้งานของสถาปนิก

สถาปนิกที่ต้องการศึกษาประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติของการออกแบบช่องแสงด้านข้าง สามารถพิจารณาจากผลงานวิจัยชิ้นนี้ ซึ่งแสดงข้อมูลลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติด้วยกราฟค่าการส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณตามรูปแบบพื้นฐาน คือ ขนาดช่องแสงที่ร้อยละ 80, 60, 40 ของพื้นที่ผนังหนึ่งช่วงเสา โดยมีระยะการยื่นแผงบังแดดทางนอนต่างกันอยู่อย่างละ 3 ระยะและระยะแผงทางตั้งอีก 3 ระยะ โดยเริ่มจากการเลือกขนาดช่องแสงและทิศทางการหันของช่องแสง ที่ต้องการออกแบบแล้วจึงทำการพิจารณาลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติที่ได้ ซึ่งสามารถทำการเปรียบเทียบลักษณะการให้แสงในทางเลือกอื่นๆได้ เช่น



ภาพที่ 5.1 ภาพอธิบายการอ่านกราฟลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ เมื่อขนาดช่องแสงที่ร้อยละ 80 กรณีหันไปทางทิศใต้ โดยไม่มีแผงบังแดดทั้งทางนอนและทางตั้ง



ภาพที่ 5.2 ภาพอธิบายการเปรียบเทียบลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ

จากการเปรียบเทียบลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบทั้งด้านการออกแบบแผงบังแดดภายนอกหรือการออกแบบวางผังพื้นที่ใช้งานภายในให้ตรงสัมพันธ์กับบริเวณที่เส้นกราฟไม่ชันมากเกินไปซึ่งหมายถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างในบริเวณนั้นๆ

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการต่อยอดงานวิจัยต่อไปในอนาคต

ในการทำงานวิจัยชิ้นนี้เลือกการศึกษากรณีศึกษาเพื่อให้ข้อมูลรูปแบบช่องแสงที่สร้างขึ้นอ้างอิงจากการใช้งานจริง แม้ว่ารูปแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษานั้นเป็นรูปแบบพื้นฐานของการออกแบบช่องแสงทั่วไป ด้วยการศึกษาประสิทธิภาพของแต่ละรูปแบบ เพื่อให้สถาปนิกสามารถนำผลของการวิจัยไปใช้ในการณ์คาดการณ์ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติในการสร้างงานออกแบบในอนาคต และการวิเคราะห์ผลที่ได้ไม่เพียงพิจารณารูปแบบที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแต่ยังพิจาณาความเกี่ยวเนื่องของตัวแปรในการออกแบบช่องแสงทั้ง ขนาดช่องแสง แผงบังแดดทางนอน และแผงบังแดดทางตั้ง เพื่อที่จะให้เกิดความเข้าใจในผลที่ได้จากการออกแบบช่องแสงให้มากขึ้น ด้วยกรอบเวลาที่มีจำกัดงานวิจัยชิ้นนี้จึงศึกษาเพียงประสิทธิภาพด้านค่าการส่องสว่างและคุณภาพความสม่ำเสมอของแสงเท่านั้น

หากแต่ในการใช้งานจริง การออกแบบช่องแสงยังคงมีปัจจัยอื่นๆที่ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ตัดออกจากกรอบการศึกษา เช่น คุณสมบัติของกระจกที่ใช้ในแต่ละกรณีศึกษาส่งผลต่อการให้แสงสว่างธรรมชาติมากน้อยเพียงใด หรือลักษณะการให้แสงสว่างธรรมชาติที่เกิดขึ้นมีผลต่อพฤติกรรมของผู้ใช้หรืออย่างไร ซึ่งคำถามเหล่านี้ล้วนสามารถนำไปศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่คำถามวิจัยที่จะสานต่อจากงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ครบถ้วนในทุกๆด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิจกรรมเพื่อชุมชน บริษัท ไมโครซอฟท์ (ประเทศไทย) จำกัด. โครงการพัฒนาห้องสมุดประชาชนสวนลุมพินี. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.microsoft.com/thailand/lumpini/ [2553, พฤศจิกายน 8]

งานบริการสารนิเทศ สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. แผนผังห้องบริการภายในอาคารเฉลิมพระเกียรติ. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.lib.kmitl.ac.th/central/index.php?option=com_content&view=article&id=153&Itemid=84&lang=th [2553, พฤศจิกายน 6]

งานสารสนเทศและห้องสมุดสตางค์ มงคลสุข คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ประวัติและวิวัฒนาการ. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://stang.sc.mahidol.ac.th/history.htm [2553, พฤศจิกายน 2]

บรรณสิทธิ์ จิตตะยโศธร. การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยการใช้ระบบท่อนำแสงทางด้านข้างของอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

พิรุฬห์รัตน์ บุริประเสริฐ. รูปแบบของช่องเปิดด้านข้างเพื่อการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารสำนักงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ศตวรรษ พรหมมา. การใช้แสงธรรมชาติในอาคารใต้ดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ข้อมูลศูนย์ หอสมุดกลาง. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา: http://www.car.chula.ac.th/aboutus/11/ [2553, สิงหาคม 22]

สุชาติ อนันต์ศิริวัฒนา. แนวทางการออกแบบช่องแสงด้านข้างส่วนบนของเอเทรียมเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารเขตร้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2551.

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ประวัติความเป็นมา. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา: http://www.lib.ru.ac.th/about/historical.html [2553, พฤศจิกายน 8]

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ประวัติห้องสมุดโดยสังเขป. [ออนไลน์]. 2549. แหล่งที่มา: http://lib.swu.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=11&Itemid=61 [2553, พฤศจิกายน 8]

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. ประวัติและพัฒนาการสำนักหอสมุด. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา: http://library.bu.ac.th/about/history/history.cfm [2553, ธันวาคม 18]

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. รู้จักห้องสมุด. [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: http://www.lib.ku.ac.th/index.php/kulc [2553, สิงหาคม 23]

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม. ประวัติสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยศรีปทุม. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา: http://librarytest.spu.ac.th/content/0/5165.php [2554, มกราคม 14]

สำนักหอสมุดแห่งชาติ. ความเป็นมาของสำนักหอสมุดแห่งชาติ. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.nlt.go.th/th_about.htm [2553, พฤศจิกายน 2]

หอสมุดดำรงราชานุภาพ. ความเป็นมา. [ออนไลน์]. 2550. แหล่งที่มา: http://www.princedamronglib.org/library/library_sub.html [2553, พฤศจิกายน 3]

หอสมุดสาขา วังท่าพระ สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศิลปากร. ประวัติความเป็นมา. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.thapra.lib.su.ac.th/Information/#about [2553, สิงหาคม 23]

อวิรุทธ์ อุรุพงศา. การใช้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านข้างส่วนบน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างในห้องเรียนในชนบท. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ภาษาอังกฤษ

Datta, A. Daylighting in Cambridge Libraries: shifting focus over time. [Online]. 2009. Available from: http://www.thedaylightsite.com/showarticle.asp?id=61&tp=6 [2010, December 1]

Dubios, C., Demers, C. and Potivin, C. Daylit Space and Comfortable Occupants: A variety of luminous ambiences in support of diversity of individuals [Online]. 2009. Available from: http://www.plea2009.arc.ulaval.ca/En/Proceedings.html#7 [2010, November 17]

Egan, M.D.. Concept in Architectural Lighting. United states of America, McGraw-Hill Book Company, 1983.

H.W.Li, D. and Lam J.C.. An investigation of Daylighting performance and energy saving in daylit corridor. Energy and Buildings 35 (2003): 365-373

Ho, M.C., Chiang, C.M., Chou, P.C., Chang, K.F. and Lee, C.Y.. Optimal sun-shading design for enhanced daylight illumination of subtropical classrooms. Energy and Buildings 40 (2008): 1844-1855

Illuminating Engineering Society of North America. Lighting Handbook: Reference & Application. New York, Illuminating Engineering Society of North America, 2000.

Pridi Banomyong Libray. About us. [Online]. 2006. Available from: http://library.tu.ac.th/pridi2/history.htm [2010, November 8]

The Jim Thomson Art Center. William Warren Library. [Online]. 2011. Available from: http://www.thejimthompsonartcenter.org/web/main.php?m=library [2010, November 1]

The Library of King Mongkut's University of Technology Thonburi. About. [Online]. 2009. Available from: http://www.lib.kmutt.ac.th/about/index.jsp [2010, November 7]

The Neilson Hays Library. Historic Beginnings. [Online]. 2009. Available from: http://www.neilsonhayslibrary.com /#!neilson-hays-history [2010, November 8]

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก – หลักการที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบแสงสว่าง

1) พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านตัวกลางชนิดต่าง ๆ เช่น อากาศของเหลว วัตถุโปร่งแสง วัตถุทึบแสง เป็นต้น ทางเดิน หรือพฤติกรรมของแสงจะเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น มีลักษณะที่จำแนกได้ ดังนี้

1) การดูดกลืน เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปของพลังงาน โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน

2) การสะท้อน เป็นพฤติกรรมที่แสงกระทบบนตัวกลางและสะท้อนออก โดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะของการสะท้อนสามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

- การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Specular reflection) เป็นลักษณะที่เกิดเมื่อแสงตกกระทบลงบนตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสงมีลักษณะเป็นผิวเรียบขัดมัน โดยการสะท้อนจะมีลักษณะของมุมของแสงที่ตกกระทบเท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน
- การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse reflection) เป็นลักษณะที่เกิดเมื่อแสงตกกระทบลงบนวัตถุที่ทึบแสงที่มีผิวหยาบไม่เรียบสม่ำเสมอ ส่งผลให้แสงที่สะท้อนออกมาถูกสะท้อนออกไปในหลาย ๆ ทิศทางซึ่งส่วนใหญ่มุมของแสงที่สะท้อนที่กระจายออกไปจะไม่เท่ากับมุมของแสงที่ตกกระทบ

3) การส่องผ่าน เกิดขึ้นเมื่อมีแสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง แล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง ปริมาณแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืน รวมกับปริมาณแสงที่สะท้อนกลับรวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่าน

2) สภาพท้องฟ้า

การใช้แสงธรรมชาติในการให้ความสว่างในการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง จะพบว่าความเข้มแสงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลง ปริมาณเมฆ และอนุภาคในอากาศ เช่น ฝุ่น ควันหรือไอน้ำ โดยทั่วไปสภาพของท้องฟ้าสามารถพิจารณาได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

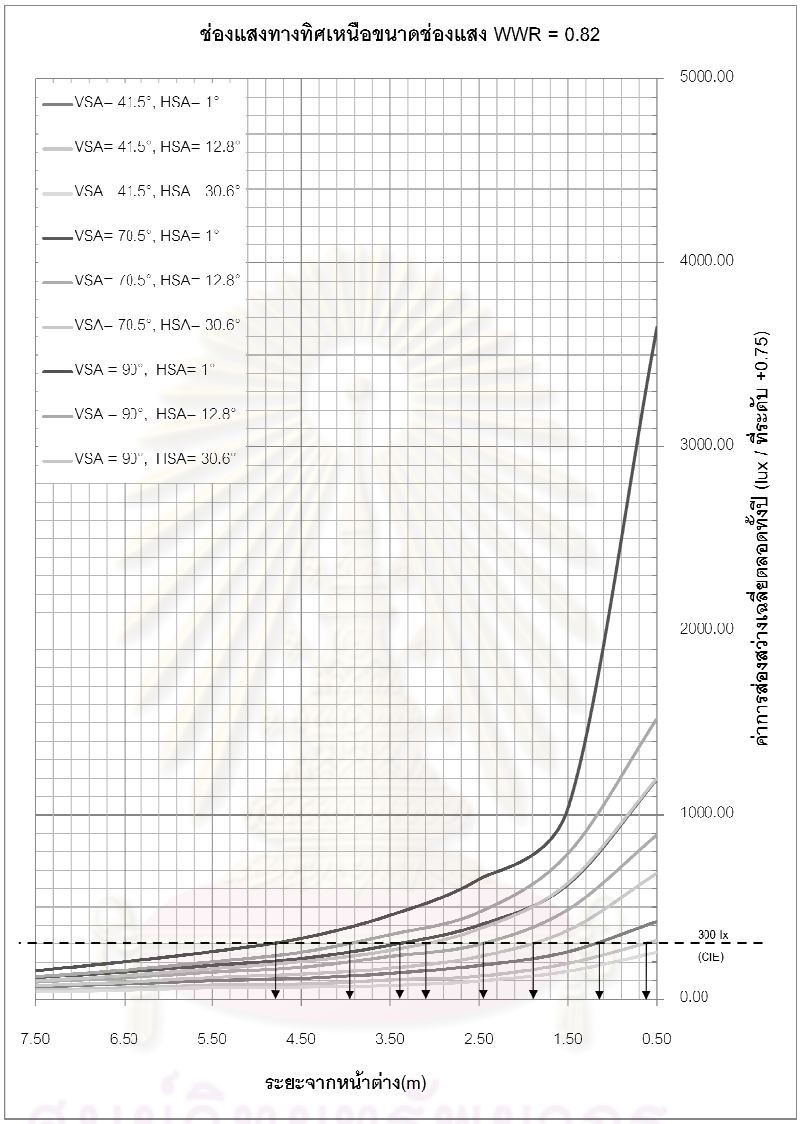
1) สภาพท้องฟ้าแจ่มใส (Clear sky) คือ ท้องฟ้าเมื่อไม่มีเมฆปกคลุมความสว่างจากท้องฟ้าทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ แสงกระจายจากท้องฟ้าและแสงจากดวงอาทิตย์ตรงที่เปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งและมุมต่าง ๆ ที่เกิดจากการเดินทางตามวงโคจรของดวงอาทิตย์

2) สภาพท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน (Partly cloudy sky) ส่วนมากจะพบในพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณเขตเส้นศูนย์สูตร การหาค่าความเข้มแสงจากท้องฟ้าประเภทนี้ กระทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากความเข้มแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อันเป็นผลมาจากเมฆ และอนุภาคในอากาศที่มาบดบังหรือหักเหแสงแดดตรงในบางช่วงเวลา

3) สภาพท้องฟ้าเมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast sky) คือ สภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมเต็มท้องฟ้าจนไม่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ได้ ส่งผลให้ไม่มีแสงแดดตรงเดินทางผ่านมาได้คงเหลือแต่เพียงแสงในแนวราบเพียงเท่านั้น

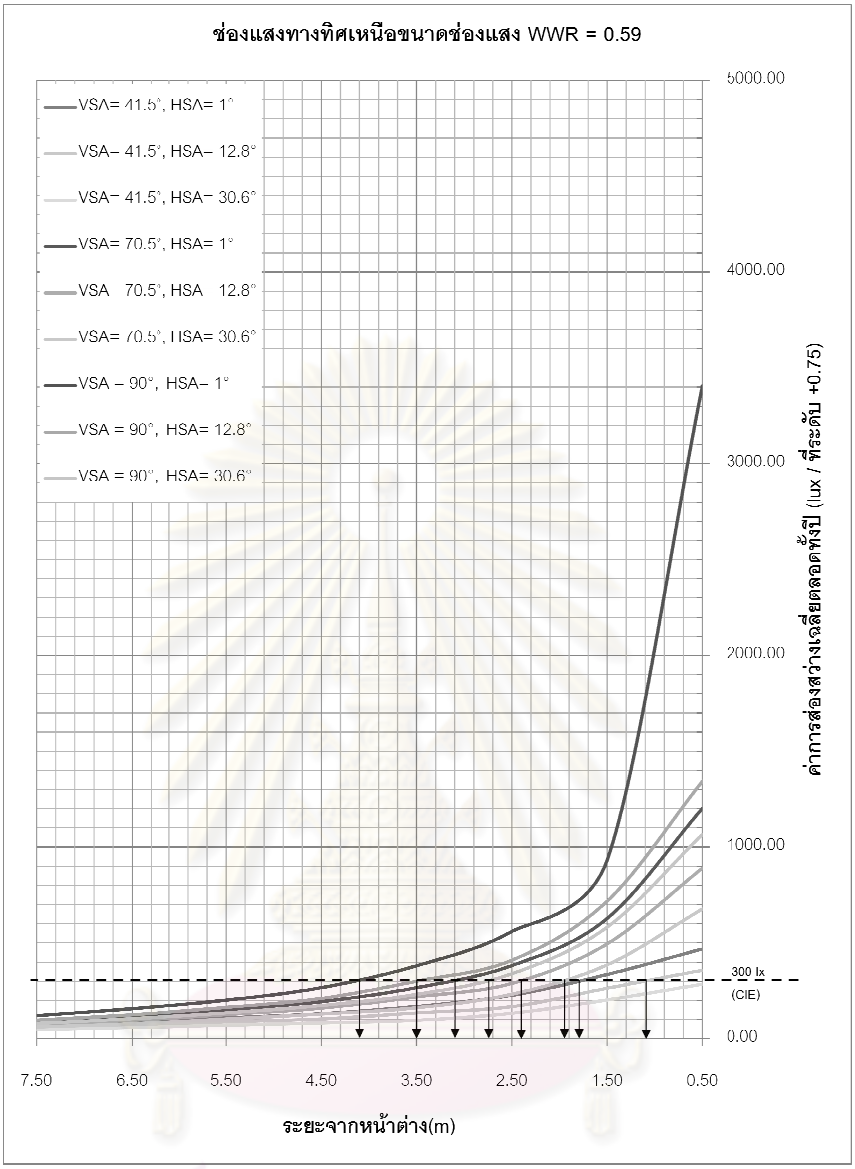
ภาคผนวก ข – การคำนวณระยะให้แสงธรรมชาติ จากข้อมูลค่าการส่องสว่างและการคำนวณหาความสม่ำเสมอของแสง

ช่องแสงด้านทิศเหนือ ของ WWR = 0.82



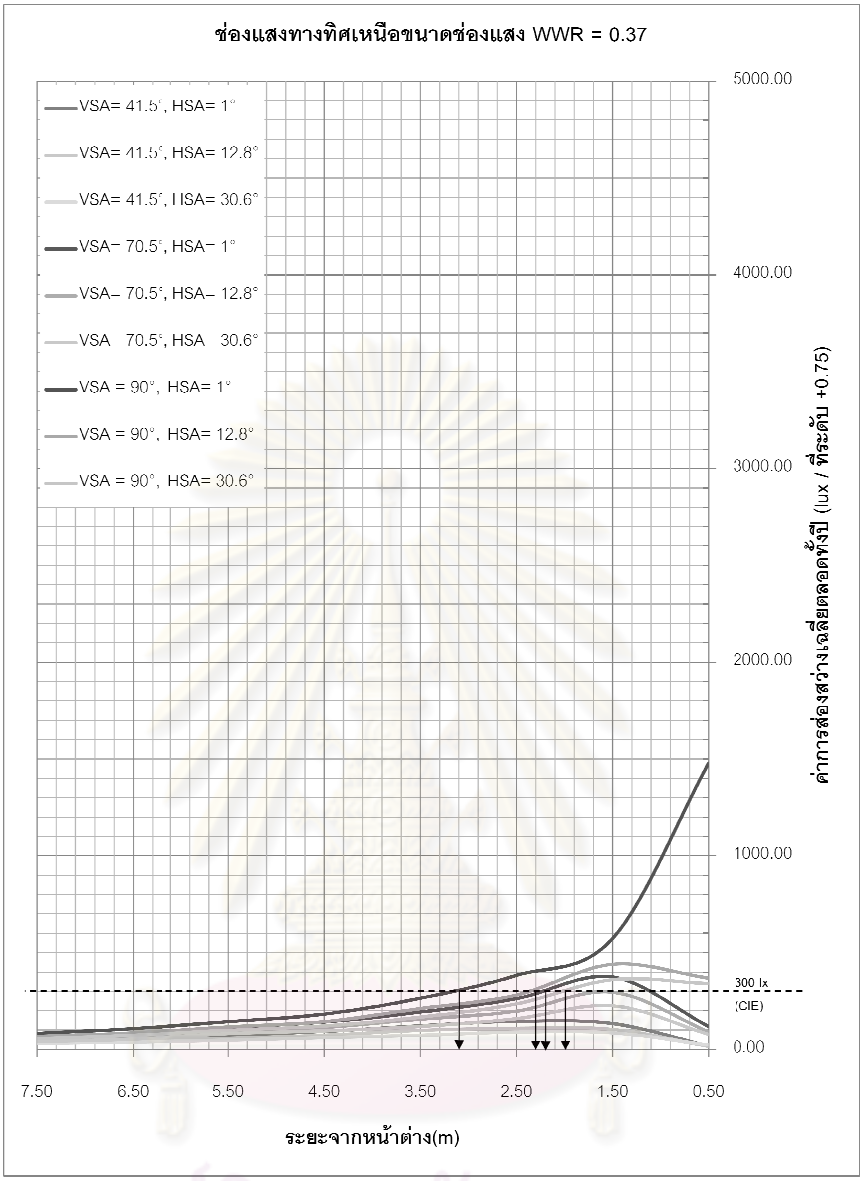
NORTH ระยะจากหน้าต่าง(m)	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.82								
	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	65.30	49.10	39.85	116.75	93.05	73.45	154.80	121.80	98.55
6.50	82.50	60.50	48.60	147.55	115.60	91.60	203.20	157.35	127.50
5.50	100.55	77.00	62.60	183.15	146.30	117.45	258.35	202.75	164.65
4.50	112.80	81.95	65.10	219.85	172.80	136.40	329.20	254.10	204.10
3.50	140.25	103.55	74.35	292.50	231.60	167.95	455.20	350.30	264.95
2.50	182.80	124.60	98.30	401.75	296.35	231.00	651.40	471.80	380.95
1.50	257.15	194.15	151.10	623.30	486.30	373.60	1036.30	790.90	631.15
0.50	421.60	319.20	254.15	1194.05	892.60	684.00	3647.95	1523.30	1199.10
maximum values of illuminance	421.60	319.20	254.15	1194.05	892.60	684.00	3647.95	1523.30	1199.10
minimum values of illuminance	112.80	81.95	65.10	219.85	172.80	136.40	329.20	254.10	204.10
Average illuminace	222.92	164.69	128.60	546.29	415.93	318.59	1224.01	678.08	536.05
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.51	0.50	0.51	0.40	0.42	0.43	0.27	0.37	0.38
Depth	1.20	0.65		3.15	2.50	1.95	4.85	4.00	3.45

ช่องแสงด้านทิศเหนือ ของ WWR = 0.59



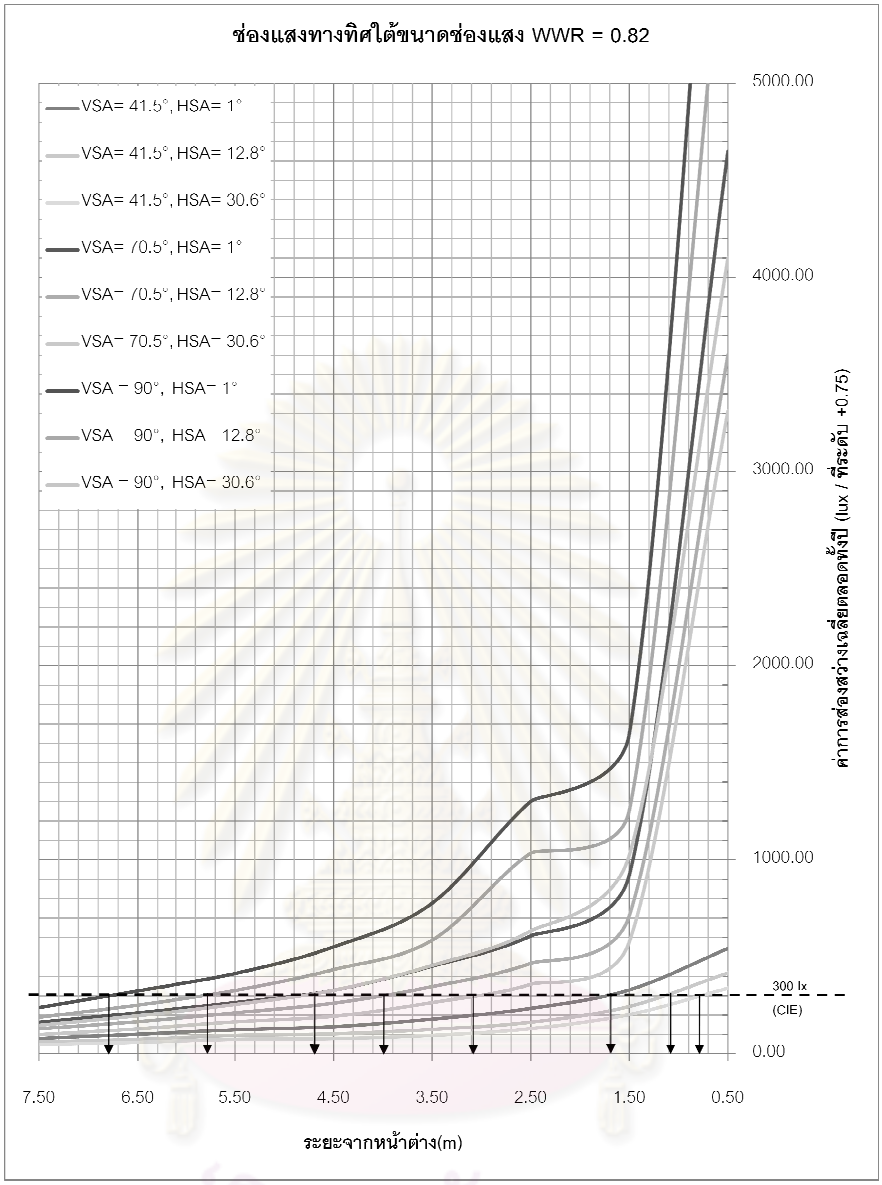
NORTH	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.59								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	75.50	59.20	47.85	94.05	76.40	61.75	120.95	96.95	80.15
6.50	91.55	71.35	57.50	119.10	96.00	77.70	157.65	125.65	104.65
5.50	108.45	88.25	70.75	152.00	126.20	103.20	201.75	164.35	135.35
4.50	130.75	103.40	82.60	193.75	159.75	129.25	266.50	210.75	173.85
3.50	168.60	135.25	96.10	266.40	217.90	162.00	381.35	300.40	231.50
2.50	226.70	167.85	133.40	382.05	289.15	232.80	560.00	410.20	339.15
1.50	335.70	263.35	203.20	627.90	495.20	386.20	932.25	718.30	582.25
0.50	469.40	357.70	285.25	1202.30	890.60	677.15	3405.85	1343.60	1066.65
maximum values of illuminance	469.40	357.70	285.25	1202.30	890.60	677.15	3405.85	1343.60	1066.65
minimum values of illuminance	130.75	103.40	82.60	193.75	159.75	129.25	266.50	210.75	173.85
Average illuminace	266.23	205.51	160.11	534.48	410.52	317.48	1109.19	596.65	478.68
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.49	0.50	0.52	0.36	0.39	0.41	0.24	0.35	0.36
Depth	1.10			2.75	2.45	1.80	4.10	3.50	3.10

ช่องแสงด้านทิศเหนือ ของ WWR = 0.37



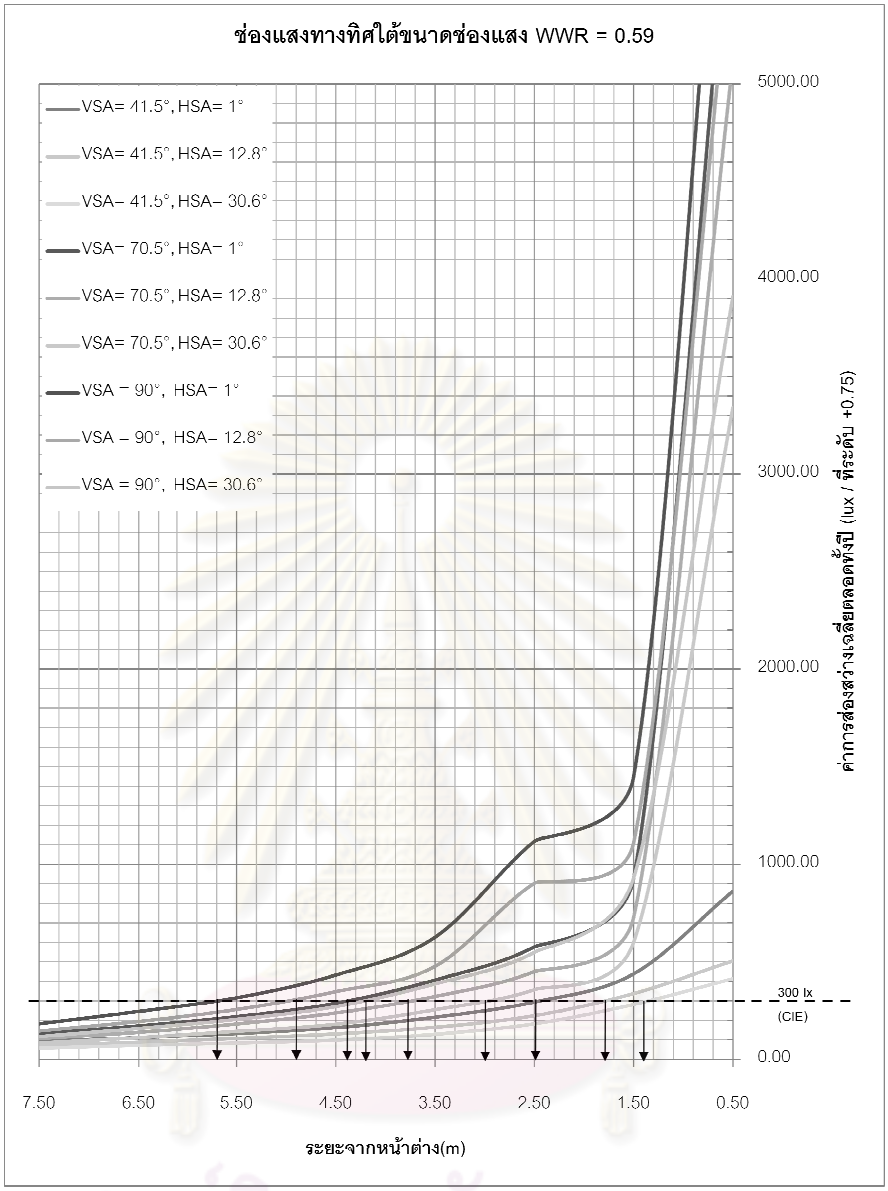
NORTH ระยะจากหน้าต่าง(m)	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.37								
	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	50.90	39.95	32.25	63.90	51.65	41.90	83.15	67.00	56.25
6.50	62.45	48.75	39.60	81.50	65.10	54.00	107.75	85.40	72.95
5.50	73.40	59.00	48.85	115.05	94.35	82.05	143.40	116.45	99.50
4.50	92.90	73.35	61.20	141.40	114.90	96.00	182.40	143.55	121.20
3.50	122.00	98.75	73.45	192.70	156.75	119.40	265.05	211.75	167.10
2.50	145.55	109.95	89.10	263.30	198.05	158.85	383.20	281.25	236.10
1.50	134.45	104.00	85.30	374.55	296.00	226.25	573.60	440.10	361.10
0.50	17.80	16.10	23.90	118.30	91.65	77.70	1478.75	368.85	340.50
maximum values of illuminance	145.55	109.95	89.10	374.55	296.00	226.25	1478.75	440.10	361.10
minimum values of illuminance	17.80	16.10	23.90	118.30	91.65	77.70	182.40	143.55	121.20
Average illuminace	102.54	80.43	66.59	218.05	171.47	135.64	576.60	289.10	245.20
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.17	0.20	0.36	0.54	0.53	0.57	0.32	0.50	0.49
Depth				2.20			3.10	2.30	2.00

ช่องแสงด้านทิศใต้ ของ WWR = 0.82



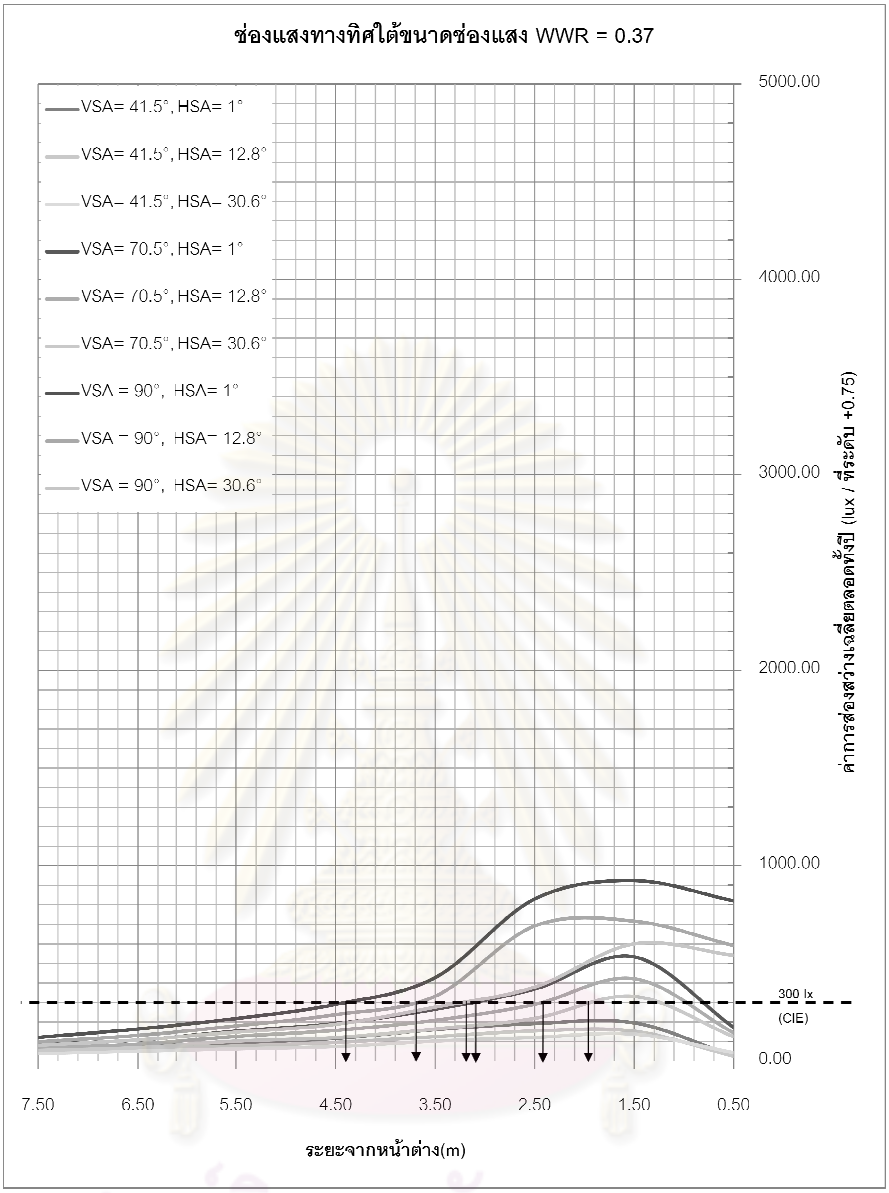
SOUTH ระยะจากหน้าต่าง(m)	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.82								
	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	79.90	60.40	47.40	162.70	129.75	99.65	238.70	188.85	146.80
6.50	101.75	74.85	60.35	211.45	165.80	129.45	324.55	251.90	197.10
5.50	123.95	95.25	74.70	264.55	211.85	164.95	414.40	327.30	254.90
4.50	140.60	103.60	78.35	327.65	261.35	194.00	551.25	434.30	327.90
3.50	179.50	126.80	95.70	452.60	346.65	264.80	776.60	586.00	456.25
2.50	234.20	163.50	130.00	608.60	467.30	359.15	1301.60	1034.70	633.95
1.50	330.30	244.75	202.95	922.80	713.75	578.20	1650.90	1255.65	1025.35
0.50	543.30	417.80	338.60	4651.20	3601.50	3312.75	7478.35	6056.85	4100.65
maximum values of illuminance	543.30	417.80	338.60	4651.20	3601.50	3312.75	7478.35	6056.85	4100.65
minimum values of illuminance	140.60	103.60	78.35	327.65	261.35	194.00	551.25	434.30	327.90
Average illuminace	285.58	211.29	169.12	1392.57	1078.11	941.78	2351.74	1873.50	1308.82
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.49	0.49	0.46	0.24	0.24	0.21	0.23	0.23	0.25
Depth	1.70	1.10	0.80	4.70	4.00	3.10	6.80	5.80	4.70

ช่องแสงด้านทิศใต้ ของ WWR = 0.59



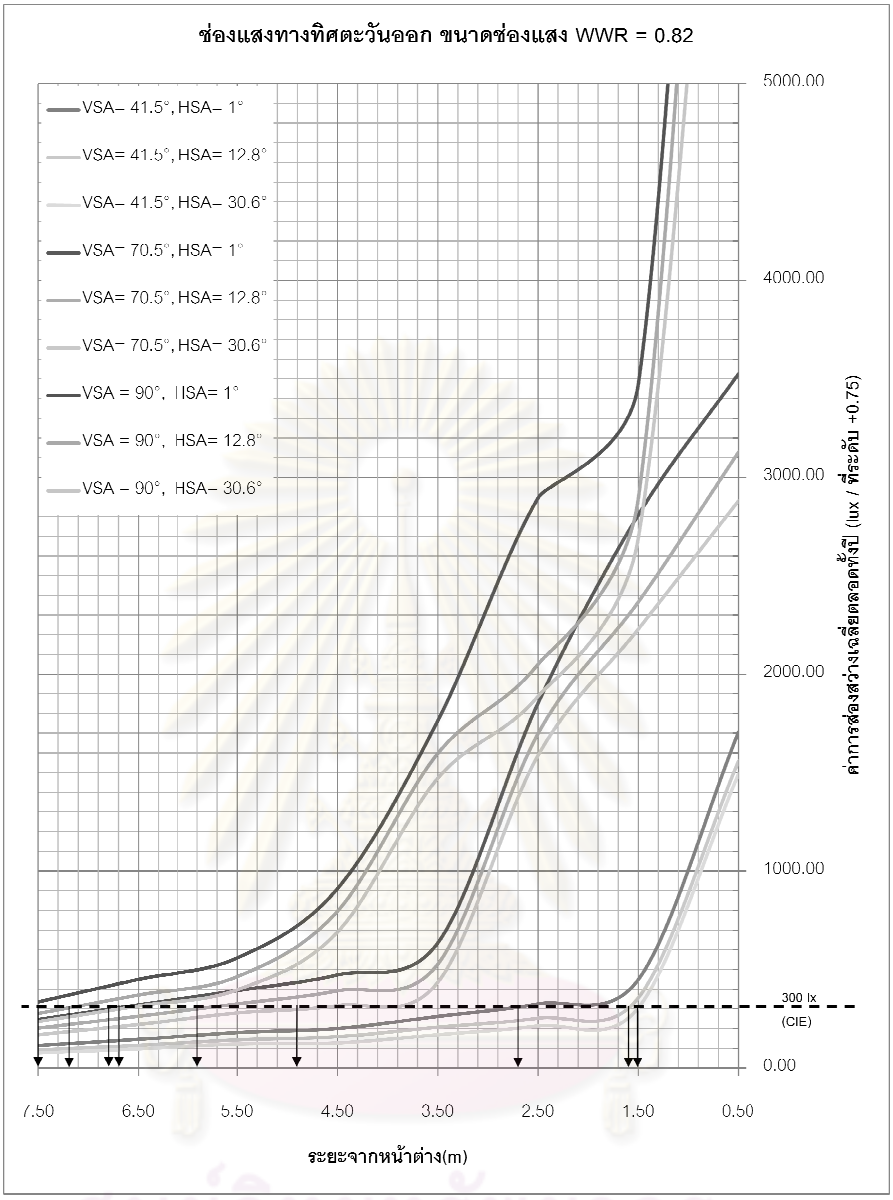
SOUTH	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.59								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	92.35	71.95	57.25	131.75	106.20	83.65	182.00	145.15	116.35
6.50	111.90	87.85	71.70	171.15	137.95	111.05	245.15	194.40	158.50
5.50	132.75	107.75	83.40	218.95	181.05	143.70	315.45	255.85	204.45
4.50	161.85	129.90	98.70	287.15	237.85	180.45	432.35	346.90	270.80
3.50	216.00	164.00	128.70	406.75	322.15	254.15	625.55	476.75	386.65
2.50	293.75	223.95	182.00	576.75	450.55	357.30	1117.65	902.35	548.80
1.50	438.15	337.00	281.10	927.85	728.20	600.30	1449.00	1110.75	930.15
0.50	862.80	504.95	413.90	6173.45	5113.85	3341.45	7125.75	5791.50	3911.75
maximum values of illuminance	862.80	504.95	413.90	6173.45	5113.85	3341.45	7125.75	5791.50	3911.75
minimum values of illuminance	161.85	129.90	98.70	287.15	237.85	180.45	432.35	346.90	270.80
Average illuminace	394.51	271.96	220.88	1674.39	1370.52	946.73	2150.06	1725.65	1209.63
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.41	0.48	0.45	0.17	0.17	0.19	0.20	0.20	0.22
Depth	2.50	1.80	1.40	4.50	3.80	3.00	5.70	4.90	4.20

ช่องแสงด้านทิศใต้ ของ WWR = 0.37



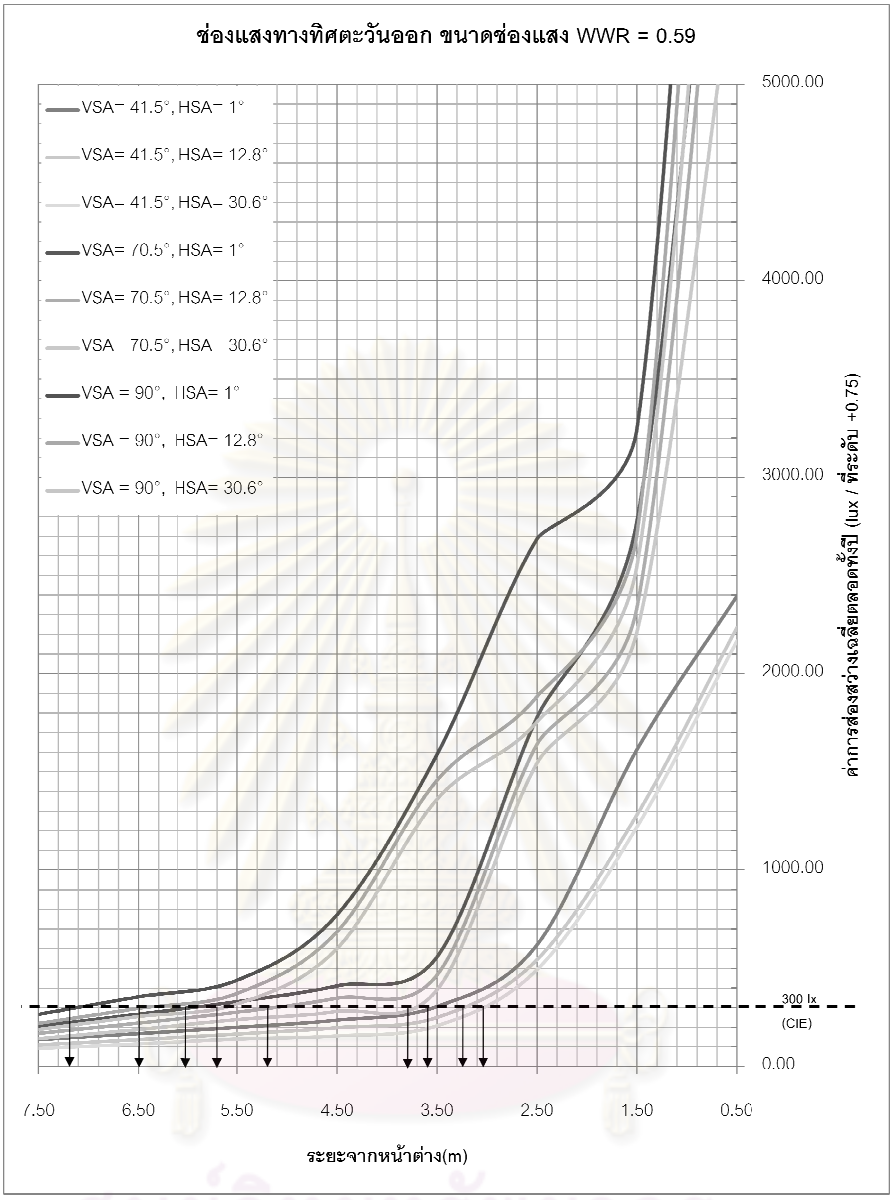
SOUTH ระยะจากหน้าต่าง(m)	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.37								
	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	60.95	47.50	39.35	85.20	68.80	54.60	121.50	98.40	80.55
6.50	77.25	61.90	50.65	107.60	86.50	69.05	164.45	131.65	108.60
5.50	94.90	77.90	63.15	153.00	126.40	102.65	217.95	179.60	148.45
4.50	116.65	95.20	74.90	191.85	157.45	120.85	290.15	237.35	187.90
3.50	161.60	125.45	102.20	265.00	208.80	164.55	427.40	332.10	276.35
2.50	192.35	154.50	121.80	369.05	289.95	218.50	829.35	691.50	379.00
1.50	195.60	152.95	137.90	533.20	421.45	330.80	924.40	716.25	599.85
0.50	25.10	25.55	43.00	172.05	144.75	123.95	819.30	590.95	541.15
maximum values of illuminance	195.60	154.50	137.90	533.20	421.45	330.80	924.40	716.25	599.85
minimum values of illuminance	25.10	25.55	43.00	172.05	144.75	120.85	290.15	237.35	187.90
Average illuminace	138.26	110.73	95.96	306.23	244.48	191.73	658.12	513.63	396.85
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.18	0.23	0.45	0.56	0.59	0.63	0.44	0.46	0.47
Depth				3.10	2.40	2.00	4.40	3.70	3.20

ช่องแสงด้านทิศตะวันออก ของ WWR = 0.82



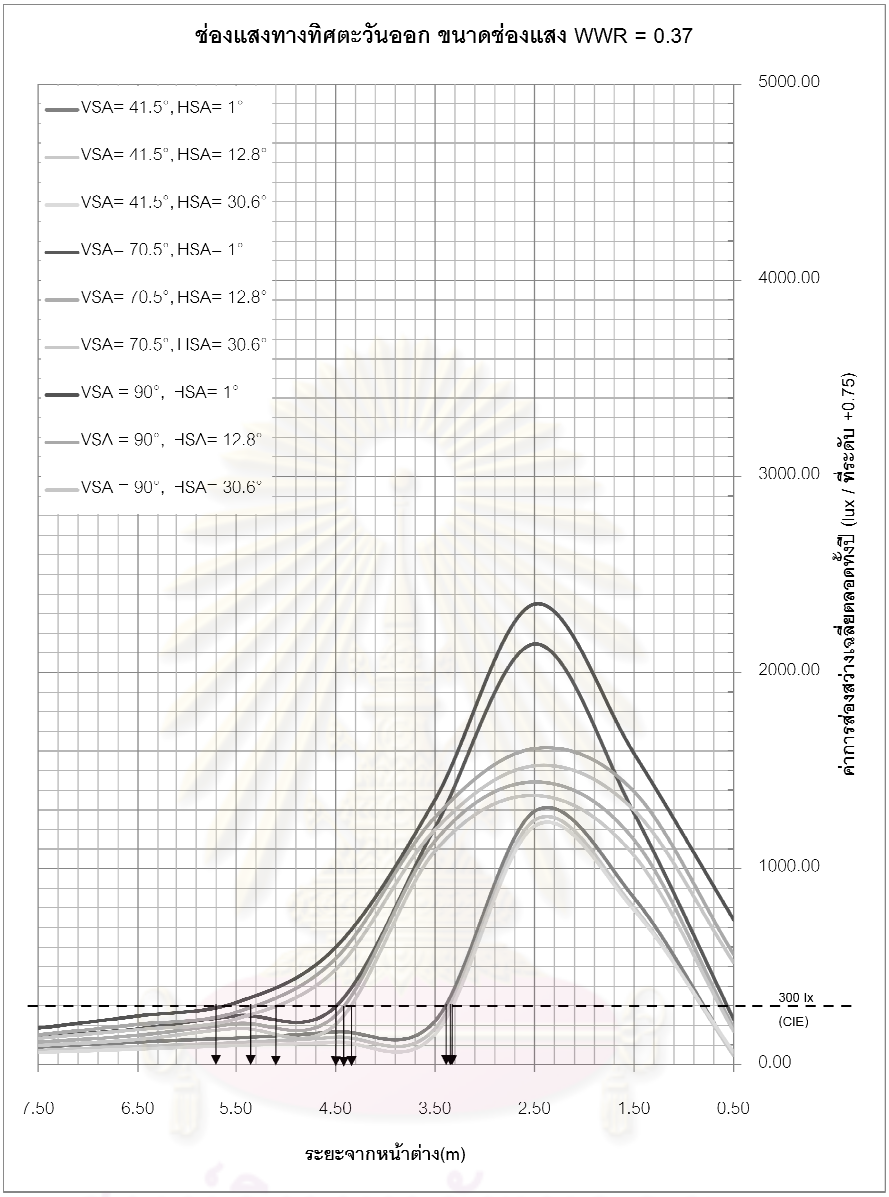
EAST	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.82								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	113.40	90.90	75.40	246.10	201.75	167.80	335.35	276.00	234.90
6.50	144.50	114.70	96.55	320.55	262.20	220.05	449.60	370.00	314.60
5.50	179.40	142.20	121.00	393.30	324.85	278.90	558.25	463.60	396.40
4.50	199.85	158.25	126.35	472.50	391.90	316.45	911.00	796.15	689.55
3.50	261.15	206.30	168.10	633.80	525.90	433.60	1762.60	1596.75	1470.40
2.50	325.40	252.25	213.15	1854.35	1698.80	1588.65	2895.70	2050.85	1888.05
1.50	448.95	356.10	305.70	2809.50	2366.45	2229.15	3473.20	2892.20	2692.55
0.50	1706.50	1558.65	1493.30	3526.30	3127.75	2880.40	10173.50	9500.00	8055.35
maximum values of illuminance	1706.50	1558.65	1493.30	3526.30	3127.75	2880.40	10173.50	9500.00	8055.35
minimum values of illuminance	199.85	158.25	126.35	472.50	391.90	316.45	911.00	796.15	689.55
Average illuminace	588.37	506.31	461.32	1859.29	1622.16	1489.65	3843.20	3367.19	2959.18
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.34	0.31	0.27	0.25	0.24	0.21	0.24	0.24	0.23
Depth	2.70	1.60	1.50	6.80	5.90	4.90	7.80	7.20	6.70

ช่องแสงด้านทิศตะวันออก ของ WWR = 0.59



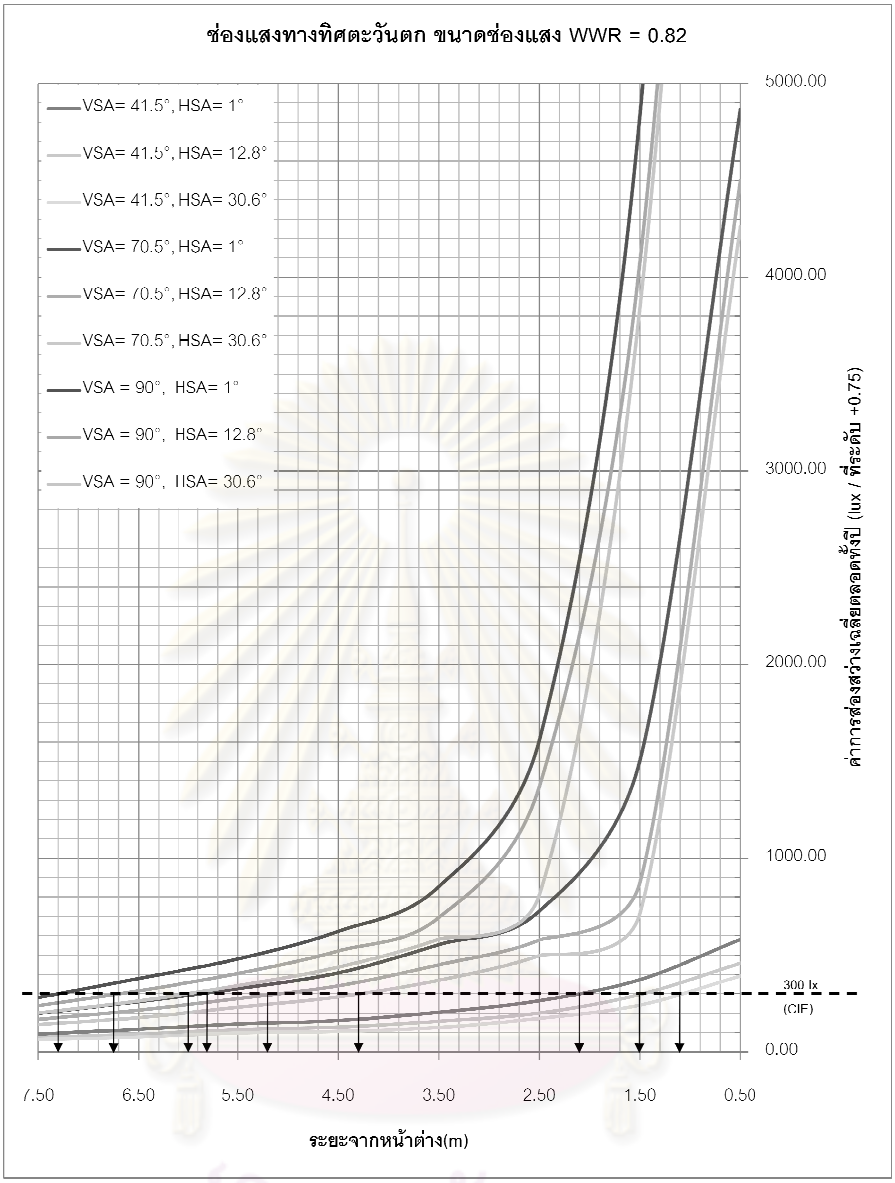
EAST	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.59								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	136.80	109.40	92.00	205.00	168.10	141.45	265.75	218.90	188.20
6.50	167.40	136.20	114.85	266.80	221.10	187.65	354.85	295.95	254.55
5.50	198.60	164.70	139.20	330.05	276.45	238.60	439.20	371.60	318.45
4.50	235.30	197.10	155.00	410.80	347.75	280.60	771.75	685.50	600.30
3.50	305.10	249.50	207.15	558.60	466.45	390.75	1589.10	1457.75	1361.00
2.50	619.20	543.75	492.95	1778.20	1640.65	1544.80	2686.35	1884.35	1755.75
1.50	1613.70	1281.25	1219.65	2776.90	2336.70	2213.00	3247.00	2710.70	2549.00
0.50	2394.90	2234.35	2165.95	7411.45	7013.15	5708.05	9778.50	9187.60	7798.95
maximum values of illuminance	2394.90	2234.35	2165.95	7411.45	7013.15	5708.05	9778.50	9187.60	7798.95
minimum values of illuminance	235.30	197.10	155.00	410.80	347.75	280.60	771.75	685.50	600.30
Average illuminace	1033.64	901.19	848.14	2587.19	2360.94	2027.44	3614.54	3185.18	2813.00
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.23	0.22	0.18	0.16	0.15	0.14	0.21	0.22	0.21
Depth	3.60	3.25	3.05	6.00	5.20	3.80	7.20	6.50	5.70

ช่องแสงด้านทิศตะวันออก ของ WWR = 0.37



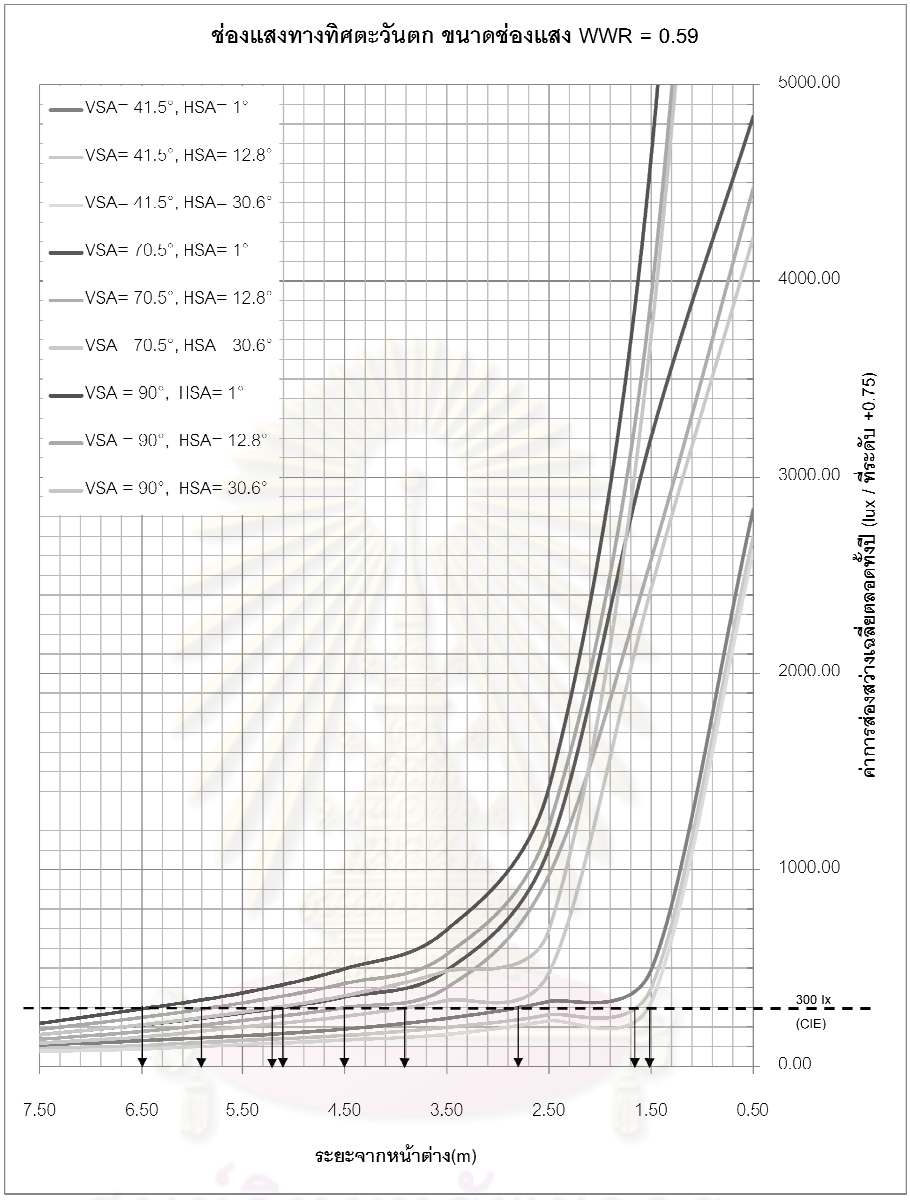
EAST	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.37								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	89.80	71.80	61.60	139.50	114.65	97.95	185.80	152.60	133.90
6.50	115.95	93.50	79.45	182.70	150.20	128.75	248.65	205.70	178.80
5.50	136.70	111.85	97.30	249.70	208.95	184.65	317.25	267.40	233.30
4.50	167.10	140.25	114.25	296.60	251.05	205.05	598.00	540.45	484.50
3.50	223.20	184.45	155.45	1210.45	1141.80	1089.60	1352.10	1262.85	1199.00
2.50	1292.60	1246.95	1216.95	2144.20	1441.85	1372.90	2348.80	1612.60	1524.15
1.50	850.35	801.85	787.40	1281.45	1146.90	1067.20	1586.40	1392.45	1297.80
0.50	50.40	45.60	62.70	231.30	187.60	170.75	739.15	562.40	520.25
maximum values of illuminance	1292.60	1246.95	1216.95	2144.20	1441.85	1372.90	2348.80	1612.60	1524.15
minimum values of illuminance	50.40	45.60	62.70	231.30	187.60	170.75	598.00	540.45	484.50
Average illuminace	516.73	483.82	467.35	1032.80	833.84	781.10	1324.89	1074.15	1005.14
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.10	0.09	0.13	0.22	0.22	0.22	0.45	0.50	0.48
Depth	3.40	3.30	3.25	4.50	4.40	4.35	5.70	5.35	5.10

ช่องแสงด้านทิศตะวันตก ของ WWR = 0.82



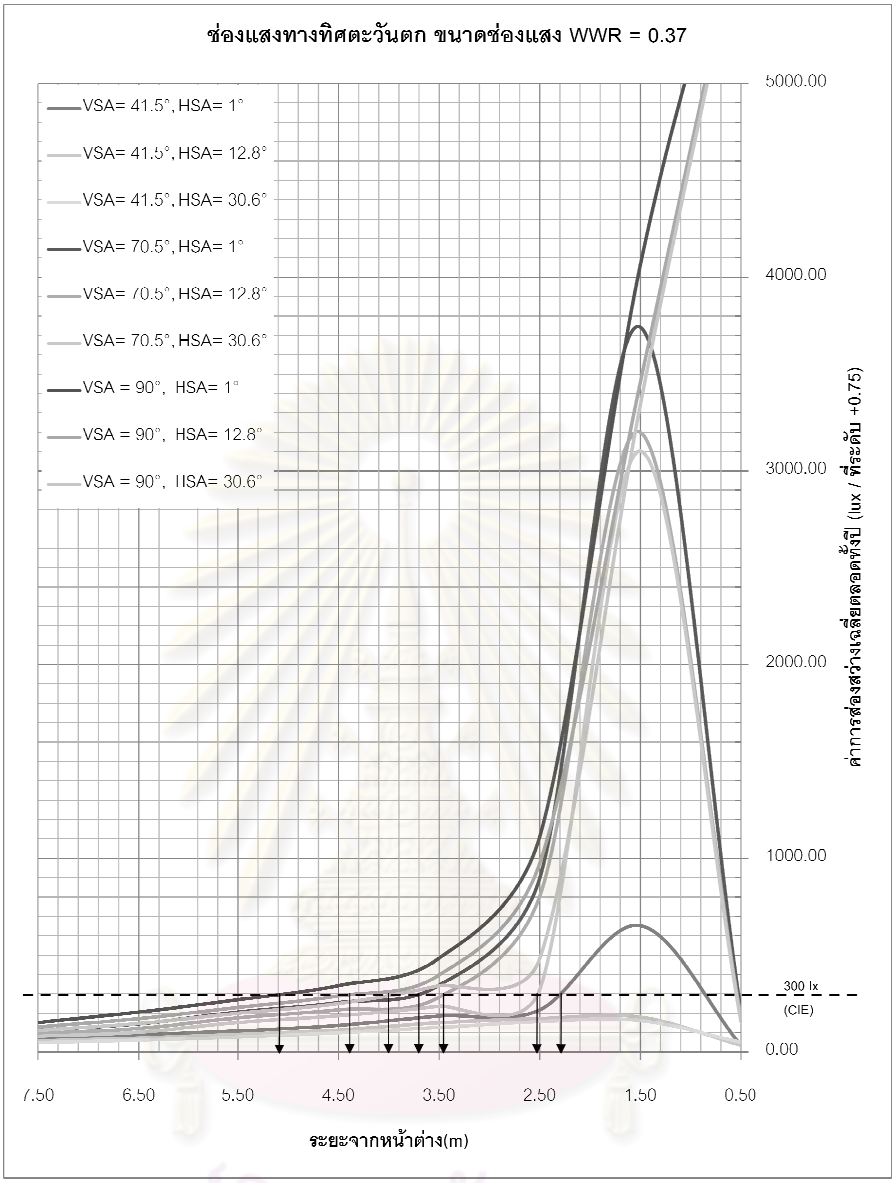
WEST	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.82								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	91.40	74.65	63.25	197.85	167.75	140.00	280.05	238.05	200.80
6.50	116.70	91.85	76.25	259.30	214.90	176.45	378.40	315.35	262.95
5.50	143.75	114.60	97.70	326.45	274.90	230.30	479.55	404.35	342.40
4.50	161.15	127.35	105.80	408.20	341.15	284.25	622.40	520.60	437.45
3.50	204.55	157.55	125.55	552.95	449.30	369.70	854.15	694.15	581.95
2.50	264.10	200.50	172.25	727.00	577.30	496.45	1609.20	1369.00	810.10
1.50	372.75	296.40	241.40	1504.50	874.85	714.80	4838.15	4080.30	3843.80
0.50	580.00	457.45	391.55	4867.15	4500.15	4261.35	12512.60	10651.15	10267.45
maximum values of illuminance	580.00	457.45	391.55	4867.15	4500.15	4261.35	12512.60	10651.15	10267.45
minimum values of illuminance	161.15	127.35	105.80	408.20	341.15	284.25	622.40	520.60	437.45
Average illuminace	316.5	247.9	207.3	1612.0	1348.6	1225.3	4087.3	3463.0	3188.2
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.51	0.51	0.51	0.25	0.25	0.23	0.15	0.15	0.14
Depth	2.10	1.50	1.10	5.80	5.20	4.30	7.30	6.75	6.60

ช่องแสงด้านทิศตะวันตก ของ WWR = 0.59



WEST	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.59								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	106.40	88.15	75.60	160.30	136.80	117.45	217.65	186.45	160.70
6.50	129.10	105.50	87.55	209.60	176.50	148.40	292.45	248.15	210.70
5.50	154.00	130.25	109.40	269.95	231.95	198.95	372.55	321.95	275.30
4.50	187.90	156.25	132.75	351.50	298.05	253.65	495.85	420.40	359.05
3.50	243.00	197.65	161.80	487.25	400.00	335.10	694.05	569.55	485.70
2.50	330.05	262.00	230.45	1104.85	971.00	474.10	1415.75	1219.30	692.50
1.50	489.70	397.50	324.90	3203.45	2580.30	2431.85	4629.55	3915.40	3717.85
0.50	2837.05	2698.35	2624.35	4837.70	4472.45	4221.05	12152.20	10367.00	10039.05
maximum values of illuminance	2837.05	2698.35	2624.35	4837.70	4472.45	4221.05	12152.20	10367.00	10039.05
minimum values of illuminance	187.90	156.25	132.75	351.50	298.05	253.65	495.85	420.40	359.05
Average illuminace	817.5	742.4	694.9	1997.0	1744.4	1543.2	3877.5	3298.3	3058.8
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.13	0.13	0.12
Depth	2.80	1.65	1.50	5.10	4.50	3.90	6.50	6.90	5.20

ช่องแสงด้านทิศตะวันตก ของ WWR = 0.37



WEST	ค่าเฉลี่ยการส่องสว่างตลอดทั้งปี ช่องแสง WWR 0.37								
ระยะจากหน้าต่าง(m)	VSA= 41.5°, HSA= 89°	VSA= 41.5°, HSA= 77°	VSA= 41.5°, HSA= 59°	VSA= 70.5°, HSA= 89°	VSA= 70.5°, HSA= 77°	VSA= 70.5°, HSA= 59°	VSA = 90°, HSA= 89°	VSA = 90°, HSA= 77°	VSA = 90°, HSA= 59°
7.50	69.50	56.95	48.10	111.40	94.65	80.50	151.55	128.45	110.95
6.50	88.70	71.95	60.50	144.25	120.20	101.15	205.05	171.15	146.90
5.50	108.00	90.35	76.45	205.20	175.35	151.90	268.95	229.25	199.15
4.50	136.20	112.20	98.80	254.15	216.85	186.45	342.25	288.65	249.10
3.50	184.55	150.25	125.35	343.80	282.55	236.30	483.15	397.25	341.75
2.50	215.85	171.50	156.55	894.85	800.30	320.40	1108.90	972.50	479.50
1.50	651.55	179.25	161.75	3742.25	3198.60	3101.45	4064.65	3458.00	3342.15
0.50	33.70	33.85	49.80	205.30	173.30	154.60	6039.55	5860.60	5816.40
maximum values of illuminance	651.55	179.25	161.75	3742.25	3198.60	3101.45	6039.55	5860.60	5816.40
minimum values of illuminance	33.70	33.85	49.80	205.30	173.30	154.60	342.25	288.65	249.10
Average illuminace	244.4	129.4	118.5	1088.1	934.3	799.8	2407.7	2195.4	2045.8
Emin/Eav (minimum uniformity = 0.5)	0.14	0.26	0.42	0.19	0.19	0.19	0.14	0.13	0.12
Depth	2.30			3.70	3.45	2.55	5.30	4.40	4.00

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวไพลิน ไพจิตรสัตยา

เกิด 9 พฤศจิกายน 2525

ประวัติการศึกษา

- ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลยะลา
- ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา
- ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย
- ระดับอุดมศึกษา ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
  คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
  จบการศึกษา ปีพ.ศ. 2548

- เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาโทสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
  สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
  ด้านนวัตกรรมการออกแบบนิเวศสถาปัตย์ (iDea)
  คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
  ในปีการศึกษา 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย