การออกแบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความสว่าง ในห้องเรียนที่อยู่ด้านหลังผนังทึบ

LIGHT PIPE DESIGNED ON THE CEILING FOR EFFICIENT DAYLIGHTING IN A CLASSROOM BEHIND OPAQUE WALLS

เมธา ชูเชิดเกียรติสกุล
MEATHA CHUCHERDKETTISAKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1074-8

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความสว่าง ในห้องเรียนที่อยู่ด้านหลังผนังทึบ

LIGHT PIPE DESIGNED ON THE CEILING FOR EFFICIENT DAYLIGHTING IN A CLASSROOM BEHIND OPAQUE WALLS

เมธา ชูเชิดเกียรติสกุล
MEATHA CHUCHERDKETISAKUL

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 53823
วัน,เดือน,ปี 26 พ.ย. 2547

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1074-8

.b.....
.i.....

LIGHT PIPE DESIGNED ON THE CEILING FOR EFFICIENT DAYLIGHTING IN A CLASSROOM BEHIND OPAQUE WALLS

MEATHA CHUCHERDKETISAKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUTE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-15-1074-8

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความสว่างในห้องเรียนที่อยู่ด้านหลังผนังทึบ

LIGHT PIPE DESIGNED ON THE CEILING FOR EFFICIENT DAYLIGHTING IN A CLASSROOM BEHIND OPAQUE WALLS

ชื่อนักศึกษา นายเมธา ชูเชิดเกียรติสกุล

รหัสประจำตัว 45062100

หลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
ผศ.ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	
ผศ.ชัยยุทธ	ศรีเผด็จ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 10 มิถุนายน 2547 เวลา 9.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 23 **เดือน** กรกฎาคม **พ.ศ.** 2547

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความสว่างในห้องเรียนที่อยู่ด้านหลังผนังทึบ
ชื่อนักศึกษา	นาย เมธา ชูเชิดเกียรติสกุล
เลขประจำตัว	45062100
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ

บทคัดย่อ

แสงสว่างเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการมองเห็นและมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานและกิจกรรมต่างๆ อีกทั้งยังสร้างสภาวะความน่าสบายในการมองเห็น ในปัจจุบันพบว่าอาคารประเภทสถานศึกษามีการใช้พลังงานมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในการผลิตแสงสว่าง จึงมีการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคาร แต่ปัญหาที่มักพบในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร คือ ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึงทุกส่วนของพื้นที่ภายในห้อง หรือ บางพื้นที่แสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึงได้เนื่องจากถูกบังจากผนังทึบแสงหรือการจัดวางเฟอร์นิเจอร์บังแสงสว่างธรรมชาติหรือพื้นที่นั้นไม่มีช่องเปิดเพื่อรับแสงสว่างธรรมชาติเลย

ปล่องนำแสงบนฝ้าเพดานเป็นการนำเทคนิคการสะท้อนของแสงสว่างผ่านในปล่องนำแสงที่อยู่เหนือฝ้าเพดาน เพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ภายในให้ได้รับแสงสว่างธรรมชาติผสมผสานกับการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเกิดความเหมาะสมกับการทำงานและช่วยลดการใช้พลังงานในการผลิตไฟฟ้าแสงสว่าง

ขอบเขตในการศึกษาการออกแบบปล่องนำแสงในครั้งนี้ศึกษาเฉพาะ ตัวปล่องนำแสงเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเกี่ยวกับตัวปล่องนำแสงในเรื่อง ทิศทาง,วัสดุสะท้อนแสง,รูปแบบหน้าตัดและความยาว ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาเกี่ยวกับการนำไปใช้ในเรื่อง ขอบเขตความสว่าง , ระยะห่างที่เหมาะสมและการใช้แผ่นกระจายแสงช่วยลดความจ้าของแสง และขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผล,เปรียบเทียบค่าความสว่างและขั้นตอนที่ 3 คือ สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบและการจัดวางของปล่องนำแสงที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากงานวิจัยนี้ ปล่องนำแสงจะมีประสิทธิภาพการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ดีที่สุดเมื่อหันปล่องรับแสงทางด้านใต้ อาจเนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการทดสอบนี้เป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมทางทิศใต้ จึงส่งผลให้ทางทิศใต้มีประสิทธิภาพการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ดีที่สุด ในรูปแบบปล่องนำแสงที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากพื้นที่รับแสงสะท้อนของหน้าตัดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ซึ่งรูปแบบหน้าตัดรูปวงกลมนี้สามารถนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ลึกที่สุด ซึ่งได้ถึงประมาณ 10 เมตร เมื่อเปรียบเทียบในหุ่นจำลองขนาด 1:1 ซึ่งจะมีค่าความสว่างภายในลดลงมากเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น จึงเป็นข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้กับอาคารที่มีความลึกมากกว่า 10 เมตร และเมื่อนำปล่องมาทำการจัดวางจำนวน 2 ปล่อง ระยะที่ให้ช่วงเวลาที่ค่าความสว่างถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ เกือบตลอดทั้งวัน คือ การจัดวางปล่องระยะห่างกันประมาณ 1.00 ม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:1 สามารถสร้างขอบเขตความสว่างภายในที่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ ได้ถึงประมาณ 3.00 ม. แต่แสงสว่างที่เข้าสู่ภายในมีค่าความแตกต่าง กับ บริเวณโดยรอบเกินกว่า 30 %จึงได้ทำการประยุกต์ใช้แผ่นกระจกฝ้า ช่วยกระจายแสงและกรองแสงสว่างลงระดับหนึ่ง ซึ่งสามารถลดความแตกต่างลงได้มาก แต่ทำให้ช่วงเวลาค่าความสว่างถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ ลดลงคือสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 9.00-14.30 น.เท่านั้น จากงานวิจัยนี้ได้เลือก แสตนเลสเป็นวัสดุที่ทำการสะท้อนแสงสว่างภายนอกเข้าสู่ภายในปล่อง มีค่าการสะท้อนแสงประมาณ 60% ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนวัสดุสะท้อนแสงที่มีค่าการสะท้อนแสงมากขึ้น เช่น เงิน อาจช่วยทำให้ค่าความสว่างภายในมากขึ้น และ ยืดช่วงเวลาค่าความสว่างที่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ ได้ตลอดทั้งวัน อีกทั้งรูปแบบและระบบการรับแสง ถ้าได้มีการพัฒนาระบบรับแสงให้สามารถหมุนทิศทางการรับแสงตามการโคจรของดวงอาทิตย์ จะช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในได้มาก และ ทำให้สามารถเพิ่มความยาวของปล่องนำแสงให้มีประสิทธิภาพนำแสงสว่างที่ถึงเกณฑ์มาตรฐานเข้าสู่ภายในได้ลึกมากขึ้นด้วยและหากมีการศึกษาต่อไปอย่างจริงจังอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างได้ลึกมากขึ้น , ปริมาณแสงสว่างมากขึ้น และยังสามารถประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆได้หรืออาจนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

Thesis Title	LIGHT PIPE DESIGNED ON THE CEILING FOR EFFICIENT DAYLIGHTING IN A CLASSROOM BEHIND OPAQUE WALLS
Student	Mr. Meatha Chucherdketisakul
Student ID.	45062100
Degree	Master of Architecture
Programe	Tropical Architecture
Year	2004
Thesis Adviser	Assoc. Prof. Teeramon Wairojanakich

ABSTRACT

Light is very important factor for human visual ,and has directly effect on the efficiency of work, activities and visual comfort. Currently, 50% of energy consumption of the school builings is used for lighting,this make us trying to take the natural lighting into the building for reducing building energy consumption.But the most problems of this,is the natural lighting can not go through into deep space of room,blocked by wall,furnitures or those space having no opening.

The Light Pipe is the technic of using light reflections going through the light pipe placed over the ceiling.It can take daylighting into particular spaces,if combined with artificial lighting,this technic can create the appropriate lighting for working space,and reduce the energy consumption for lighting in the building.

In this thesis,the study of Light Pipe is limited only the pipe itself,which consist of 3 processes. First one is the analysis about physical of Light Pipe,that are the direction , reflection materials,section of pipe and length.Second one the analysis about usage of Light Pipe, which are the boundaries of light , center's dimension of pipe and appication defser with light pipe. Last one is measurement of the quantities evaluation of lighting from lightpipe , and that result will be high efficiency of daylight distribution of lightpipe by comparing the analysis from the above information to standard values

From the experiment in this thesis. Light pie have the most efficient when the collector is south direction, because it can collected the sun light directly from sun movement in this period. Which the circle section of light pipe have the most efficient to reflect the sunlight to inside.Because the circle section have the most area for reflect the sunlight than others section in this experimental.The light pipe have the efficient in standard of CIE and IES , that is the length not more than 10 meters. That is the limited of light pipe in this thesis. The application the light pipe in classroom . The dimension for appropriate with each pipe is about 1 meters , that have efficacy of light about 300 lux (CIE Standard). But that have someproblems about gare and different of light more than 30% . So that the solution of these problems by using the defuser. The defuser in this thesis is the frosted glass thick 3.00 mm. That can solve the problems but it reduce the efficient of light too. The materials of the collecter is Stainless (Reflected 60%) the light pipe will increas the efficient , if change to more reflected materials . For example bronze , that have the reflected about 90 %. And the system of the collecter that will more eeficient , if the collecter can move follow the sun movement . That can collected the sunlight directly all day . the development of materials and system of collecter can increase the efficient of light pipe to more depth , more efficacy of light and more application to other buildings too.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาในการทำวิจัยทุกขั้นตอน จาก รศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ทำวิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. สมชาย ศรีสมพงษ์ และอาจารย์ ชัยยุทธ ศรีเผด็จ ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดจนให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ไมเคิล ปริพน ตั้งตรงจิตร ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์วัดแสง ตลอดจนคำแนะนำต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ นักศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจต่อผู้ทำวิจัยตลอดมา

เมธา ชูเชิดเกียรติสกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป XIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 ความสำคัญของปัญหา 2

1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 6

1.4 ขอบเขตการศึกษา 7

1.5 สมมุติฐานของการศึกษา 8

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย 9

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 11

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

2.1 พฤติกรรมของแสง 12

2.2 สภาพท้องฟ้า 13

2.3 การรวม-กระจายแสง 14

2.4 รูปแบบการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร 14

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ค่าความส่งสว่างในเขตกรุงเทพฯ และ
ค่ามาตรฐานของการส่องสว่าง 26

3.1 สภาพภูมิอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร 26

3.2 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อกรุงเทพมหานคร 27

3.3 ปริมาณแสงสว่างและรังสีดวงอาทิตย์ของกรุงเทพฯ 28

3.4 สภาพท้องฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร 30

3.5 ค่ามาตรฐานการสะท้อนแสงของวัสดุและค่ามาตรฐานความส่องสว่าง 30

บทที่ 4 วิธีและแนวทางการทดลอง 35

4.1 ขอบเขตการศึกษาเทคนิคปล่องนำแสง 35

4.2 การกำหนดและวิเคราะห์ตัวแปรควบคุม 35

4.3 วัสดุและอุปกรณ์การทดสอบ 37

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ 43

บทที่ 5 การวิเคราะห์แนวทางทดสอบประสิทธิภาพ 44

5.1 การวิเคราะห์รูปแบบส่วนเชื่อมต่อระหว่างท่อนำแสงกับส่วนรับแสงและ
ส่วนกระจายแสงภาย ใน 44

5.2 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนค่าความสว่างภายในจากการนำแสงสว่าง
โดยปล่องนำแสง ขนาด 1: 1 และ 1:10 45

5.3 การทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างจากการวัด 4 ทิศทางในหุ่นจำลอง
ขนาด 1:10 58

5.4 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายใน
จากวัสดุ สะท้อนแสงต่างกัน 4 ชนิด 64

5.5 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในโดยปล่องนำแสง
รูปแบบต่างๆที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากันแต่ความสูงหน้าตัดเท่ากัน 70

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.6 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในโดยปล่องนำแสงรูปแบบต่างๆที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน 77
5.7 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าความสว่างของปล่องนำแสงที่มีความยาวต่างกัน. 85
5.8 การทดลองเพื่อหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 1 ปล่อง 93
5.9 การทดลองเพื่อหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่อง 112
5.10 การทดสอบประยุกต์ใช้แผ่นกระจายแสงกับปล่องนำแสง 139

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 155
6.1 ประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ 156
6.2 ข้อเสนอแนะ 156

บรรณานุกรม 158

ภาคผนวก 160
ภาคผนวก ก. แสดงสภาพท้องฟ้าในวันที่ทำการทดลอง 161
ภาคผนวก ข. แสดงภาพวัสดุและหุ่นจำลองที่ทำการทดลอง 189

ประวัติผู้เขียน 197

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงค่าเฉลี่ยของท้องฟ้าในลักษณะต่างๆ 13

3.1 แสดงค่าเฉลี่ยความส่องสว่างรวมของท้องฟ้า ทุก 1 ชั่วโมง(K-Lux) 29

3.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างมาตรฐานระหว่าง CIE และ IES(USA) 31

3.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุพื้น 32

3.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสี 32

3.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ 33

3.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้ทำดวงโคม 33

3.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของอาคารใช้งานประเภทต่างๆที่แนะนำให้ใช้ 34

5.1 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 23-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น 47

5.2 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 23-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30 -16.30 น 47

5.3 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 24-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น 48

5.4 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 24-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น 48

5.5 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 25-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น 49

5.6 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 25-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น 49

5.7 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 26-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น 50

5.8 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 26-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น 50

5.9 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 28-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น 51

5.10 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 28-03-47 ตั้งแต่เวลา9.30-16.30 น 51

5.11 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 29-.3-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น 52

5.12 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 29-03-47 ตั้งแต่เวลา9.30-16.30น 52

5.13 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 30-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น 53

5.14 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 30-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น 53

5.15 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 31-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น 54

5.16 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 31-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30–16.30 น 54

5.17 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 1-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น 55

5.18 แสดงค่าความสว่างภายนอก วันที่ 1-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น 55

5.19 แสดงค่าความสว่างภายใน วันที่ 25-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30 -16.30 น 56

5.20 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างค่าความสว่างภายใน 56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.21 แสดงค่าคงที่ของความแตกต่าง ค่าความสว่างภายใน วันที่ 25-03-47 57
5.22 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ของทิศต่างๆ วันที่ 19-01-47.....59
5.23 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ของทิศต่างๆ วันที่ 19-01-47.....59
5.24 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ของทิศต่างๆ วันที่ 20-01-47.....60
5.25 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ของทิศต่างๆ วันที่ 20-01-47.....60
5.26 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ของทิศต่างๆ วันที่ 21-01-47.....61
5.27 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ของทิศต่างๆ วันที่ 21-01-47.....61
5.28 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบวัสดุต่างๆ วันที่ 3-02-47.....65
5.29 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอกเปรียบเทียบวัสดุต่างๆ วันที่ 3-02-47.....65
5.30 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบวัสดุต่างๆ วันที่ 4-02-47.....66
5.31 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอกเปรียบเทียบวัสดุต่างๆ วันที่ 4-02-47.....66
5.32 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบวัสดุต่างๆ วันที่ 5-02-47.....67
5.33 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอกเปรียบเทียบวัสดุต่างๆ วันที่ 5-02-47.....67
5.34 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าความสว่างภายในเปรียบเทียบวัสดุต่างๆ.....68
5.35 แสดงตัวแปรคงที่ความแตกต่างของค่าความสว่างภายในเปรียบเทียบ แสตนเลส
กับ วัสดุสีขาวเคลือบเงา 69
5.36 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 30-01-47.....71
5.37 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 30-01-47.....71
5.38 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 31-01-47.....72
5.39 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 31-01-47.....72
5.40 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 1-02-47.....73
5.41 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 1-02-47.....73
5.42 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 2-02-47.....74
5.43 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่อง วันที่ 2-02-47.....74
5.44 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากัน วันที่5-03-47...78
5.45 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากันวันที่5-03-47.78
5.46 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากัน วันที่6-03-47...79
5.47 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากันวันที่6-03-47.79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.48 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากัน วันที่11-03-47...80
5.49 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากันวันที่11-03-47.80
5.50 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากัน วันที่12-03-47...81
5.51 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากันวันที่12-03-47.81
5.52 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากัน วันที่13-03-47...82
5.53 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากันวันที่13-03-47.82
5.54 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างค่าความสว่างภายใน วันที่ 12-03-47..... 83
5.55 แสดงค่าคงที่ความแตกต่างของค่าความสว่างภายในเปรียบเทียบรูปแบบปล่องพื้นที่เท่ากัน 4 รูปแบบ วันที่ 12-03-47 ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.....84
5.56 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 23-03-47.....86
5.57 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 23-03-47.....86
5.58 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 24-03-47.....87
5.59 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 24-03-47.....87
5.60 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 25-03-47.....88
5.61 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 25-03-47.....88
5.62 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 26-03-47.....89
5.63 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 26-03-47.....89
5.64 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 28-03-47.....90
5.65 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก เปรียบเทียบความยาวต่างกัน วันที่ 28-03-47.....90
5.66 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เวลา 12.00 น.เพื่อเปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตลอด 5 วัน.....91
5.67 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane (Lux) วันที่ 16-04-47.....94
5.68 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(Lux) วันที่ 17-04-47.....97
5.69 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(Lux) วันที่ 23-04-47.....100
5.70 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(Lux) วันที่ 26-04-47.....103
5.71 แสดงค่าคงที่ความต่างของความสว่างภายใน เนื่องจาก ขนาด (Scale Effect) , วัสดุสะท้อนแสงและรูปแบบปล่องที่เปลี่ยนไป เพื่อเปรียบเทียบเป็น Model 1:1.....106
5.72 แสดงค่าความสว่างภายในเมื่อเปรียบเทียบค่าคงที่จากตาราง 5.71.....107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.73 แสดงค่าความสว่างภายในวันที่ 16-04-47 (ปล่องห่างกัน ระยะ 15 ซม.).....112
5.74 แสดงค่าความสว่างภายในวันที่ 17-04-47 (ปล่องห่างกัน ระยะ 15 ซม.).....118
5.75 แสดงค่าความสว่างภายในวันที่ 23-04-47 (ปล่องห่างกัน ระยะ 10 ซม.).....125
5.76 แสดงค่าความสว่างภายในวันที่ 26-04-47 (ปล่องห่างกัน ระยะ 10 ซม.).....131
5.77 แสดงค่าความสว่างภายในวันที่ 27-04-47 (ใส่แผ่นกระจายแสง).....140
5.78 แสดงค่าความสว่างภายในวันที่ 30-04-47 (ใส่แผ่นกระจายแสง).....146

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงรูปตัดห้องและขนาดห้องและค่าตัวแปรต่างๆ....3

1.2 แสดงปากปล่องนำแสงธรรมชาติ แบบราบและแบบโค้ง....4

1.3 แสดงการนำแสงธรรมชาติผ่าน ปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน....4

1.4 แสดงภาพการทดลอง นำแสงธรรมชาติโดยผ่านปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานหรือ " Light Pipe" ลงส่วนในของห้อง(โดยไม่มีแสงสว่างจากช่องเปิด)....5

1.5 แสดงภาพการทดลอง นำแสงธรรมชาติโดยผ่านปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานหรือ " Light Pipe" ลงส่วนในของห้อง(โดยมีแสงสว่างจากช่องเปิด)....5

1.6 แสดงภาพเครื่องมือวัดปริมาณแสงสว่าง Lux Meter....10

2.1 แสดงพฤติกรรมของแสงในลักษณะต่างๆ....12

2.2 แสดงท้องฟ้าแบบ Clear Sky....13

2.3 แสดงท้องฟ้าแบบ Overcast Sky....13

2.4 แสดงลักษณะการรวม-กระจายแสงของเลนส์เว้าและเลนส์นูน....14

2.5 แสดงรูปแบบการนำแสงธรรมชาติจากด้านข้าง....15

2.6 แสดงรูปแบบการนำแสงธรรมชาติจากด้านบน....15

2.7 แสดงรูปแบบการนำแสงธรรมชาติจากการสะท้อน....15

2.8 แสดงการสะท้อนแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในโดย Light Shelve แบบ ราบ , แบบโค้ง....16

2.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณแสงสว่างภายในห้องจากการสะท้อนแสงธรรมชาติ โดย Light Shelve แบบราบ และ แบบโค้ง....16

2.10 แสดงการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารโดยเทคนิค Light Shelve....17

2.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแสงสว่างภายในห้องโดยการนำแสงสว่างธรรมชาติ เข้าสู่ภายใน อาคารโดย ด้านข้าง และ ด้านบน.... 19

2.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแสงสว่างภายในห้องจากการสะท้อนแสงธรรมชาติ โดยใช้เทคนิคต่างๆ และ ภาพหุ่นจำลองการทดลอง Anidolic Light Shelve....20

2.13 แสดงการเปรียบเทียบการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารจากการสะท้อน แสงธรรมชาติโดย Light pipe แบบต่างๆ....21

2.14 แสดงการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารโดย Light pipe....22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.15 แสดงการเปรียบเทียบการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารโดย Light pipe และ Side Lighting....22

2.16 แสดงตัวกระจายแสงที่นำมาประยุกต์ใช้กับแสงประดิษฐ์....23

2.17 แสดงตัวรับ-รวมแสงโดยมีการประยุกต์ให้มีการหมุนรับแสงจากดวงอาทิตย์....24

2.18 แสดงรูปแบบอาคารมีความลึก 3 ชั้น และมีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ด้านล่าง....24

2.19 แสดงตัวกระจายแสงที่นำมาประยุกต์ใช้กับแสงประดิษฐ์....25

3.1 แสดงตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์ในเขตกรุงเทพมหานคร (14 องศาเหนือ)....28

3.2 แสดงสภาพท้องฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี (2533-2542)....30

4.1 แสดงส่วนประกอบของระบบต่างๆของเทคนิคปล่องนำแสง....35

4.2 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:1 และ 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 1....37

4.3 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 3....38

4.4 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 4....39

4.5 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 5....40

4.6 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 6....40

4.7 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 7....41

4.8 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 8,9....42

4.9 แสดงแผ่นกระจกฝ้าช่วยกระจายแสง (Defuser) ตามขนาดการทดลองที่ 10....43

4.10 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 10....43

4.11 แสดงรูปเครื่องมือวัดค่าความสว่าง Lux Meter....43

5.1 แสดงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการนำแสงของข้อเชื่อต่อรูปแบบต่างๆ....45

5.2 แสดงภาพหุ่นจำลองขนาด1 :1 และ 1 :10 ที่มีลักษณะเหมือนกัน....45

5.3 แสดงภาพวัสดุที่ใช้ทำปล่องนำแสง , ตัวรับแสง และ ตัวกระจายแสง....46

5.4 แสดงภาพหุ่นจำลองขนาด 1: 10 58

5.5 แสดงภาพหุ่นจำลองแสดงการเปรียบเทียบวัสดุ 4 ชนิด....64

5.6 แสดงภาพวัสดุ 4 ชนิดที่นำมาทดสอบค่าการสะท้อนแสง....69

5.7 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีความสูงหน้าตัดเท่ากัน....70

5.8 แสดงหุ่นจำลองรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีความสูงหน้าตัดเท่ากัน....76

5.9 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน....77

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.10 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน.....84

5.11 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบความสว่าง เมื่อความยาวปล่องมากขึ้น.....85

5.12 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบและศึกษา ขอบเขตความสว่างของการจัดวางปล่อง
แบบ 1 ปล่อง และ 2 ปล่อง ตามลำดับ 93

5.13 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 1 ปล่อง.....111

5.14 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่องโดยระยะระหว่างปล่อง15 ซม...124

5.15 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2ปล่องโดยระยะระหว่างปล่อง10 ซม....137

5.16 แสดงภาพวัสดุกระจายแสงและการประยุกต์ใช้กับปล่องนำแสง.....139

5.17 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงระยะระหว่างปล่อง 10 ซม.
โดยติดตั้งแผ่นกระจายแสงภายใน.....152

5.18 แสดงค่าความสว่าง วันที่ 30-04-47 ณ. เวลา 12.30.....153

5.19 แสดงค่าความสว่าง วันที่ 27-04-47 ณ. เวลา 12.30.....154

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

แสงสว่างเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการมองเห็น และ มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานและกิจกรรมต่างๆ ถ้าแสงสว่างไม่เพียงพอ จะเป็นการลดประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายหรืออันตรายต่อการทำงานนั้นๆได้ การใช้พลังงาน อย่างประหยัดก็เป็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนพลังงานในปัจจุบัน การนำพลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์มาช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างภายในอาคาร เป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร และยังมีส่วนในการลดภาระทำความเย็น เนื่องจากแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์อีกทางหนึ่งด้วย

ในปัจจุบันพบว่าอาคารประเภทสถานศึกษามีการใช้พลังงานมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในการผลิตแสงสว่าง ซึ่งมากกว่าการใช้พลังงานในด้านอื่นๆ จึงมีการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคารประเภทนี้ และได้มีการประยุกต์และพัฒนารูปแบบวิธีการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารต่างๆมากมายเพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานภายในอาคาร , รูปแบบอาคารและอื่นๆอีกมากมาย แต่ในบางพื้นที่ของอาคาร หรือส่วนลึกของห้องที่ไม่ติดกับช่องเปิดรับแสงมักมีปริมาณแสงสว่างที่ไม่เพียงพอกับการใช้งาน เนื่องจากแสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึงบริเวณนั้น ซึ่งปัญหาที่เกิดนี้ได้มีการค้นคว้าหาอุปกรณ์ต่างๆมาช่วยให้แสงสว่างธรรมชาติสามารถเข้าถึงส่วนที่อยู่ด้านในของห้องได้ เพื่อให้ด้านในมีปริมาณ แสงสว่างที่เหมาะสม ได้แก่ หิ้งสะท้อนแสง(Light Shelve) , ท่อนำแสง หรือ ปล่องนำแสง(Light Pipe) เป็นต้น.

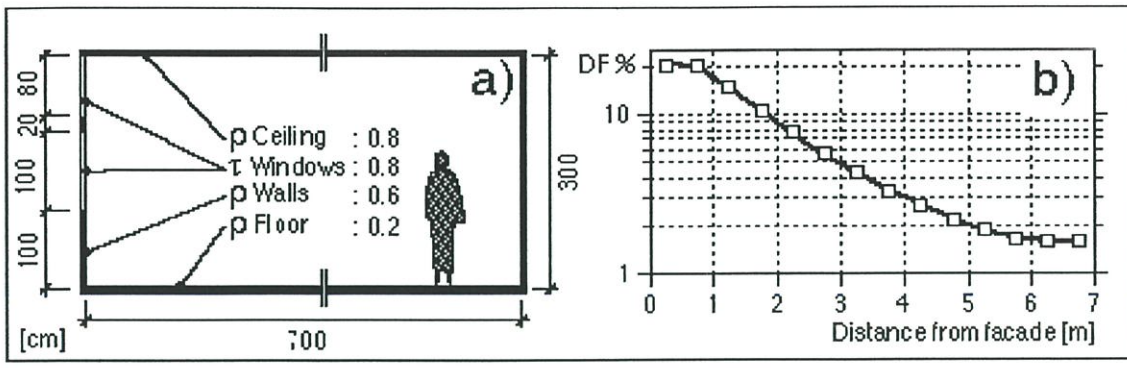
การนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารโดยผ่านการสะท้อน จากอุปกรณ์ต่างๆ จะทำให้ปริมาณความร้อนของแสงสว่างนั้นลดลงและยังให้แสงสว่างที่ความสม่ำเสมอและนุ่มนวลในการมองเห็น (Visual Comfort) จากการศึกษาการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ค่าความสว่างมาตรฐานสำหรับห้องเรียนของCIE และ IES อยู่ระหว่าง 250 - 500 lux ซึ่งในงานวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์ใช้ปล่องนำแสง(Light Pipe)เพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่หรือห้องที่แสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึง อาจเนื่องจากถูกบังด้วยผนังทึบแสง หรือ ไม่มีช่องเปิดเพื่อรับแสงสว่างธรรมชาติ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเพื่อให้ค่าความสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตลอดไป ดังนั้นการใช้ปล่องนำแสง(Light Pipe)เพื่อช่วยให้แสงสว่างธรรมชาติ

สามารถเข้าสู่ภายในพื้นที่ดังกล่าวได้ เพื่อสามารถใช้แสงสว่างธรรมชาติควบคู่กับการใช้แสงสว่างจากไฟฟ้า ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้อง หรือพื้นที่ดังกล่าวได้ทางหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาหารูปแบบและขนาดปล่องนำแสงที่เหมาะสม ที่สามารถนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ภายในหรือบริเวณที่แสงสว่างไม่สามารถเข้าถึงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากมีการศึกษาต่อไปอย่างจริงจังอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงสว่างได้ลึกมากขึ้นและปริมาณแสงสว่างมากขึ้น และยังสามารถประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆได้ต่อไป หรืออาจนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ในรูปแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างต่อไป

1.2 ความสำคัญของปัญหา

การนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร เป็นวิธีหนึ่งในการช่วยลดการใช้พลังงานและช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างภายในอาคาร เพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายในการมองเห็นและยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้วย แต่ปัญหาที่มักพบในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร คือ ปริมาณแสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึงทุกส่วนของพื้นที่ภายในห้อง หรือ บางพื้นที่แสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึงได้เนื่องจากถูกบังจากผนังทึบแสงหรือการจัดวางเฟอร์นิเจอร์บังแสงสว่างธรรมชาติ(Obstruction)หรือพื้นที่นั้นไม่มีช่องเปิดเพื่อรับแสงสว่างธรรมชาติเลย(Close Area) ซึ่งกรณีที่กล่าวมาจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากแสงประดิษฐ์เข้ามาใช้จึงเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่าย

การศึกษาครั้งนี้เลือกกรณีศึกษาเป็นอาคารเรียนระดับอุดมศึษาในเขตกรุงเทพมหานคร โดยลักษณะทางกายภาพของห้องเรียน จะมีลักษณะที่กว้าง ดังนั้นมักพบปัญหาแสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าถึงด้านในสุดของห้องได้ และบางพื้นที่ใช้งานของอาคารอาจมีการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ที่ไม่เหมาะสมเกิดการบัง แสงสว่างธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้อง ทำให้แสงสว่างอาจเข้ามาไม่ถึงพื้นที่ใช้งาน ต้องมีการใช้แสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ช่วยเสริม จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และลักษณะการใช้งานของอาคารเรียนจะใช้งานในเวลากลางวันตลอดทั้งวัน ดังนั้นแสงสว่างจากธรรมชาติจึงมีบทบาทมากในการช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและให้แสงสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเหมาะสมต่อการทำงาน



รูปที่1.1 a) แสดงรูปตัดห้องและขนาดห้องและค่าตัวแปรต่างๆ
b) แสดงกราฟของปริมาณแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในห้อง
(ข้อมูลท้องฟ้าจาก CIE overcast sky)

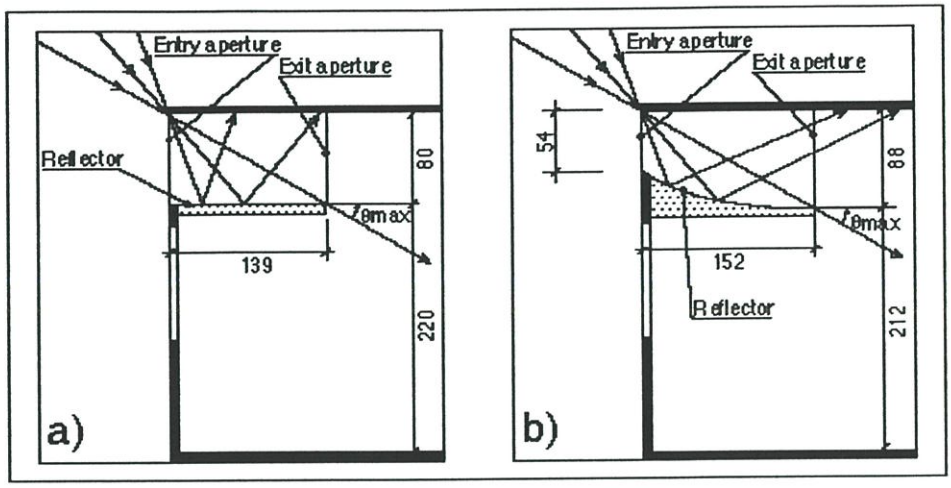
แสงสว่างธรรมชาติที่เข้าทางช่องเปิดปรกติอาจไม่สามารถส่องเข้ามาถึงด้านในสุดของห้องได้ ซึ่งแสงสว่างธรรมชาติสามารถเข้าสู่พื้นที่ด้านในเป็นสัดส่วนประมาณ 1.5 เท่า ของความสูงของช่องเปิดนั้นๆ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยเนื่องจากส่วนประกอบต่างๆภายในห้องนั้นๆด้วย เช่น รูปแบบ , ลักษณะของสี , พื้นผิวของวัสดุ , การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ และอื่นๆ

ปัญหาการจัดวางพื้นที่ภายในและเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ(Obstruction)ที่ไม่เอื้ออำนวยให้แสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ภายในได้ดี เช่นการกั้นผนังเบา (Partition) เพื่อแบ่งพื้นที่ส่วนการทำงาน หรือการจัดวางตู้เอกสารต่างๆ บังแสงธรรมชาติที่เข้าสู่บริเวณพื้นที่ใช้งาน หรือ บริเวณโต๊ะทำงาน ทำให้ต้องมีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณโต๊ะทำงานทุกพื้นที่ ที่มีการแบ่งพื้นที่โดยผนังเบา (Partition) ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน

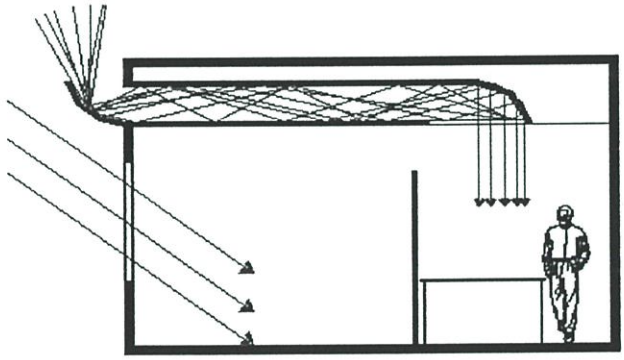
อีกปัญหาหนึ่งที่พบเห็นคือบางพื้นที่ หรือบางห้องที่ไม่มีช่องเปิดเพื่อรับแสงสว่างธรรมชาติเลย แสงสว่างธรรมชาติจึงไม่สามารถเข้าถึงทำให้ต้องมีการใช้แสงประดิษฐ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้องมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและค่าไฟ เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน

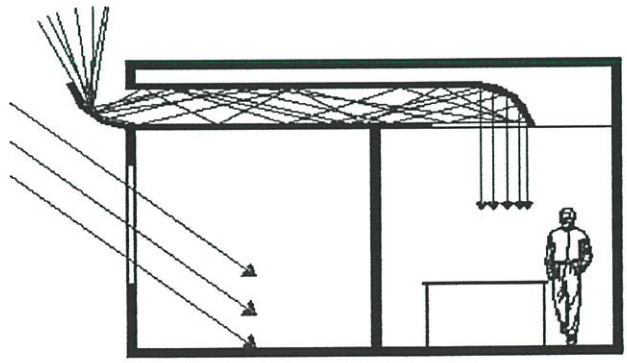
จากปัญหาที่กล่าวมา ล้วนเป็นปัญหาที่แสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถเข้าสู่พื้นที่ภายในได้ จึงทำให้ต้องมีการใช้แสงสว่างจากแสงประดิษฐ์เข้ามาร่วมด้วยทำให้เกิดการใช้พลังงาน และอาจก่อให้เกิดภาระทำความเย็นของอาคารเนื่องจากความร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่างด้วย

ในงานวิจัยนี้ ได้นำเสนอเทคนิคที่เรียกว่า "ปล่องนำแสงบนฝ้าเพดาน" หรือ "Light Pipe" ซึ่งเป็นการนำเทคนิคการสะท้อนของแสงสว่างผ่านในปล่องนำแสงที่อยู่เหนือฝ้าเพดาน เพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ภายใน สามารถเพิ่มปริมาณแสงสว่างธรรมชาติให้เพิ่มขึ้นทั่วถึงทุกพื้นที่ภายในห้องโดยเฉพาะบริเวณที่ถูกบังแสงสว่างธรรมชาติจากผนังเบา หรือ เฟอร์นิเจอร์ หรือ แม้แต่ภายในห้องที่ไม่มีช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ

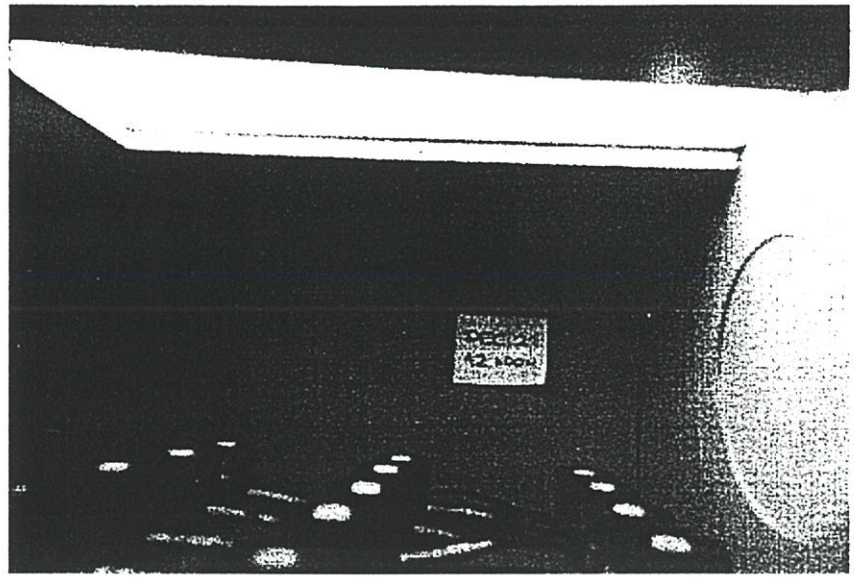


รูปที่ 1.2 a) แสดงปากปล่องนำแสงธรรมชาติ แบบราบ
b) แสดงปากปล่องนำแสงธรรมชาติ แบบโค้ง

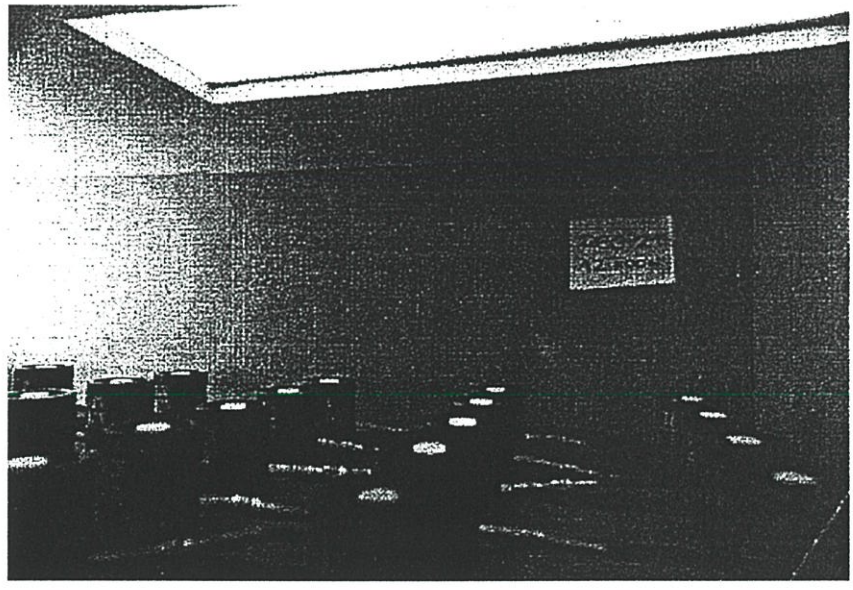




รูปที่ 1.3 แสดงการนำแสงธรรมชาติผ่าน ปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน หรือ “Light Pipe”
แบบที่ 1 การใช้ปล่องนำแสงเพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติสู่บริเวณที่ถูกบัง
แบบที่ 2 การใช้ปล่องนำแสงเพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติสู่บริเวณที่ไม่มีช่องเปิด



รูปที่ 1.4 แสดงภาพการทดลอง นำแสงธรรมชาติโดยผ่านปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานหรือ " Light Pipe" ลงส่วนในของห้อง(โดยไม่มีแสงสว่างจากช่องเปิด)



รูปที่ 1.5 แสดงภาพการทดลอง นำแสงธรรมชาติโดยผ่านปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานหรือ " Light Pipe" ลงส่วนในของห้อง(โดยมีแสงสว่างจากช่องเปิด)
ที่มา จากงานวิจัย Advanced Optical Daylighting Systems: Light Shelves and Light Pipes , L.O.Beltran,E.S.Selkowitz,Energy and Environment Division,May 1966

1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาหารูปแบบ ของปล่องนำแสง , วัสดุสะท้อนแสงภายในปล่องนำแสงและฝ้าเพดาน เพื่อได้ความยาวของปล่องนำแสงที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาได้ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งคาดหวังที่ประมาณ 6-12 เมตร ซึ่งกรณีศึกษาที่นำมาประกอบการวิจัย คือ อาคารเรียนระดับชั้นอุดมศึกษา เช่น อาคารเรียนรวม ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน(Light Pipe)นี้ จะช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างภายในห้องบริเวณที่แสงด้านข้างไม่สามารถเข้าถึง หรือ ถูกบังจากผนังทึบแสงซึ่งแสงสว่างธรรมชาติเข้าไม่ถึง ให้ได้รับแสงสว่างธรรมชาติผสมผสานกับการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อเกิดความเหมาะสมกับการทำงานและช่วยลดการใช้พลังงานในการผลิตแสงสว่าง จึงเป็นที่มาของการศึกษาหัวข้อดังต่อไปนี้

1.3.1 เพื่อศึกษารูปแบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน ที่สามารถแก้ปัญหาแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ใช้งานไม่ถึงเนื่องจากการจัดวางเฟอร์นิเจอร์บังแสงสว่างและพื้นที่ ที่ไม่มีช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ โดยช่วยเพิ่มแสงสว่างธรรมชาติและช่วยลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง

1.3.2 เพื่อศึกษาหารูปแบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน ที่มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในเขตกรุงเทพมหานคร และสามารถนำปริมาณแสงสว่างเข้าสู่ภายในอาคารได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับการทำงาน

1.3.3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของวัสดุสะท้อนแสงที่เหมาะสมกับเทคนิคปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน เพื่อนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในอาคารและสามารถเพิ่มปริมาณแสงสว่างธรรมชาติภายในห้องได้อย่างเหมาะสม

1.3.4 เพื่อศึกษาหาความสามารถสูงสุดของปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารให้ลึกที่สุดเพื่อสามารถประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทต่างๆได้อย่างเหมาะสม

1.3.5 เพื่อศึกษารูปแบบการจัดวางปล่องนำแสง (รูปแบบพื้นฐาน) ให้สามารถใช้ได้ในอาคารกรณีศึกษาและประยุกต์ใช้ได้ในอาคารประเภทอื่นๆ

1.3.6 เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและปัญหาต่างๆจากการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าภายในอาคาร เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาและทำวิจัยต่อไป

1.4 ขอบเขตการศึกษา

จากการศึกษารูปแบบการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร โดยเทคนิคปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน(Light Pipe) เพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างภายในอาคารให้มีค่าความเหมาะสมกับการทำงาน และ สร้างสภาวะน่าสบายในการมองเห็น(Visual Comfort) ซึ่งจะประกอบด้วยองค์ประกอบมากมาย ที่มีผลต่อการศึกษา ดังนั้น จึงได้มีการกำหนดและควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อสามารถศึกษาถึงปัญหาและที่มาได้อย่างถูกต้องซึ่งพอจะอธิบายขอบเขตการศึกษาได้ดังนี้

1.4.1 ในการศึกษาเลือกใช้อาคารประเภทอาคารสถานศึกษาในระดับชั้นระดับอุดมศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ประเภทห้องเรียนทั่วไป เช่นอาคารเรียนรวม โดยศึกษาการใช้งานในช่วง 9.00-15.00 น.

1.4.2 ศึกษาและกำหนดขนาดของพื้นที่ห้องเรียนและขนาดช่องเปิดต่างๆให้สอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐานของอาคารเรียนทั่วไป โดยกำหนดความสูงฝ้าเพดานที่ 3.00เมตร (ตามกฎกระทรวง ฉบับ55)

1.4.3 ศึกษาขนาดและรูปแบบหน้าตัดของปล่องนำแสงโดยกำหนดรูปแบบของปล่องนำแสง ในการทดลองนี้มี 2 เงื่อนไข คือ

1.4.3.1 การกำหนดรูปแบบปล่องนำแสงให้มีความสูงเท่ากัน คือ 5 ซม. (ขนาด 0.50 เมตร ในหุ่นจำลองขนาด 1:1)

1.4.3.2 การกำหนดรูปแบบปล่องนำแสงให้มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน คือ 25 ตร.ซม. (ขนาด 2.50 ตรม.ในหุ่นจำลองขนาด 1:1) โดยรูปแบบหน้าตัดทั้ง 2 เงื่อนไข มี 4 รูปแบบคือ

- แบบมาตรฐานหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้ง 2 ด้าน ขนาดกว้าง 5 ซม.สูง 5ซม. ทั้ง 2 เงื่อนไข
- แบบขยายช่องรับแสง(แบบที่1) หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 15 ซม. ทั้ง 2 ด้าน สูง 15 ซม. ในเงื่อนไขที่ 1 และสูง 1.7 ซม. ในเงื่อนไขที่ 2
- แบบขยายช่องรับแสง(แบบที่2) หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 15 ซม. (ด้านรับแสง) สูง 5 ซม. ในเงื่อนไขที่ 1 , สูง 1.7 ซม.ในเงื่อนไขที่ 2
- แบบหน้าตัดรูปวงกลม ทั้ง 2 ด้าน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.

โดยการศึกษาครั้งนี้ จะมีการศึกษาเฉพาะรูปแบบของปล่อง นำแสงเท่านั้น โดยจะกำหนดรูปแบบตัวรับแสง และ ตัวกระจายแสงให้เป็นตัวแปรคงที่ โดยใช้รูปแบบจากการอ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.4 ศึกษาทิศทางการวางตำแหน่งของตัวรับแสง โดยกำหนดให้มีการวางตำแหน่ง 2 ทิศทาง คือ ทางทิศใต้ และทิศเหนือซึ่งเป็นทิศที่สามารถรับปริมาณแสงแดดได้ตลอดวัน

1.4.5 ศึกษาวัสดุสะท้อนแสงที่เหมาะสม โดยมีการกำหนดวัสดุสะท้อนแสง 3 ชนิดคือ

- วัสดุสีดำด้าน
- วัสดุสีขาวเคลือบเงา
- วัสดุสีส้มสะท้อนแสง
- แสตนเลสขัดเงา

1.4.6 ศึกษาขอบเขตความสว่างจากรูปแบบปล่องนำแสงที่ดีที่สุด 1 ปล่องเพื่อหารูปแบบการจัดวางรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.4.7 ศึกษาการนำวัสดุกระจายแสงมาประยุกต์ใช้กับปล่องนำแสง เพื่อช่วยในการกระจายแสงและลดความแตกต่างของแสงสว่างบริเวณปากปล่องและบริเวณโดยรอบนั้น

1.4.8 ข้อมูลพื้นฐานทางภูมิอากาศ ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยในเขตกรุงเทพมหานคร

1.4.9 ปัจจัยและตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการอ้างอิงหรือการคำนวณ ให้ใช้ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง

1.4.10 กำหนดสภาพท้องฟ้าวันที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นแบบสภาพท้องฟ้าแจ่มใส

1.4.11 ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์กำหนดให้ตำแหน่งดวงอาทิตย์และค่าความสว่างภายนอกอยู่ในรูปแบบเดียวกัน

1.5 สมมุติฐานของการศึกษา

จากการศึกษาหารูปแบบการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร โดยเทคนิคปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน ซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้มีการประยุกต์และพัฒนาปล่องนำแสง เพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างธรรมชาติในส่วนลึกของห้องและในพื้นที่ส่วนที่ถูกบดบังแสงธรรมชาติด้วยผนังหรือเฟอร์นิเจอร์ หรือพื้นที่ ที่ไม่มีช่องเปิดรับแสงสว่างธรรมชาติ เพื่อให้แสงสว่างธรรมชาติส่องถึงและมีค่าความสว่างที่เหมาะสมกับการทำงานเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่ง เทคนิคดังกล่าวจะสามารถนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่ภายในได้ลึกประมาณ 6 –12 เมตร โดย เทคนิคปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานจะไม่เพิ่มภาระทำความเย็นให้กับอาคาร และ รูปแบบยังสามารถประยุกต์ให้เข้ากับลักษณะของอาคารได้อย่างเหมาะสม

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหารูปแบบการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในห้องเรียน เพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างในส่วนลึกของห้องให้มีค่าความสว่างที่เหมาะสมกับการทำงาน โดยเทคนิคปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

- ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศของแสงสว่างธรรมชาติที่ได้มีการเก็บข้อมูลและศึกษาไว้แล้วจาก Daylight availability models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance and model sky luminance for Bangkok
- ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบที่มาของปัญหา แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาทฤษฎีของรูปแบบ ที่เกี่ยวกับปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน

- ศึกษารูปแบบของปล่องนำแสง ที่ศึกษากันอยู่ในปัจจุบันและตัวอย่างที่ใช้จริงกับอาคาร แล้วสรุปถึงส่วนประกอบที่สำคัญของปล่องนำแสง
- ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างธรรมชาติ และสภาพท้องฟ้าของประเทศไทย
- ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุสะท้อนแสงต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ในงานวิจัย
- ศึกษาสัดส่วนขนาดช่องเปิดของอาคารสถานศึกษาที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบ Light Pipe และ การทำหุ่นจำลอง

- ศึกษารูปแบบปล่องนำแสงซึ่งประกอบด้วย ขนาดและสัดส่วน ของปล่องรับแสง ,ระยะ โดยกำหนดทิศทางและรูปร่างปล่องนำแสงตามทฤษฎีและงานวิจัยที่ได้ศึกษาเบื้องต้นแล้ว เพื่อสามารถนำแสงสว่างที่เหมาะสมให้กับห้องเรียนภายในเขตกรุงเทพมหานคร
- ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุสะท้อนแสงจากผลงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการทดสอบหาวัสดุที่สามารถสะท้อนแสงได้ดีที่สุดและ สามารถสะท้อนแสงสว่างเข้าสู่ภายในห้องได้ในปริมาณที่เหมาะสมและไม่เพิ่มภาระทำความเย็นให้กับอาคาร
- ศึกษารูปแบบทางกายภาพภายในห้องเรียนโดยกำหนดขนาดห้องที่ใช้ทำการทดลองจากสถิติจำนวนนักเรียน,ระยะมาตรฐานของห้องเรียนตามจำนวนนักเรียนภายในเขตกรุงเทพมหานคร และสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานประจำวัน ทั้งทางด้านรูปแบบ , ระยะความสูงของฝ้าเพดาน , การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ , สีและพื้นผิวของวัสดุตกแต่ง

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> ทำการทดลองและบันทึกผล โดยใช้หุ่นจำลอง และโปรแกรมคำนวณทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีตัวแปรที่นำมาทำการทดลองคือ

- ทิศทาง และ ตำแหน่งของปล่อง
- ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวและสีของวัสดุสะท้อน(อ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง) แสงภายในปล่องนำแสง และ ภายในช่องฝ้าเพดาน
- ระยะทางของปล่องกับความสัมพันธ์ของห้องที่สามารถให้ปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสม
- ปริมาณอุณหภูมิภายในห้องที่ทำให้เกิดภาระทำความเย็นของอาคาร

ตัวแปรที่ควบคุมขณะทำการทดลองคือ

- รูปแบบ , ขนาด , ทิศทาง ของห้องที่นำมาเป็นกรณีศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร
- โครงสร้าง , ขนาด , พื้นผิว และคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำหุ่นจำลอง
- อุปกรณ์การวัดผลและการบันทึกผลการทดลอง
- สภาพแวดล้อมขณะทำการทดลอง

<u>ขั้นตอนที่ 5</u> การประเมินผลการทดลอง

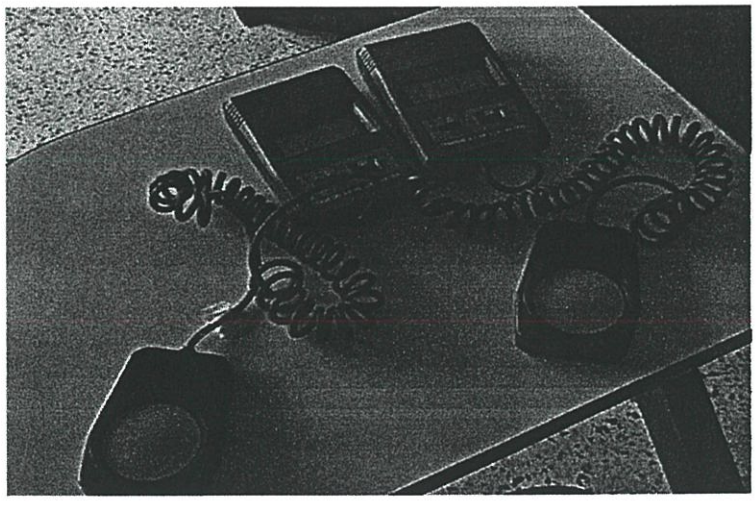
- นำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลจากการทดลองทุกรูปแบบ เพื่อหารูปแบบที่ดีที่สุด

<u>ขั้นตอนที่ 6</u> การสรุปผล และ ข้อเสนอแนะในการวิจัย

- สรุปผลว่า Light Pipe แบบใดเหมาะสมที่สุดสำหรับสถานศึกษา
- เสนอแนะแนวทางในการแก้ไข และปรับปรุงต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางด้านปริมาณแสงสว่าง Lux Meter และกล้องดิจิตอลในการเก็บข้อมูลสภาพห้องฟ้า



รูปภาพที่1.6 แสดงภาพเครื่องมือวัดปริมาณแสงสว่าง Lux Meter

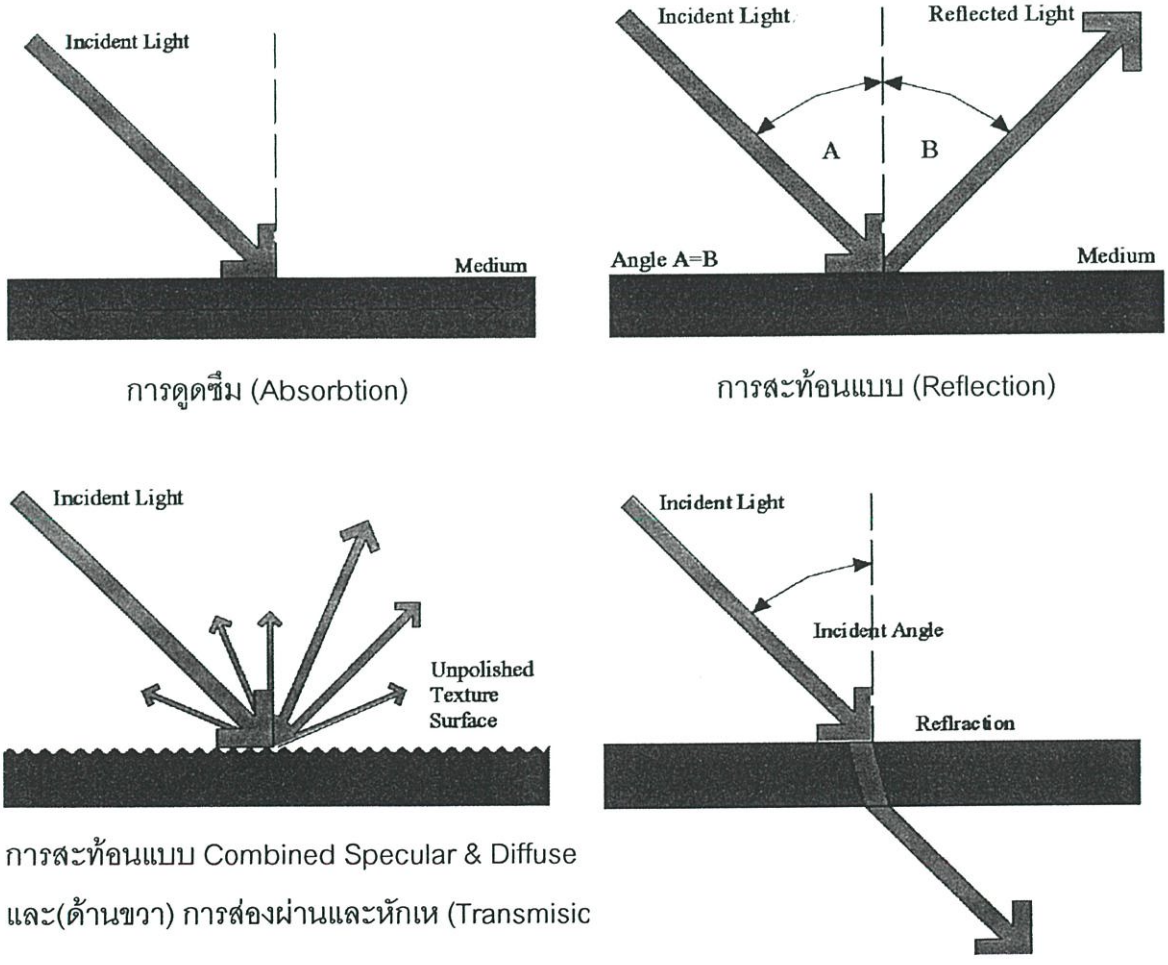
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคและอุปกรณ์การนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร ในรูปแบบอื่นๆ
- เป็นแนวทางในการพัฒนาให้สามารถใช้กับอาคารประเภทอื่นๆในเขตกรุงเทพมหานครและภูมิภาคอื่นๆต่อไป
- เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาแสงสว่างธรรมชาติไม่เพียงพอในส่วนลึกของห้อง และ เพิ่มปริมาณแสงสว่างให้มีปริมาณที่เหมาะสมกับการทำงานทำให้เกิดสภาวะน่าสบายในการมองเห็น และช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์

บทที่2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พฤติกรรมของแสง

เทคนิคปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานเป็นเทคนิคที่ใช้หลักการสะท้อนเป็นหลัก เพื่อช่วยในการนำแสงสว่างจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร โดยการสะท้อนผ่านปล่องที่ทำจากวัสดุที่มีค่าการสะท้อนสูง ดังนั้นเพื่อความเข้าใจในการทำงานของเทคนิคนี้จึงควรศึกษาเกี่ยวกับการเดินทางของแสง ซึ่งแสงจากดวงอาทิตย์เดินทางมายังโลกโดยการแผ่รังสีมีการดูดซึมที่ชั้นบรรยากาศ, การหักเหและการสะท้อน ก่อนส่องลงมายังพื้นโลกยังมีการดูดซึม,การหักเหและการสะท้อน ของแสงกับวัตถุที่ตกกระทบ เกิดเป็นพฤติกรรมของแสงที่กระทำกับวัตถุที่ตกกระทบ



การดูดซึม (Absorbtion)

การสะท้อนแบบ (Reflection)

การสะท้อนแบบ Combined Specular & Diffuse

และ(ด้านขวา) การส่องผ่านและหักเห (Transmisic

รูปที่ 2.1 แสดงพฤติกรรมของแสงในลักษณะต่างๆ

ที่มา ไพศาล จันเตยูร (2539 : P.172)

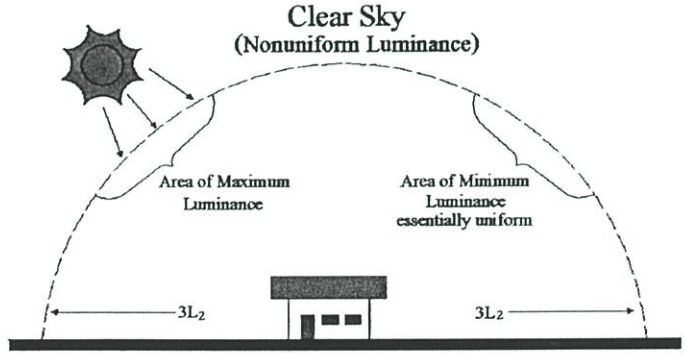
2.2 สภาพท้องฟ้า (Sky Condition)

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการนำแสงของปล่องนำแสง คือสภาพท้องฟ้าและตำแหน่งดวงอาทิตย์ ซึ่งค่าความสว่างและความจ้าของท้องฟ้ามาจากแสงธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป็นผลเกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ,ปริมาณของเมฆและอนุภาคในอากาศ ของฝุ่น ควัน หรือไอน้ำ ซึ่งสามารถแบ่ง สภาพท้องฟ้าออกเป็นแต่ละประเภทได้ดังนี้

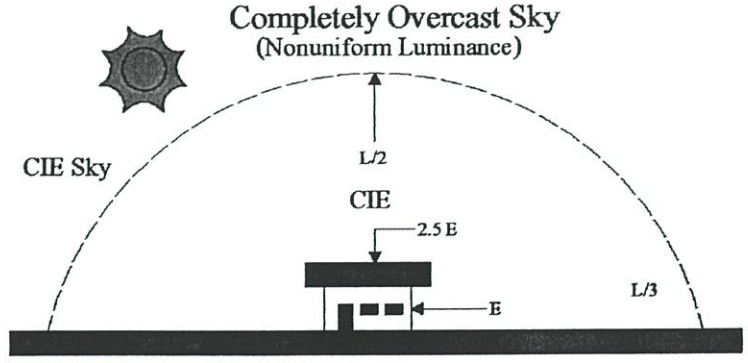
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าเฉลี่ยของท้องฟ้าในลักษณะต่างๆ

Cloudiness Index (CI)	ความถี่ (ทั้งหมด 4,320 ชม.)	เปอร์เซ็นต์
(0) Clear Sky	3	0.07
(1-5) Scattered Cloud	88	2.00
(6-9) Broken Cloud	1,619	37.50
(10) Overcast Sky	456	10.40

ที่มา Daylight Asean-us Project on Energy Conservation in Building (2531)



รูปที่ 2.2 แสดงท้องฟ้าแบบ Clear Sky

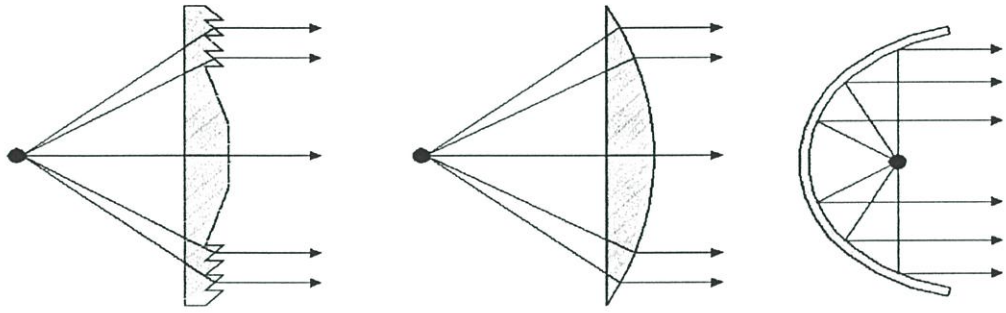


รูปที่ 2.3 แสดงท้องฟ้าแบบ Overcast Sky

ที่มา Stein and Raynolds (1992 : P.974)

2.3 การรวม-กระจายแสง (Collection&Defusion)

เทคนิคปล่องนำแสงนั้นประกอบด้วย 3 ระบบหลักคือ ระบบรับ-รวมแสง , ระบบนำพาแสง , ระบบกระจายแสงภายใน ซึ่งระบบรับ-รวมแสง และ ระบบกระจายแสงภายใน สามารถประยุกต์ทฤษฎีการรวม-กระจายแสง ของเลนส์มาใช้ได้ อีกทั้งรูปแบบการกระจายแสงของดวงโคมที่เพิ่มประสิทธิภาพการกระจายให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม



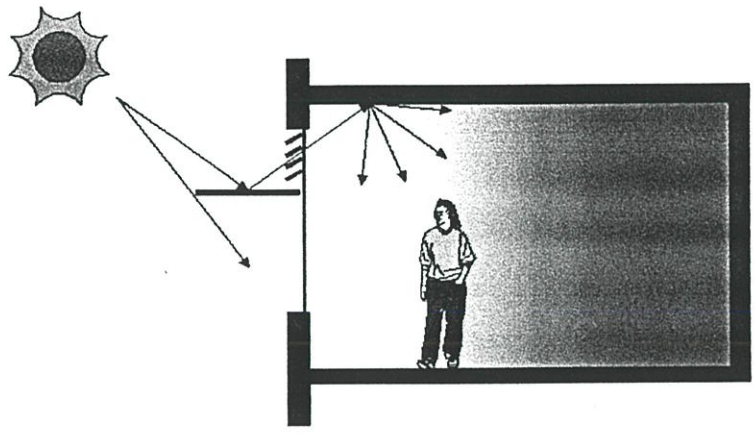
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการรวม-กระจายแสงของเลนส์เว้าและเลนส์นูน

ที่มา Architectural Lighting Design By Gary R. Steffy , IES , IALD (P.107)

2.4 รูปแบบการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร (Daylight Strategies)

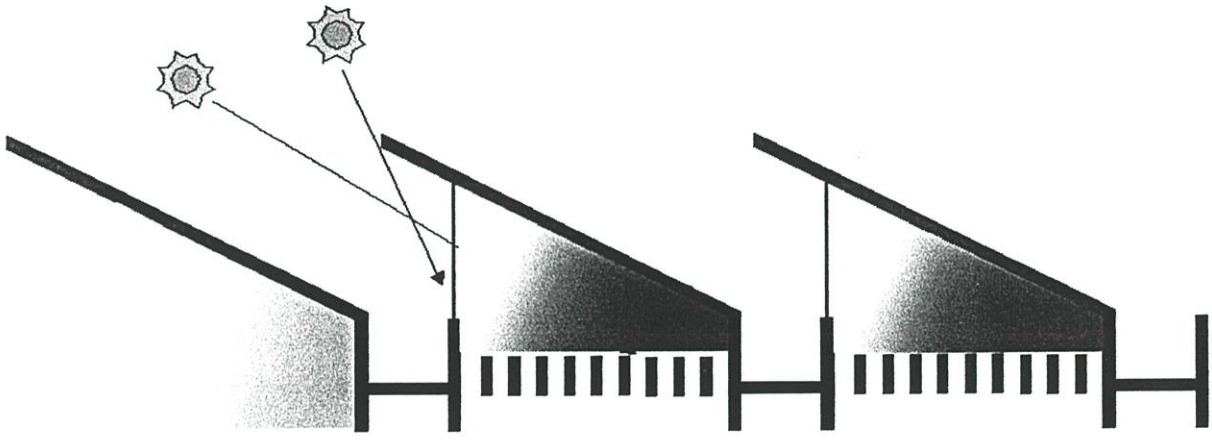
รูปแบบในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารมีหลายวิธีโดยพิจารณาจากลักษณะทางสถาปัตยกรรม ลักษณะกิจกรรมและช่วงเวลาที่ใช้อาคาร เช่น อาคารประเภทเก็บสินค้า โรงงาน หรืออาคารสาธารณะที่มีความสูงมาก หรือมีโถงสูง เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาทางด้านบน (Top-lighting Techniques) ส่วนอาคารประเภทการศึกษา สำนักงาน พักอาศัย อาคารที่มีความสูงหลายชั้น หรืออาคารที่แสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถส่องเข้าไปได้ถึงส่วนในสุดส่วนมากจะเหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ทางด้านข้าง (Side-lighting Techniques) เป็นต้น และการใช้งานในอาคารมี 7 ประเภท คือ

1. แสงจากด้านข้าง (Side Lighting)
2. แสงจากด้านบน (Top Lighting)
3. แสงจากทางช่องเปิดเอียง (Angled Lighting)
4. แสงจากการสะท้อนเป็นลำ (Beam Lighting)
5. แสงจากการสะท้อน (Indirect Lighting)
6. แสงจากโถงสูง (Atria , Light Court)
7. แสงจากรูปแบบผสม (Combinations)



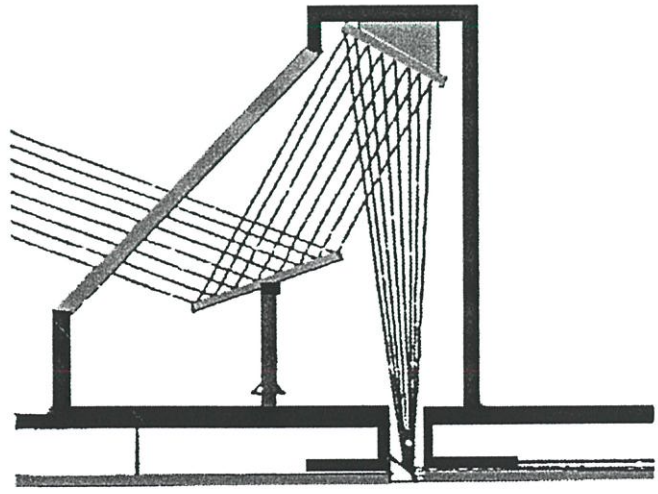
รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบการนำแสงธรรมชาติจากด้านข้าง

ที่มา Lechner (1991 : P.323)



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบการนำแสงธรรมชาติจากด้านบน

ที่มา Lechner (1991 : P.335)



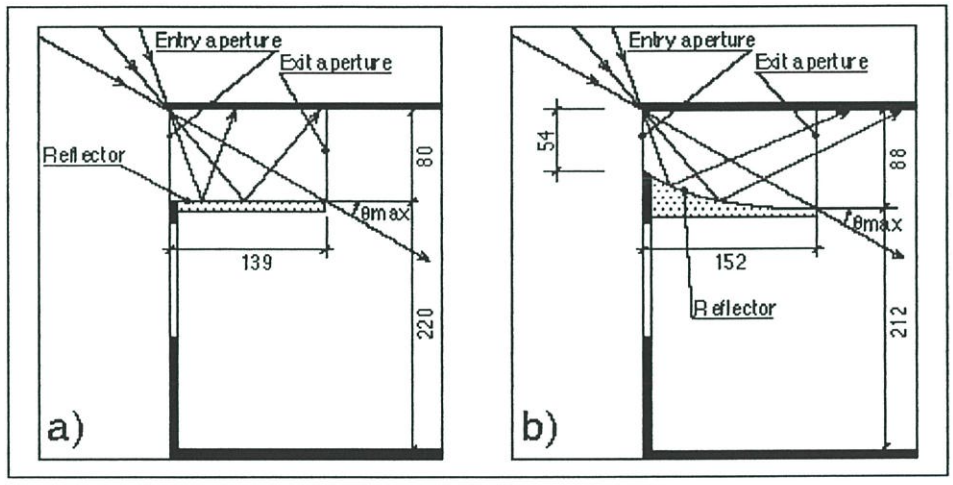
รูปที่ 2.7 แสดงรูปแบบการนำแสงธรรมชาติจากการสะท้อน

ที่มา Guzowsski (1976 : P.247)

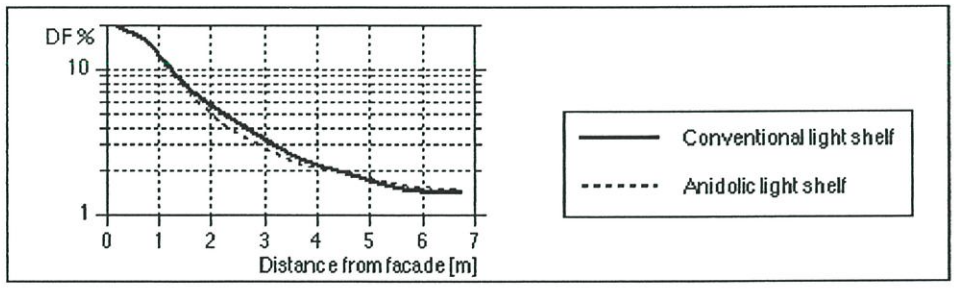
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 Application of Nonimaging optics to the Development of new Daylighting System , the article was present at the ISES Solar World Congress 1993 in Budapest Hungary

จากรายงานการประชุมของสถาบันการวิจัยการพัฒนาเกี่ยวกับระบบแสงสว่างรูปแบบใหม่เพื่อประยุกต์ ใช้และช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร ให้เหมาะสมกับลักษณะกิจกรรมต่างๆภายในอาคารแต่ละประเภท อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.8 แสดงการสะท้อนแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในโดย Light Shelve แบบ ราบ , แบบโค้ง



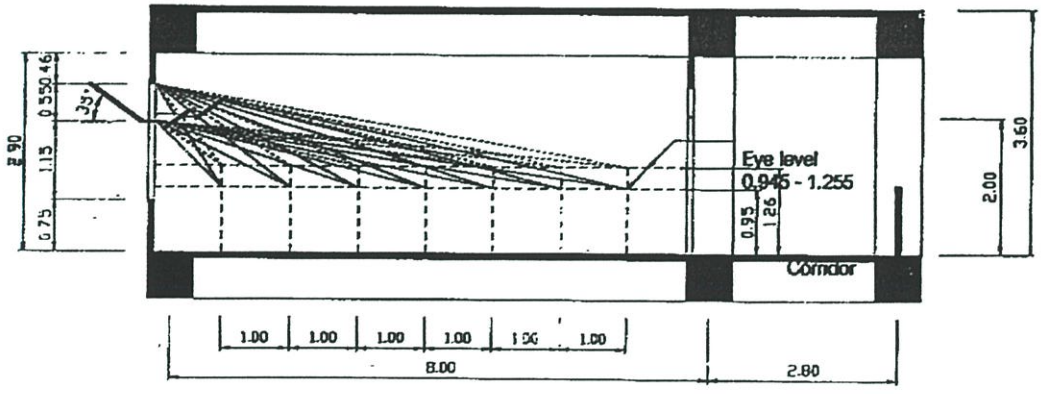
รูปที่ 2.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณแสงสว่างภายในห้องจากการสะท้อนแสงธรรมชาติโดย Light Shelve แบบราบ และ แบบโค้ง

ทางสถาบันได้มีการทดลองและวิจัยคุณสมบัติของหิ้งสะท้อนแสงในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งรูปแบบโค้ง (Anidolic) เพื่อทำการประยุกต์ใช้กับอาคาร จากแหล่งแสงธรรมชาติทางด้านข้าง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างหิ้งสะท้อนแสงแบบ โค้ง (Anidolic)และหิ้งสะท้อนแสงแบบระนาบ ซึ่งผลการวิจัยที่แสดงออกมา เป็นที่น่าสนใจมากเพราะ หิ้งสะท้อนแสงแบบโค้ง (Anidolic)ให้ผลประสิทธิภาพสูงกว่าหิ้งสะท้อนแสงแบบอื่นๆ ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำมาศึกษาต่อเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณแสงสว่างภายในอาคารมากขึ้น และอาจมีการประยุกต์ให้เกิดการนำแสงสว่างแบบข้ามฟาก เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการใช้งานในบริเวณที่ไม่มีด้านใดติดต่อกับช่องเปิดเลย และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศแบบร้อนชื้น , ประเทศไทยได้ต่อไป

2.5.2 **วิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบหิ้งสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ในสถานศึกษา โดย เรณู ด่านกุล สาขา สถาปัตยกรรมเขตร้อน,สถาปัตยกรรมบัณฑิต,เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**



รูปที่ 2.10 แสดงการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารโดยเทคนิค Light Shelve

จากวิทยานิพนธ์ เป็นการวิจัย โดยการใช้หิ้งสะท้อนแสงในแนวระนาบรูปแบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างโดยแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคาร จากผลการวิจัยได้แสดงถึงการใช้รูปแบบหิ้งสะท้อนแสงที่เหมาะสมและวัสดุสะท้อนแสงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการสะท้อนแสง เพื่อให้แสงสว่างธรรมชาติสามารถสะท้อนผ่านเข้าสู่ภายในอาคารมากที่สุด ในลักษณะภูมิประเทศแบบ เขตร้อนชื้น , กรุงเทพฯ , ประเทศไทย และลักษณะอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารเรียนระดับมัธยมศึกษา ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ซึ่งสามารถนำรูปแบบหิ้งสะท้อนแสงนี้มาประยุกต์ให้เข้ากับลักษณะรูปแบบอาคาร และการจัดพื้นที่ใช้งานภายในอาคารเรียนอย่างเหมาะสม ช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายในการมองเห็น และ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของพื้นที่ภายในอาคารเรียนด้วย

53823

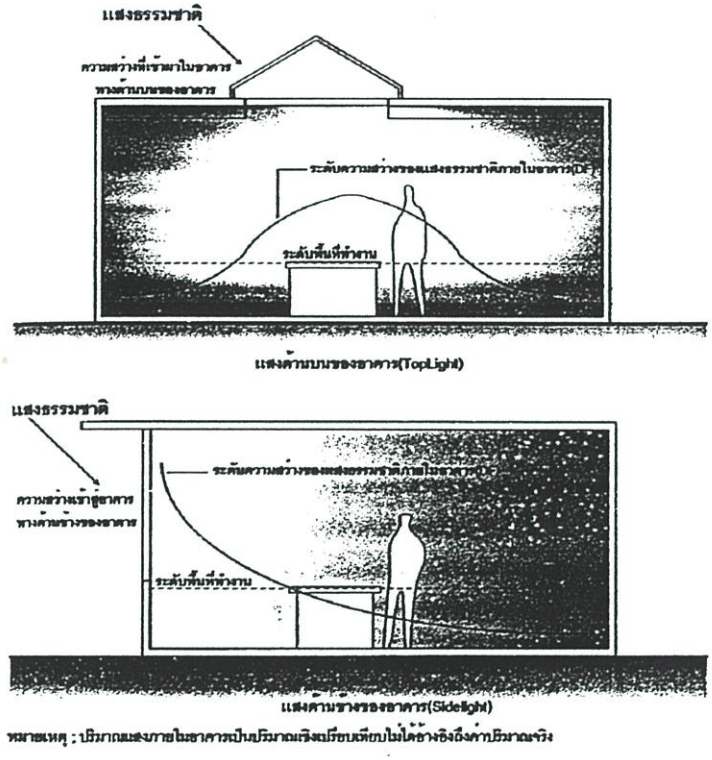
2.5.3 Heating , Cooling , Lighting (Design Methods for Architecture) , Norbert Lechner , 2nd Edition

จากเนื้อหาภายในหนังสือเกี่ยวกับแสงสว่างธรรมชาติ และ การประยุกต์เพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร และ อธิบายความสำคัญของแสงสว่างธรรมชาติ และการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ตั้งแต่ในอดีตจนกระทั่งมีการประยุกต์กลยุทธ์ต่างๆจนมาถึงปัจจุบันอีกทั้งยังมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแสงสว่างธรรมชาติ , การนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารทั้งด้านบนและด้านข้าง และตัวแปรต่างๆที่มีอิทธิพลต่อปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่เข้าสู่ภายในอาคาร เช่น ลักษณะหน้าต่าง , ฝ้าเพดาน , พื้น ,ผนัง ,ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุแต่ละชนิด เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในการประยุกต์ใช้กับการวิจัยเกี่ยวกับการนำแสงสว่างผ่านปล่องนำแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่องสว่างภายในอาคาร อีกทั้งยังมีกรณีศึกษาที่น่าสนใจและสามารถนำมาประยุกต์ให้สอดคล้องกับกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ คือ อาคารเรียนในเขตกรุงเทพมหานครด้วย.

2.5.4 **เอกสารคำสอน วิชา เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร โดย รศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ , หลักสูตรสถาปัตยกรรมเขตร้อน ระดับ บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

จากหนังคำสอนได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานของแสงสว่างธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์อีกทั้งยังมีผลกระทบต่างๆจาการใช้แสงสว่าง เช่น ความจ้า , ความสลัว เป็นต้น และอธิบายถึงการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ทั้งในรูปแบบด้านข้างและด้านบน ซึ่งควรเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานและลักษณะของอาคารด้วย และยังอธิบายการคำนวณในการเพื่อใช้ในการหาจำนวนค่าความสว่าง และจำนวนดวงโคม เพื่อช่วยในการเลือกชนิดและคุณสมบัติของหลอดไฟที่จะนำมาใช้ภายในอาคารควบคู่กับการใช้แสงสว่างธรรมชาติเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ค่าความส่องสว่างต่างๆ และยังมีตัวแปรต่างๆที่มีอิทธิพลต่อปริมาณแสงสว่างธรรมชาติที่เข้ามาสู่ภายในอาคาร และลักษณะท้องฟ้าในประเทศไทย ซึ่งล้วนเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยฉบับนี้ได้

2.5.5 **วิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบอาคารสำนักงานโดยการนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ กรณีศึกษา อาคารสำนักงาน กรมผังเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดย อานนท์ วัชรพาหะ สาขา สถาปัตยกรรมเขตร้อน , สถาปัตยกรรมบัณฑิต , เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

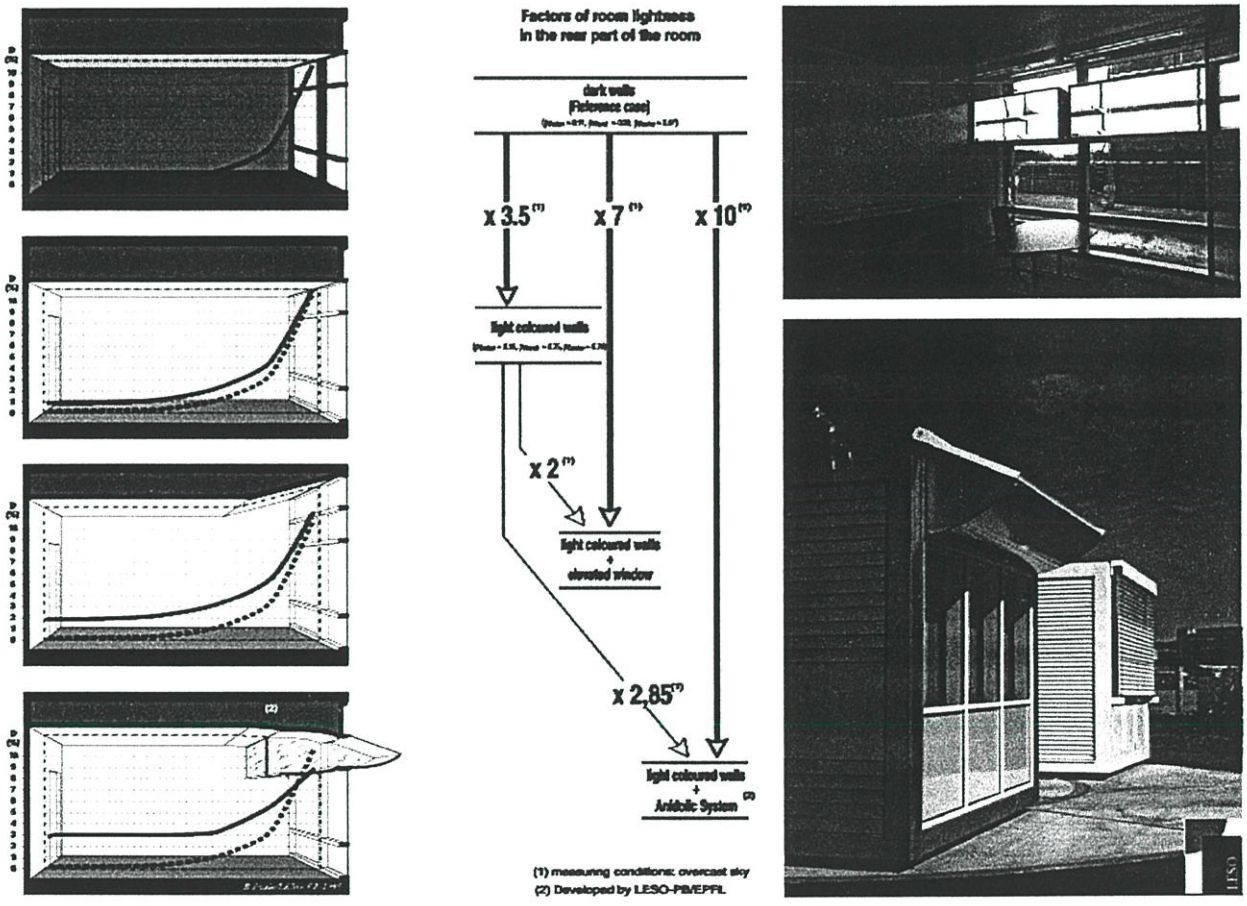


รูปที่ 2.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแสงสว่างภายในห้องโดยการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ ภายใน อาคารโดย ด้านข้าง และ ด้านบน

จากวิทยานิพนธ์ได้แสดงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแสงสว่างธรรมชาติ และการเก็บข้อมูลจากลักษณะ แสงสว่างธรรมชาติจากท้องฟ้าจริง ของกรุงเทพมหานคร ณ เวลาต่างๆ เพื่อหาความแตกต่างของแสงสว่างธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคาร ตามฤดูกาลต่างๆทั้งปีของประเทศไทย จากนั้นจึงนำเทคนิคต่างๆมาประยุกต์ใช้ควบคู่กับการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร โดยมีการทดสอบ จากหุ่นจำลองกับแสงสว่างธรรมชาติ ณ เวลาต่างๆทั้งปี และยังมีการทดสอบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่น่าสนใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยฉบับนี้ได้

2.5.6 Anidolic Daylighting Systems (ADS) , Solar Energy and Building Physics Laboratory of EPFL

จากงานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัย เกี่ยวกับการใช้ Light Shelve แบบ Anidolic โดยใช้หลักการสะท้อนแสง เพื่อนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งทำการเปรียบเทียบกับ Light Shelve แบบอื่นๆซึ่งผลออกมา Light Shelve แบบ Anidolic ได้ผลดีที่สุดในเงื่อนไขและสภาวะเดียวกัน ซึ่งจากผลการวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัย สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับงานวิจัย เกี่ยวกับ ปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน โดยสามารถนำลักษณะตัวรับแสงแบบโค้ง หรือ Anidolic มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการวิจัย



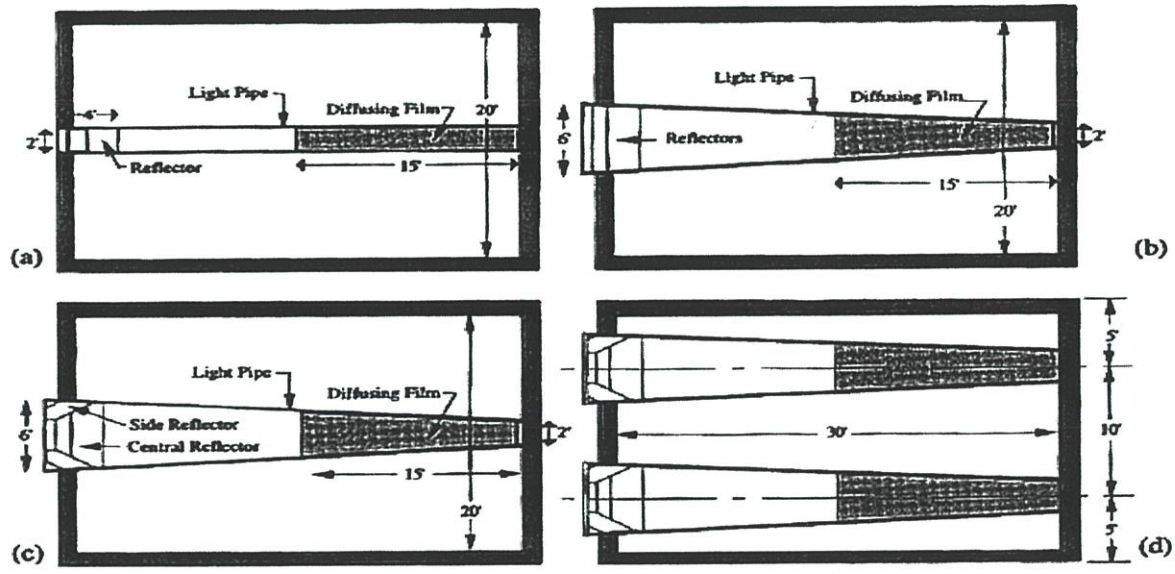
รูปที่ 2.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแสงสว่างภายในห้องจากการสะท้อนแสงธรรมชาติโดยใช้เทคนิคต่างๆ และ ภาพหุ่นจำลองการทดลอง Anidolic Light Shelve

งานวิจัยนี้ยังมีการประเมินผล และวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเพิ่มความมั่นใจในการทดลองงานวิจัยนี้และยังสามารถประเมินเป็นตัวเลขที่แน่นอนเพื่อนำไปสรุปผลเป็นข้อมูลการศึกษาต่อไป

2.5.7 Advanced Optical Daylighting Systems: Light Shelves and Light Pipes , L.O.Beltran,E.S.Selkowitz,Energy and Environment Division,May 1966

จากงานวิจัยนี้ ทำการวิจัยเกี่ยว เทคนิค Light Shelves และ Light Pipe ประเภทต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบหาประเภทที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในสภาพเงื่อนไขเดียวกัน รวมทั้งยังมีทฤษฎีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อให้เข้าใจถึงเทคนิค และการเก็บผลการวิจัยอย่างละเอียด ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยเรื่องปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานได้

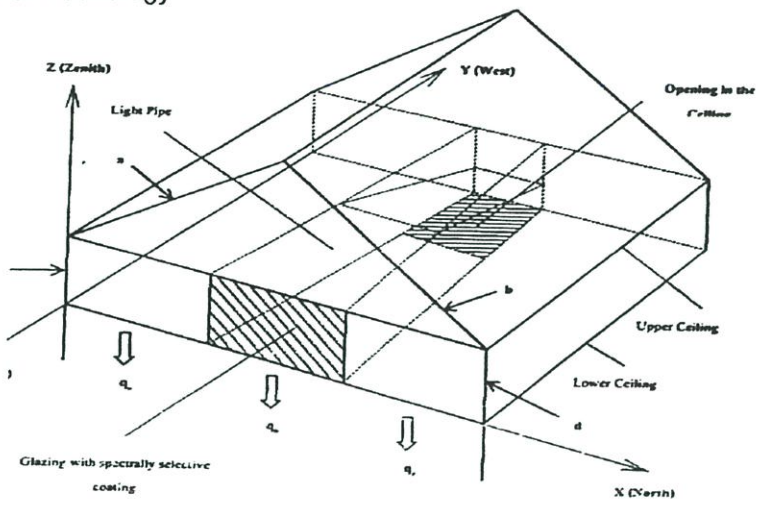
งานวิจัยนี้อธิบายถึงการทดลอง Light Shelves และ Light Pipe แต่ละประเภท โดยการทดลองแรกเลือกทำเทคนิค Light Shelves มีทั้งหมด 5 รูปแบบคือ Base case , Single level , Single level side ref. , Bi-level , Multi-level โดยทำการเก็บข้อมูล ตั้งแต่ 8.00น. – 16.00น. เดือนมกราคม-เดือนธันวาคม และทำการเก็บข้อมูลสรุปผล



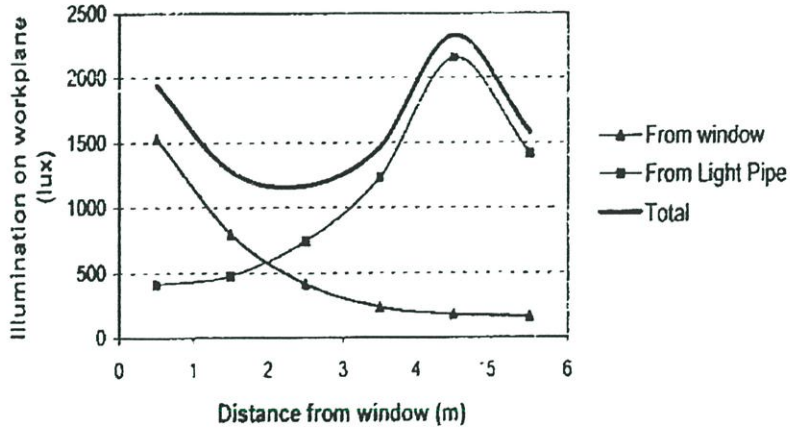
รูปที่ 2.13 แสดงการเปรียบเทียบการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารจากการสะท้อนแสงธรรมชาติโดย Light pipe แบบต่างๆ

ส่วนการทดลองที่2 คือ ทำเทคนิค Light Pipe มีทั้งหมด 5 รูปแบบคือ Base case , Light pipe A , Light Pipe B , 1 Light Pipe C , 2 Light Pipe C โดยทำการเก็บข้อมูล ตั้งแต่ 8.00น. – 16.00น. เดือนมกราคม-เดือนธันวาคม และทำการเก็บข้อมูล และนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละเทคนิคต่อไป ซึ่งผลของการวิจัยนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยเรื่องปล่องนำแสง ทั้งในด้านทฤษฎี และขั้นตอนการทดลองได้และยังเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไปด้วย

2.5.8 Proceedings of the Workshop on Daylighting for Buildings in the Tropic IV: 28 September 2001 ,Radisson Hotel ,Bangkok,Organized by Daylighting Project Energy Prgram School of Envoronment Resources and Development Asian Institute of Tecnology



รูปที่ 2.14 แสดงการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารโดย Light pipe

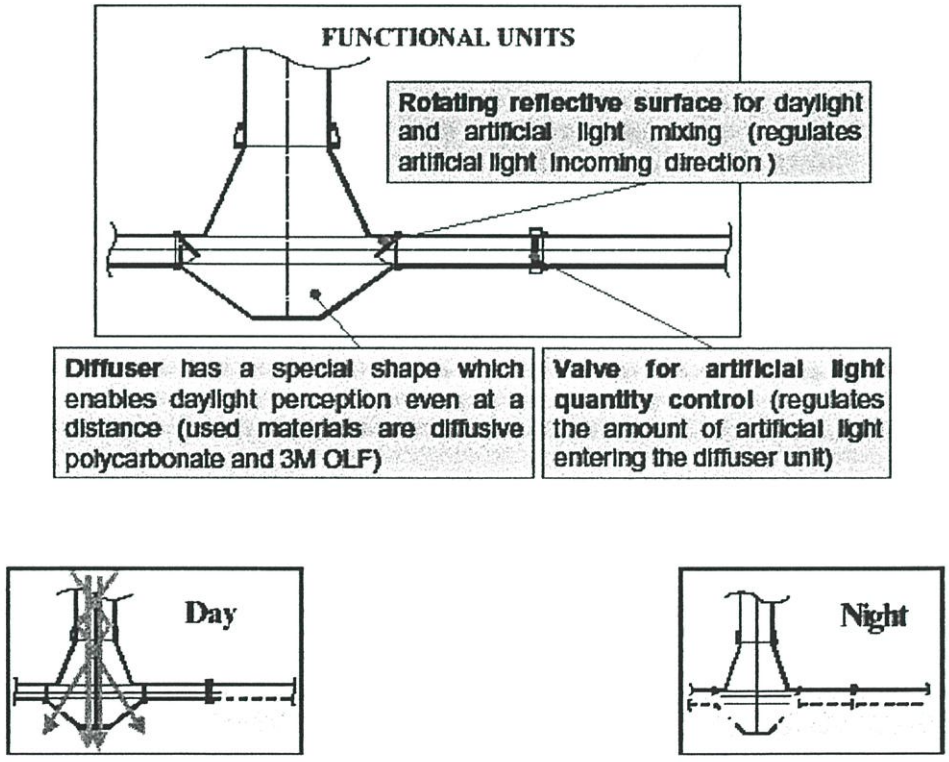


รูปที่ 2.15 ภาพแสดงการเปรียบเทียบการนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารโดย Light pipe และ Side Lighting

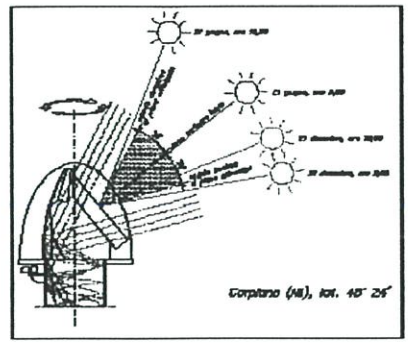
จากรายงานการวิจัยนี้เป็นรายงานการทำ Workshop เกี่ยวกับการใช้เทคนิคเพื่อใช้แสงสว่างธรรมชาติควบคู่กับแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างประหยัด และให้ปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอเหมาะสมกับการทำงาน โดยมีเนื้อหาและทฤษฎีเกี่ยวกับแสงสว่างธรรมชาติและเทคนิค Light Pipe ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยเรื่องปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานได้ อีกทั้งยังมีการวิเคราะห์เกี่ยวกับการสะท้อนและปริมาณความร้อนที่มากับแสงอาทิตย์และสรุปผลการใช้เทคนิคร่วมกับการใช้แสงประดิษฐ์เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม

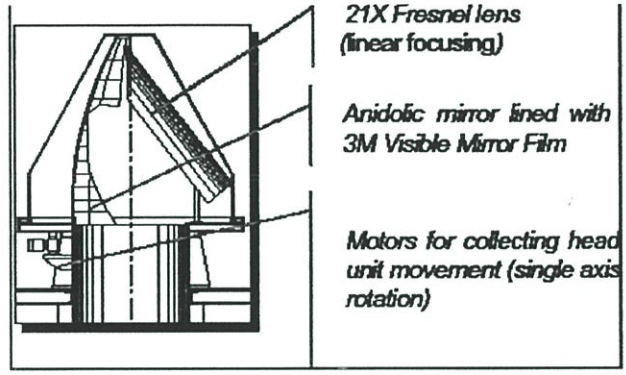
2.5.9 An Innovative system for Daylighting Collecting and transport for Long Distances and Mixing with artificial Ligh coming from Hollow Light Guides

จากงานวิจัยนี้ ทำการวิจัยเกี่ยว เทคนิค Hollow Light หรือ Light Pipe ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อสร้างสภาวะความน่าสบายในการมองเห็นและการผสมผสานการใช้แสงสว่างธรรมชาติและแสงสว่างจากไฟฟ้าเข้าด้วยกัน ซึ่งมีการศึกษาส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนรวม-รับแสง (Head Collected) , ส่วนนำพาแสง (Pipe or Tube) , ส่วนกระจายแสง (Defser) ,มีการทดสอบเพื่อหารูปแบบ , วัสดุ ,ระยะที่ดีที่สุด โดยทำการทดสอบจากหุ่นจำลองขนาด 1:1 และ หุ่นจำลองขนาด 1:5 ในห้องทดลอง ทำการทดสอบจากสภาพท้องฟ้าจริงและสภาพท้องฟ้าเสมือนในห้องทดลอง มีการเก็บข้อมูลตลอดทั้งปีและคำนวณ โดยสูตรคณิตศาสตร์ และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง โดยทำการเปรียบเทียบจากสถานที่ตั้ง 2 ที่คือ ที่ประเทศ อิตาลี และเยอรมัน



รูปที่ 2.16 แสดงตัวกระจายแสงที่นำมาประยุกต์ใช้กับแสงประดิษฐ์





รูปที่ 2.17 แสดงตัวรับ-รวมแสงโดยมีการประยุกต์ให้มีการหมุนรับแสงจากดวงอาทิตย์

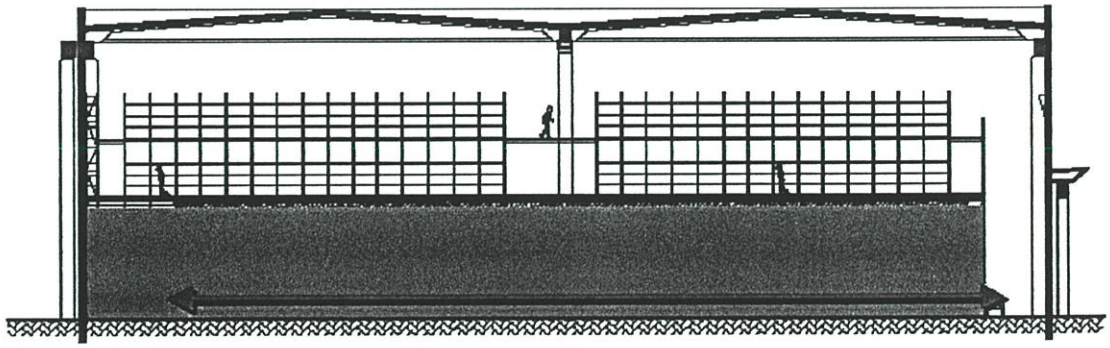
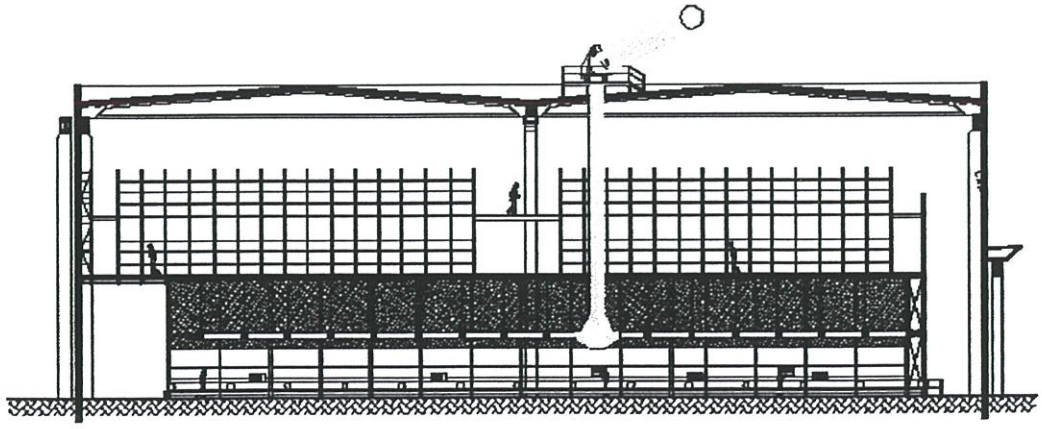
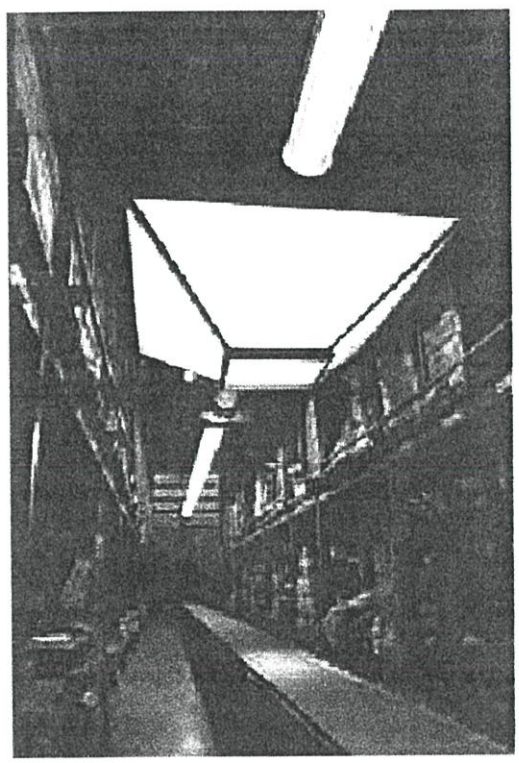
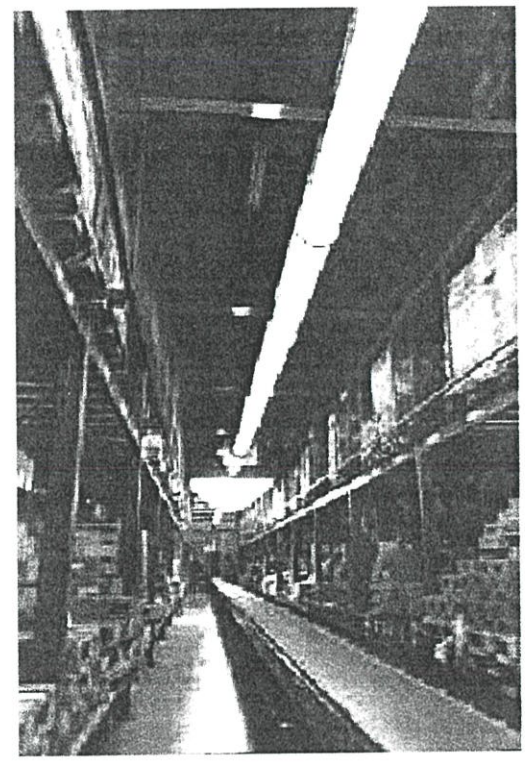


fig. 5: Design targets: provide daylight in a storage area only artificially lit and provide uniform lighting.



รูปที่ 2.18 แสดงรูปแบบอาคารมีความลึก 3 ชั้น และมีการนำแสงธรรมชาติมาใช้ด้านล่าง





รูปที่ 2.19 แสดงตัวกระจายแสงที่นำมาประยุกต์ใช้กับแสงประดิษฐ์

ระบบการนำแสงสว่างธรรมชาติที่ถูกออกแบบพิเศษ เพื่อให้มีความสัมพันธ์กับสภาพการใช้งานและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถผสมผสานการใช้งานระหว่างไฟฟ้าแสงสว่างและแสงธรรมชาติ จากโครงการวิจัย ARTHELIO เป็นการใส่ระบบเครื่องกลในตัวรับแสงให้สามารถรับแสงแดดโดยตรงตลอดทั้งวัน หรือที่เรียกว่าระบบ Sun Tracking Systems จากความสามารถของเทคนิคท่อนำแสงนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารลายประเภท เช่น อาคารจอดรถ , โรงงานอุตสาหกรรม , สถานีรถไฟใต้ดิน และอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งเป็นระบบที่สามารถพัฒนาไปสู่รูปแบบในอนาคตที่ช่วยในการประหยัดพลังงานได้

บทที่ 3
ค่าความส่งสว่างในเขตกรุงเทพฯ และค่ามาตรฐานของการส่องสว่าง

3.1 สภาพภูมิอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

3.1.1 สภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้ง (Latitude) 5.5 องศา - 20.5 องศาเหนือ และเส้นแวง (Longitude) 97 องศา – 105.5 องศาตะวันออก ส่วนกรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงตั้งอยู่ ณ เส้นรุ้ง (Latitude) 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ เส้นแวง (Longitude) 100 องศา 34 ลิปดา สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปจะมีลมมรสุมอยู่ 2 ช่วง คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้

3.1.2 ภูมิอากาศ (Climate)

A ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ประเทศไทยจะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยโดยประมาณ 1,500 ม.ม. ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยประมาณ 78% อุณหภูมิโดยเฉลี่ยประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความร้อนจะไม่มากนักในช่วงฤดูนี้

B ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม โดยจะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในช่วงระยะนี้ปริมาณน้ำฝนจะน้อยและจะเป็นช่วงที่จะได้รับอิทธิพลลมหนาวจากประเทศจีนแผ่ปกคลุมลงมา ทำให้มีอุณหภูมิลดต่ำลงโดยเฉลี่ยประมาณ 18 องศาเซลเซียส อากาศโดยทั่วไปจะเป็นอากาศแห้งแล้งและเย็น

C ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จะทำให้ช่วงนี้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นกว่าช่วงอื่นๆ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 38 องศาเซลเซียส อากาศโดยทั่วไปจะมีลักษณะอากาศที่แห้งแล้ง ในช่วงตอนปลายของฤดูจะเริ่มมีฝนตก

3.1.3 อุณหภูมิ (Temperature)

เนื่องจากตั้งอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับแสงตั้งฉากของดวงอาทิตย์เกือบตลอดปี โดยเฉพาะช่วงเดือนเมษายนประเทศไทยหันเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยมีอุณหภูมิประมาณ 26.1 – 34.9 องศาเซลเซียส ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าช่วงอื่นๆ ความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนมีน้อย

3.1.4 **ความชื้นสัมพัทธ์** (Humidity)

ช่วงเดือนธันวาคมและมกราคมเป็นช่วงที่อากาศแห้งที่สุด โดยอยู่ระหว่าง 70-72% เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนลมจะเริ่มเปลี่ยนทิศเป็นมรสุมตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้ ทำให้ความชื้นในอากาศเริ่มสูงขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิอากาศยังอยู่ในระดับสูง ความชื้นสัมพัทธ์จึงยังไม่สูงมากในช่วงระยะนี้ระหว่างเดือนมีนาคมและต้นเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นระยะอากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงประมาณ 74 – 78% ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคมความชื้นสัมพัทธ์จะอยู่ในช่วงสูงสุดตั้งแต่ 80% ขึ้นไป

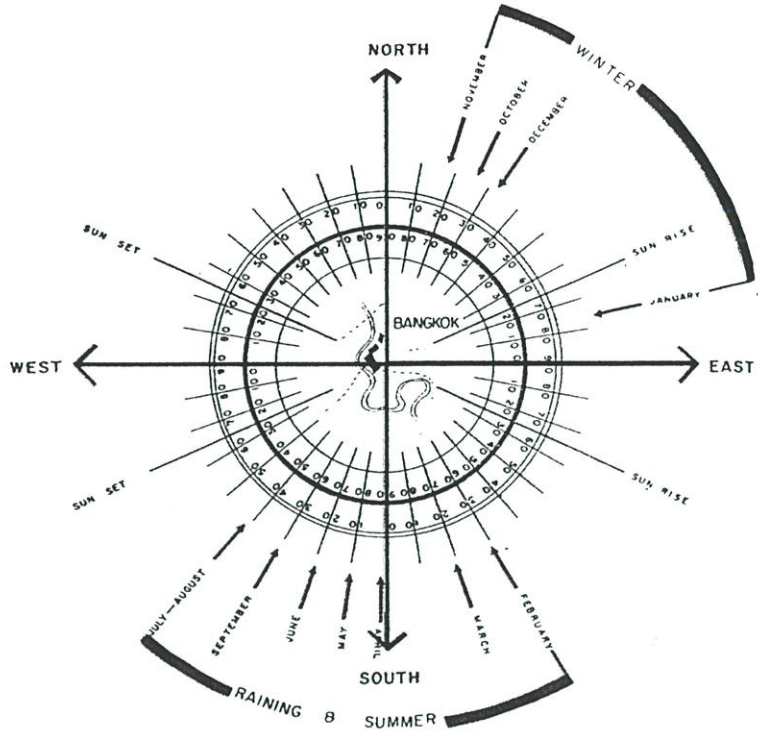
3.2 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อกรุงเทพมหานคร

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์มีลักษณะเป็นวงรี ในขณะที่โคจรไปก็จะหมุนรอบตัวเองไปพร้อมกัน แกนของโลกที่เอียง 23.5 องศา กับแนวโคจรรอบดวงอาทิตย์ ในวันที่ 21 มิถุนายน บริเวณเส้นรุ้งที่ 23.5 องศาเหนือจะเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เมื่อเทียบจุดอื่นๆบนโลกในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนในสู่ฤดูฝน จะสังเกตเห็นว่าเมื่อเวลาเที่ยงวันดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่ตรงศีรษะแต่เอียงไปทางทิศเหนือเป็นมุม 23.5 องศา สำหรับกรุงเทพฯซึ่งอยู่ที่เส้นรุ้ง 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ นั้นเอียงทำมุมกับทิศเหนือ (23.5 องศา – 13.4 องศา) = 10.1 องศา

ในวันที่ 21 ธันวาคม บริเวณเส้นรุ้งที่ 23.5 องศาใต้ จะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดเมื่อเทียบกับจุดอื่นๆบนโลก ในเขตกรุงเทพมหานครจะเป็นช่วงฤดูหนาวซึ่งจะเห็นดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่เอียงไปทางทิศใต้ เป็นมุม 23.5 องศา สำหรับในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งอยู่เส้นรุ้งที่ 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ นั้นเอียงทำมุมกับทิศใต้ (13.4 องศา – (-23.5 องศา)) = 36.9 องศา ดวงอาทิตย์จะอ้อมทิศใต้

ในวันที่ 21 มีนาคม และวันที่ 21 กันยายน บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดเทียบกับจุดอื่นๆบนโลกของทุกปีจะสังเกตเห็นว่าเวลาเที่ยงวันดวงอาทิตย์อยู่เหนือศีรษะพอดี

ตำแหน่งทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ ณ เขตกรุงเทพมหานคร ในวันและเวลาต่างๆของทุกปีดังแสดงในรูป 3.1 จะเห็นว่าช่วงกลางเดือนเมษายนถึงกลางเดือนสิงหาคม ดวงอาทิตย์จะเยื้องไปทางเหนือโดยจะอ้อมทางเหนือสุดในวันที่ 22 มิถุนายน นอกนั้นเวลาส่วนใหญ่ 8 เดือน ดวงอาทิตย์จะเยื้องไปทางทิศใต้โดยจะอ้อมใต้สุดวันที่ 22 ธันวาคม



รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์ในเขตกรุงเทพมหานคร (14 องศาเหนือ)
ที่มา : การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย (หน้า 18)

3.3 ปริมาณแสงสว่างและรังสีดวงอาทิตย์ของกรุงเทพฯ (Radiation and Illuminance)

จากการที่กรุงเทพฯตั้งอยู่ที่ละติจูดที่ 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และลองติจูดที่ 100 องศา 33 ลิปดาตะวันออก ซึ่งอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Tropical Zone) ทำให้มีปริมาณรังสีและปริมาณแสงสว่างที่จ้าเกือบตลอดทั้งปี โดยปกติแล้วปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของแสงสว่าง ถ้าปริมาณของรังสีมาก ปริมาณแสงสว่างก็จะมีค่าของความส่องสว่างมากด้วย ในช่วงของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของรังสีจากดวงอาทิตย์และปริมาณของแสงสว่างจะมีการแปรเปลี่ยนตลอดเวลาในแต่ละช่วงวัน เดือน ปี จากการศึกษาสถิติการวัดค่าปริมาณแสงสว่างและรังสีของดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี (ม.ค. – ธ.ค. 2542-2543) ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเอเชีย AIT โดยเก็บข้อมูลสถิติของค่าความส่องสว่างและปริมาณรังสีแบบแนวโคจรของดวงอาทิตย์ (Solar Time) และแบบตามช่วงเวลาปกติ (Local Time) ดังแสดงในตารางที่ 3.1 – 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ปริมาณแสงสว่างของดวงอาทิตย์ในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2542-2543 (solar Time)

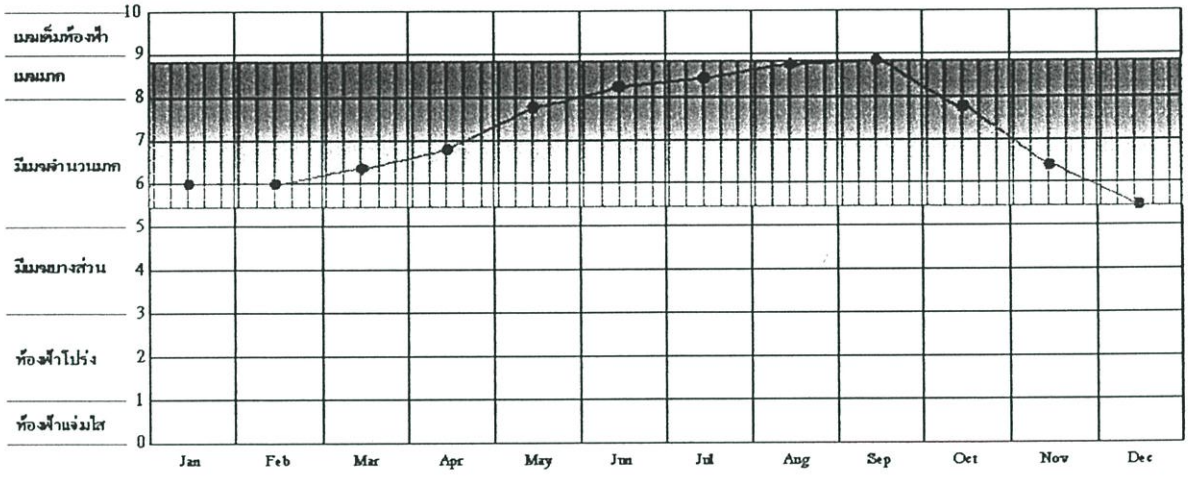
ตาราง3.1 แสดงค่าเฉลี่ยความส่องสว่างรวมของท้องฟ้า ทุก 1 ชั่วโมง(klux)

Solar Time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	2.2	5.26	6.04	6.11	6.39	7.32	5.71	5.39	3.55	0	0
7	9.34	9.78	16.21	20.49	19.84	21.63	23.96	17.73	18.25	13.45	9.53	9.63
8	24.8	30.51	44.57	48.93	39.71	41.79	44.83	39.48	42.16	33.26	28.3	28.47
9	50.63	56.49	69.8	73.46	62.66	63.68	61.05	61.58	60.65	50.96	51.14	49.11
10	67.83	77.97	81.38	87.76	70.95	81.41	75.07	78.93	75.6	68.19	64.1	66.85
11	74.78	84.77	88.62	96.43	82.01	85.56	82.81	83.52	80.66	72.19	77.65	78.86
12	81.01	92.07	92.42	100.9	79.38	78.52	83.65	81.71	85.84	75.67	77.1	81.66
13	69.46	86.52	85.58	104.69	70.41	70.93	82.38	74.36	83.13	67.75	66.76	78.02
14	60.64	75.1	77.58	91.82	64.44	64.76	72.75	62.5	69.77	58.82	60.68	66.3
15	42.47	57.07	62.31	75.03	52.45	50.39	55.42	47.65	51.97	44.22	41.35	47.42
16	25.41	32.44	41.39	44.25	39.6	33.85	38.81	32.29	32.53	26.5	23.79	25.81
17	9.63	10.74	18.39	18.96	20.62	17.34	21.35	16.51	14.06	10.44	9.56	8.76
18	0	3.7	5.99	6.74	7.38	6.01	6.6	5.56	5.35	5.84	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ที่มา : Chairattananon and Chaiwiwatworakul (2001 : P.A-1)

3.3 สภาพท้องฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร

สภาพท้องฟ้ามีความเกี่ยวข้องโดยตรง ทั้งค่าความสว่างและปริมาณแสงสว่างจากดวงอาทิตย์จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาสามารถตรวจสอบสภาพท้องฟ้าที่เกิดขึ้น ในช่วงระยะ 10 ปี (2533-2542) จะพบว่าสภาพท้องฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5.5 – 8.7 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมมาก (Partly Cloundy Sky) ซึ่งท้องฟ้าในลักษณะนี้จะมีความ แปรปรวนของแสงสว่างตลอดเวลา



รูปที่ 3.2 แสดงสภาพท้องฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครเฉลี่ย 10 ปี (2533-2542)
ที่มา ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา

3.4 ค่ามาตรฐานการสะท้อนแสงของวัสดุและค่ามาตรฐานความส่องสว่าง

3.4.1 มาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES

ในการกำหนดระดับความส่องสว่างสำหรับการใช้งานต่างๆ ได้มีการกำหนดค่าความสว่างเพื่อเป็นมาตรฐานใช้งานเดียวกันจากหน่วยงานต่างๆ เช่น IES (USA) , IES (BS) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สอยและสภาพอากาศ ดังนั้นค่าที่กำหนดอาจมีความแตกต่างกันส่วนมาตรฐานที่กำหนดเป็นมาตรฐานสากลไม่ขึ้นกับประเทศใดประเทศหนึ่งได้แก่ CIE (International Commission on Illumination) กำหนดความสว่างออกเป็น 3 ค่า โดยใช้ค่ากลางเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนอีก 2 ค่าใช้ในกรณีอื่นๆ คืออาจใช้ค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ขึ้นอยู่กับสภาพต่างๆ

ตาราง3.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างมาตรฐานระหว่าง CIE และ IES(USA) ตามประเภทการใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน(ก) CIE (Lux)		IES(Lux)	**พื้นที่ใช้งาน(ข)**
ทางเดิน,พื้นที่ทำงานภายนอก	20-30-50	20-30-50 (a)	Publicspace with dark surrounding
ทางเดินภายในและการแวะผ่านระยะสั้น	50-75-100	50-75-100 (a)	Simple orientation for shot temporary
ห้องที่ไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่องเวลานาน	100-150-200	100-150-200 (a)	Working space where visual task are only occasionally performed
งานที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น โรงงาน , งานชิ้นใหญ่	200-300-500	200-300-500 (b)	Performance of visual tasks of high contrast or large size
งานที่ใช้สายตาปานกลาง เช่น สำนักงาน	300-500-750	500-750-1000 (b)	Performance of visual tasks of medium contrast or small size
งานที่ใช้สายตามาก	500-750-1000	1000-1500-2000 (b)	Performance of visual tasks of low contrast or very small size
งานที่ใช้สายตามากๆ เช่น งานประกอบชิ้นส่วน	750-1000-1500	2000-3000-5000 (x)	Performance of visual tasks of low contrast or very small size longed period
งานที่ใช้สายตาเป็นพิเศษ	1000-1500-2000	5000-7500-10000 (x)	Performance of very prelong and exacting
งานที่ใช้สายตาพิถีพิถัน เช่น การผ่าตัด	มากกว่า 2000	10000 up (x)	Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size

ที่มา: (ก) ดร. ชำนาญ ห่อเกียรติ

(ข) IES Illuminating Engineering Society

3.4.2 มาตรฐานการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ

ตาราง3.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุพื้น

Ground Surface	Reflectance Factor %
Meadow , Lawn	Approx. 5
Snow , Fresh	Approx. 70
Snow, Old	Approx. 50
Fields	Approx. 25
Concrete	Approx. 50
Gravel	Approx. 20
Grit	Approx. 10

ตาราง3.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของสี

Color	Reflectance Factor %
White	70-85
Light Gray	45-65
Medium Gray	25-40
Dark Gray	10-20
Black	< 5
Yellow	65-75
Yellowish Brown	30-50
Dark Brown	10-25
Ligh Green	30-55
Drak Green	10-25
Pink	45-60
Light Red	25-35
Drak Red	10-20
Light Blue	30-55
Dark Blue	10-25

ที่มา : Light Book the Plactice of Light Design (P.44)

ตาราง3.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ

Materials	Reflectance Factor %
Lacquer , Brittiant White	87-88
Aluminium , high-gloss anodiszed	75-87
Aluminium , mat anodiszed	75-84
Sound Absorbing ceiling , white, perforated	60-80
Marble , White	60-70
Motar Light	35-50
Cocrete , Light	30-40
Concrete , Dark	15-25
Sandstone , Light	30-40
Sandstone , Dark	15-25
Granite	15-25
Brick , Light	20-30
Brick , Dark	10-15
Wood , Light	30-50
Wood , Dark	10-25

ที่มา : Light Book the Plactice of Light Design (P.44)

ตาราง3.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้ทำดวงโคม

Trypical specular matrials	Reflectance %
Silver	90-92
Chromium	63-66
Aluminium Polished	60-70
Aluminium Alzak Polished	75-85
Stainless Steel	50-60

ที่มา : Concepts in architectural Lighting (P. 42)

ตาราง3.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของอาคารใช้งานประเภทต่างๆที่แนะนำให้ใช้

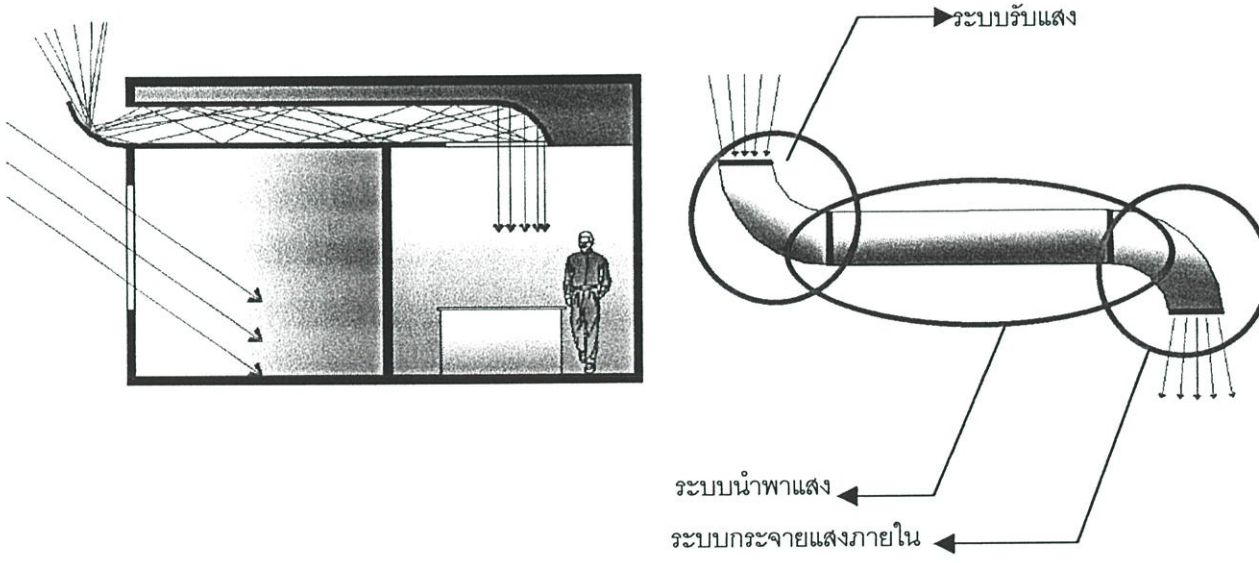
ประเภทอาคาร	พื้นผิว	ช่วงเปอร์เซ็นต์ของค่า สปส. การสะท้อนแสง
ทั่วไป	เพดาน	70-90
	ผนัง	40-50
	เครื่องแต่งเรือน	25-45
	พื้น	20-50
สำนักงาน	เพดาน	80-90
	ผนัง	40-60
	เครื่องแต่งเรือน	25-45
	อุปกรณ์สำนักงาน	25-45
	พื้น	20-40
ที่อยู่อาศัย	เพดาน	60-90
	ผ้าม่าน (ผืนใหญ่)	35-60
	ผนัง	35-60
	พื้น	15-35
โรงเรียน	เพดาน	70-90
	ผนัง	40-60
	กระดานดำ	> 20
	พื้น	30-50

ที่มา : พิบูลย์ ดิษฐอุดม (2544 , หน้า 101)

บทที่ 4
วิธีและแนวทางการทดลอง

4.1 ขอบเขตการศึกษาเทคนิคปล่องนำแสง

จากการศึกษาทฤษฎีและระบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน ซึ่งจะประกอบด้วย ระบบรับแสง ระบบนำพาแสง และ ระบบกระจายแสงภายใน ซึ่งแต่ละระบบสามารถพัฒนาและประยุกต์ได้หลากหลายรูปแบบ แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านการทำวิจัยนี้ จึงไม่สามารถศึกษาได้ครบทั้งหมด ในงานวิจัยนี้จึงเลือกที่จะศึกษาเกี่ยวกับระบบนำพาแสง ในขอบเขตที่สามารถทำได้ตามข้อจำกัดของงานวิจัยนี้เท่านั้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถใช้ในการศึกษาต่อไป



รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบของระบบต่างๆของเทคนิคปล่องนำแสง

4.2 การกำหนดและวิเคราะห์ตัวแปรควบคุม

การศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารโดยเทคนิคปล่องนำแสงนี้ต้องมีการกำหนดตัวแปรคงที่หลายตัวเนื่องจากขอบเขตการศึกษาและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในเบื้องต้น อีกทั้งข้อจำกัดการทำวิจัยนี้ จึงมีการกำหนดตัวแปรคงที่ไว้ดังนี้

4.2.1 เวลาที่ใช้ทำการเก็บข้อมูล

เนื่องจากกรณีศึกษาที่เลือกเป็นอาคารเรียนในระดับชั้น อุดมศึกษา ซึ่งเวลาทำการคือตั้งแต่ 9.00 น. – 16.00 น. ดังนั้น จึงมีการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 9.30 น. – 16.30 น.

4.2.2 สภาพภายนอกและภายในห้องเรียน

เนื่องจากเทคนิคปล่องนำแสงนี้ได้รับอิทธิพลจากท้องฟ้าและดวงอาทิตย์เป็นหลักจึงกำหนดให้สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารเป็นที่โล่งและสภาพภายในห้องเป็นห้องโล่งเพื่อได้พิจารณาแต่ปริมาณแสงที่ได้จากปล่องนำแสงเท่านั้น ซึ่งจะไม่เกิดจากการสะท้อนจากวัสดุและเฟอร์นิเจอร์ภายใน

4.2.3 ขนาดของหุ่นจำลอง

เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารเรียนระดับชั้น อุดมศึกษา ซึ่งข้อมูลจาก Architect Data เกี่ยวกับรูปแบบห้องเรียนแบบธรรมดาได้กำหนดเป็น พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้า และจากเงื่อนด้านการก่อสร้าง จึงกำหนดให้มีขนาด 6.00 ม. X 8.00 ม. สูง 3.50 ม. (ความสูง ตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคารปี 2522) ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดขนาด หุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดที่ได้ศึกษาไว้เบื้องต้น และ เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคปล่องนำแสงจึงกำหนดไม่ให้มีช่องเปิดทุกด้านเพื่อสามารถทราบถึงปริมาณแสงสว่างจากปล่องนำแสงได้จริง

4.2.4 ระบบของตัวรับแสงและตัวกระจายแสงภายใน

จากที่กล่าวไว้เบื้องต้นถึงข้อจำกัดในการทำการวิจัยนี้ จึงมีการกำหนดขอบเขตการศึกษาของเทคนิคปล่องนำแสง ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดรูปแบบและวัสดุของตัวรับแสงและตัวกระจายแสงภายในให้เป็นรูปแบบมาตรฐานเพื่อให้เป็นตัวแปรคงที่ในทุกการทดลอง ซึ่งมีรูปแบบหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือ สี่เหลี่ยมผืนผ้า ตามวัตถุประสงค์การทดลองนั้น ดัดโค้ง 90 องศา และทำจากแสตนเลส เงา (จากข้อจำกัดที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้น ตัวรับแสงและตัวกระจายแสงนี้ จัดทำโดยผู้ทำวิจัยเอง ซึ่งอาจทำให้รูปทรงต่างกันเล็กน้อย และอาจส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของข้อมูลบ้างแต่ผลการทดสอบจะถูกวิเคราะห์ทางสถิติทุกครั้ง)

4.2.5 สภาพท้องฟ้าที่ใช้ทำการเก็บข้อมูล

จากการกำหนดลักษณะตัวรับแสง ทำให้เทคนิคปล่องนำแสงจะให้ผลชัดเจนในสภาพท้องฟ้าที่แจ่มใส ในเวลากลางวันเท่านั้น และอีกทั้งข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ครบทุกสภาพท้องฟ้า จึงจำเป็นต้องกำหนดสภาพท้องฟ้าที่ใช้นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้เป็นแบบท้องฟ้าแจ่มใส ค่าความสว่างจากดวงอาทิตย์และปริมาณเมฆ อยู่ในช่วงของวันที่นำมาวิเคราะห์นี้เท่านั้น

4.3 วัสดุและอุปกรณ์การทดสอบ

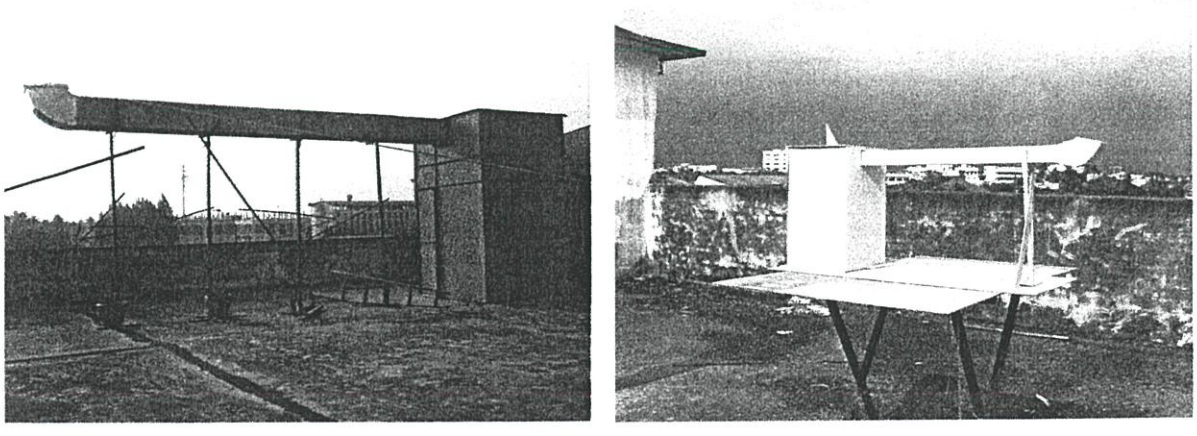
เนื่องจากข้อจำกัดด้านทุนการวิจัย จึงไม่สามารถทำการทดสอบเทคนิคปล่องนำแสงขนาดจริง (หุ่นจำลองขนาด 1:1) ได้ในทุกการทดลอง ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องทำหุ่นจำลอง 1:1 และ 1:10 เพื่อเปรียบเทียบความสว่างและสามารถอ้างความสว่างจากหุ่นจำลองขนาด 1:10 ไปยังความสว่างหุ่นจำลองขนาด 1:1ได้ จากการทดลองอื่นๆในสภาพและเงื่อนไขที่กำหนดไว้เบื้องต้น

4.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่1

การทดสอบที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างของหุ่นจำลองขนาด 1:1 และ หุ่นจำลองขนาด 1:10 ในรูปแบบและวัสดุที่เหมือนกัน เพื่อไว้อ้างอิงค่าความสว่าง จากหุ่นจำลองขนาด 1:10 ในการทดสอบอื่นๆต่อไป ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

หุ่นจำลองขนาด 1:1
- ห้องจำลองขนาด 2.00 ม. X 2.00 ม. สูง 3.50 ม. ภายในปิดผ้าสีดำโดยรอบ
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 0.50 ม.X 0.50 ม.ยาว 6.00 ม. ทำจากเหล็กแผ่นพับเคลือบสีขาวเงา

หุ่นจำลองขนาด 1:10
- ห้องจำลองขนาด 20 ซม.X 20 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกระดาษสีดำโดยรอบ
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 5 ซม.X 5 ซม. ยาว 60 ซม.ทำจากกระดาษอัดภายในกรุเหล็กแผ่นเคลือบสีขาวเงา



รูปที่4.2 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:1 และ 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 1

4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่2

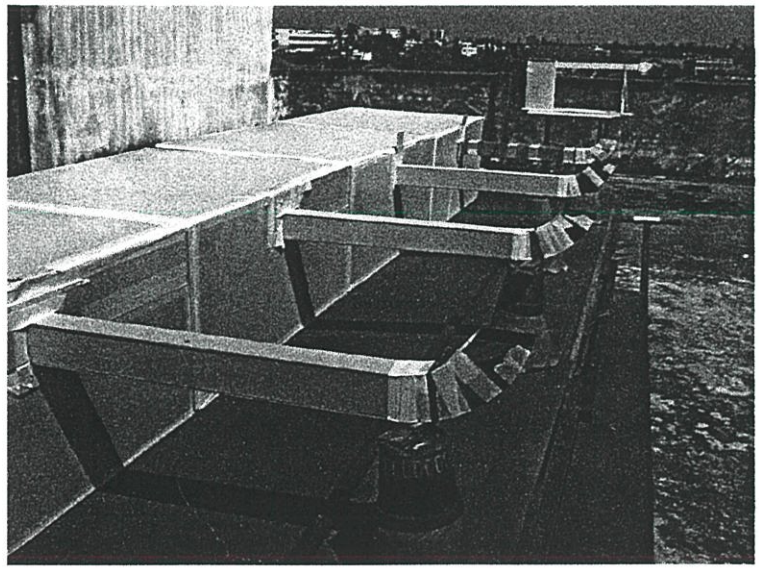
การทดสอบที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างจากปล่องนำแสง หันหน้ารับแสงทิศต่างกัน โดยมีการทดสอบ 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ,ทิศใต้,ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก การทดสอบนี้ใช้หุ่นจำลองเดียวกับการทดสอบที่ 1(หุ่นจำลอง ขนาด 1:10) ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้ (ดูรูปหุ่นจำลอง จากรูปที่4.2)

- ห้องจำลองขนาด 20 ซม.X 20 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกระดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 1 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 5 ซม.X 5 ซม. ยาว 60 ซม.ทำจากกระดาษอัดภายในกรุเหล็กแผ่นเคลือบสีขาวเงา ค่าการสะท้อนแสง 70% จำนวน 1 ปล่อง

4.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่3

การทดสอบที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างจากปล่องนำแสงที่มีวัสดุสะท้อนแสงต่างกัน จำนวน 4 วัสดุ คือ เหล็กเคลือบสีขาวเงา ค่าการสะท้อนแสง 70 % , แสตนเลสเงา ค่าการสะท้อนแสง 60 % , วัสดุเคลือบสีส้มสะท้อนแสง และ วัสดุสีดำด้าน ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 4 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 5 ซม.X 5 ซม. ยาว 60 ซม.ทำจากกระดาษอัดภายในกรุวัสดุสะท้อนแสงต่างกัน แต่ละปล่อง จำนวน 4 ปล่อง

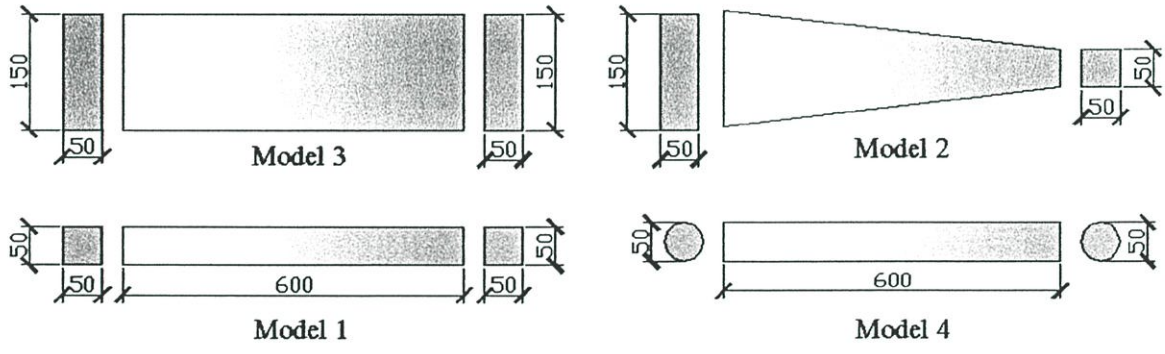


รูปที่4.3 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 3

4.3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่4

การทดสอบที่ 4 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างจากการนำแสงโดยปล่องนำแสงที่มีรูปแบบหน้าตัดปล่องนำแสงต่างกัน ซึ่งกำหนดให้แต่ละปล่องมีความสูงของหน้าตัดเท่ากัน เนื่องจากถูกบังคับโดยพื้นที่เหนือฝ้าเพดาน ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 4 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 5 ซม.X 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลสเงา จำนวน 1 ปล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 15 ซม.X 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลสเงา จำนวน 1 ปล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดด้านนอก ขนาด 15 ซม.X 5 ซม.หน้าตัดด้านใน ขนาด 5 ซม.X 5 ซม. ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลสเงา จำนวน 1 ปล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลสเงา จำนวน 1 ปล่อง



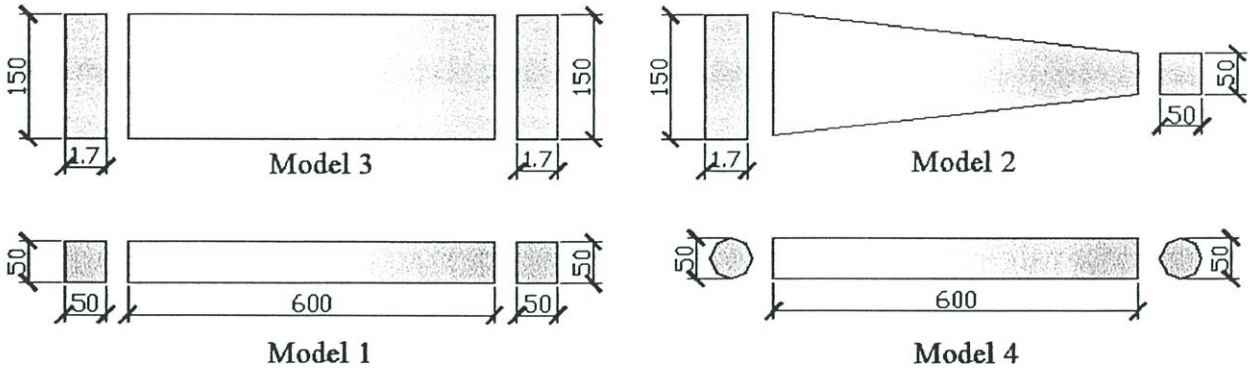
รูปที่4.4 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 4

4.3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่5

การทดสอบที่ 5 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างจากการนำแสงโดยปล่องนำแสงที่มีรูปแบบหน้าตัดปล่องนำแสงต่างกัน ซึ่งกำหนดให้แต่ละปล่องมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน เพื่อกำหนดพื้นที่แสงเข้าเท่ากัน ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 4 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 5 ซม.X 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 1 ปล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดขนาด 15 ซม.X 1.7 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 1 ปล่อง

- ปล่องนำแสงหน้าตัดด้านนอก ขนาด 15 ซม.X 1.7 ซม.หน้าตัดด้านใน ขนาด 5 ซม.X 5 ซม. ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 1 ปล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 1 ปล่อง

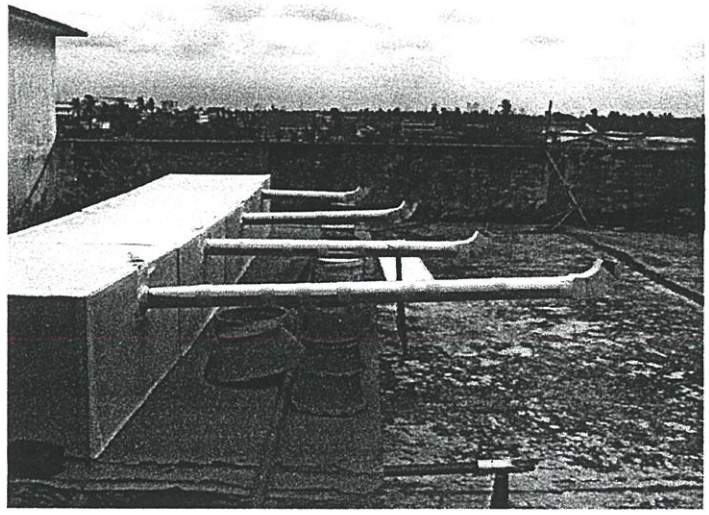


รูปที่4.5 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 5

4.3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่6

การทดสอบที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างจากการนำแสงโดยปล่องนำแสงที่มีความยาวต่างกัน จะมีสัดส่วนเป็นอย่างไรกับประสิทธิภาพการนำแสง ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 4 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 , 80 , 100 และ 120 ซม. ตามลำดับ โดย วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 4 ปล่อง

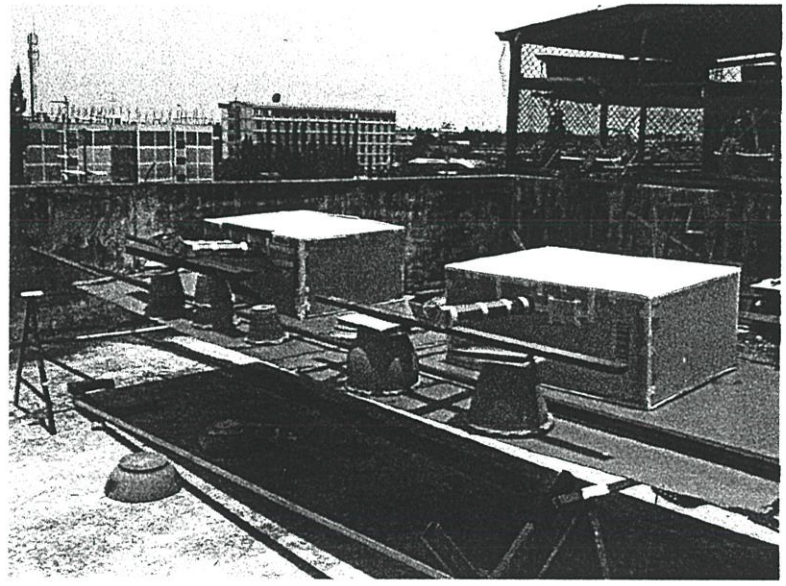


รูปที่4.6 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 6

4.3.7 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่7

การทดสอบที่ 7 เป็นการศึกษาขอบเขตความสว่างจากการนำแสงโดยปล่องนำแสง จำนวน 1 ปล่อง โดยเปรียบเทียบความสว่าง เพื่อนำไปพัฒนารูปแบบการจัดวางระยะของปล่องนำแสงต่อไป ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 1 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. โดย วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 1 ปล่อง



รูปที่4.7 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 7

4.3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่8

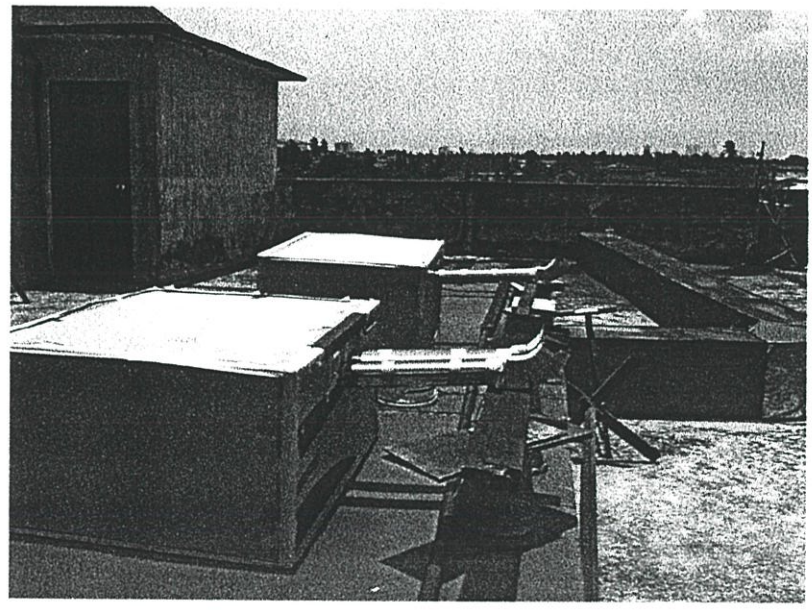
การทดสอบที่ 8 เป็นการศึกษาขอบเขตความสว่างจากการนำแสงโดยปล่องนำแสง จำนวน 2 ปล่อง ระยะห่างกัน 10 ซม. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของขอบเขตความสว่างการนำแสงแบบ 1 ปล่อง กับ 2 ปล่อง และนำไปพัฒนารูปแบบการจัดวางระยะของปล่องนำแสงต่อไป ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 1 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. โดย วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 2 ปล่อง

4.3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่9

การทดสอบที่ 9 เป็นการศึกษาขอบเขตความสว่างจากการนำแสงโดยปล่องนำแสง จำนวน 2 ปล่องระยะห่างกัน 15 ซม. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของขอบเขตความสว่างเมื่อระยะปล่องห่างขึ้น และนำไปพัฒนารูปแบบการจัดวางระยะของปล่องนำแสงต่อไป ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 1 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. โดย วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 2 ปล่อง

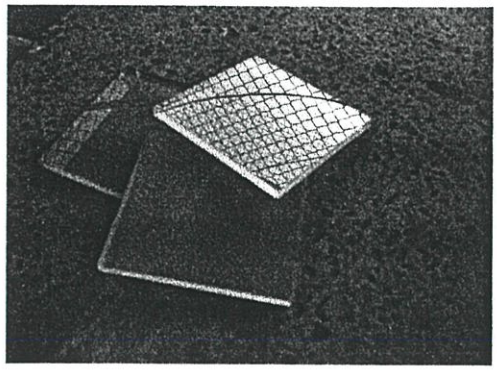
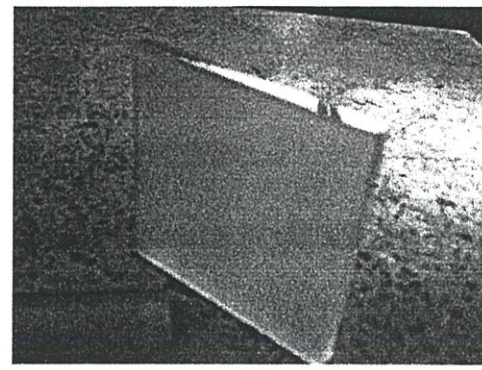


รูปที่4.8 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 8,9

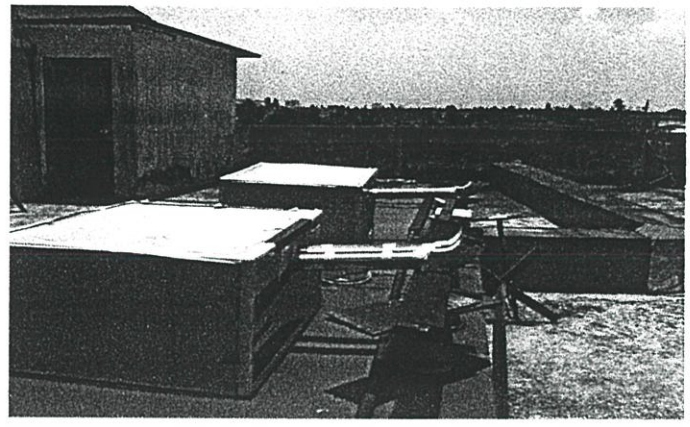
4.3.10 อุปกรณ์ที่ใช้ การทดสอบที่10

การทดสอบที่ 10 เป็นการศึกษาขอบเขตความสว่างจากการนำแสงโดยปล่องนำแสง จำนวน 2 ปล่องระยะห่างกัน 10 ซม. และใช้แผ่นกระจายแสง ช่วยกระจายแสงและลดความจ้าของแสงจากปล่องนำแสง และนำไปพัฒนารูปแบบการจัดวางระยะของปล่องนำแสงต่อไป ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ดังนี้

- ห้องจำลองขนาด 60 ซม. X 80 ซม. สูง 35 ซม. ภายในปิดกรดาษสีดำโดยรอบ จำนวน 1 กล่อง
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม.ทั้ง 2 ด้าน ยาว 60 ซม. โดย วัสดุสะท้อนแสงภายในเป็น แสตนเลส จำนวน 2 ปล่อง
- แผ่นกระจกฝ้า หนา 6 มม. ขนาด 5 ซม X 5 ซม. จำนวน 2 แผ่น

รูปที่4.9 แสดงแผ่นกระจกฝ้าช่วยกระจายแสง (Defuser) ตามขนาดการทดลองที่ 10



รูปที่4.10 แสดงหุ่นจำลองขนาด 1:10 ตามขนาดการทดลองที่ 10

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

เนื่องจากข้อจำกัดด้านเครื่องมือของการทำวิจัยนี้ จึงไม่สามารถบันทึกข้อมูลค่าความสว่างได้ในเวลาเดียวกันพร้อมกันทุกจุด แต่ถึงอย่างไรในการทำวิจัยนี้ได้พยายามที่จะบันทึกข้อมูลการทดสอบในเวลาที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบน้อยที่สุด

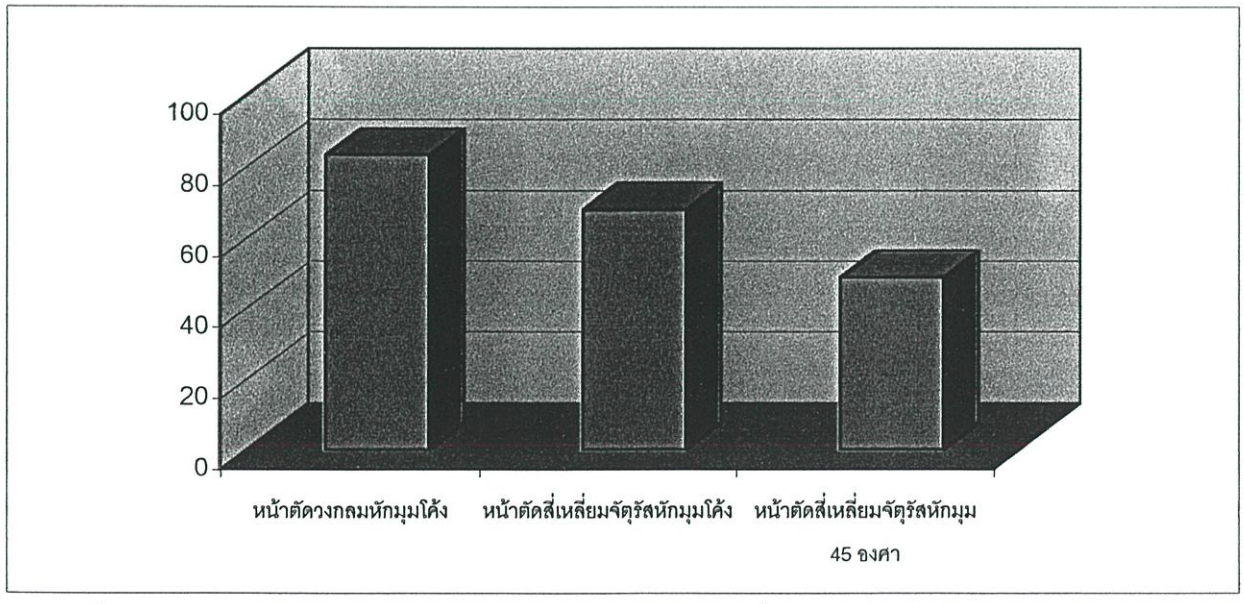
รูปที่4.11 แสดงรูปเครื่องมือวัดค่าความสว่าง Lux Meter

บทที่ 5
การวิเคราะห์แนวทางทดสอบประสิทธิภาพการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในโดยปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน

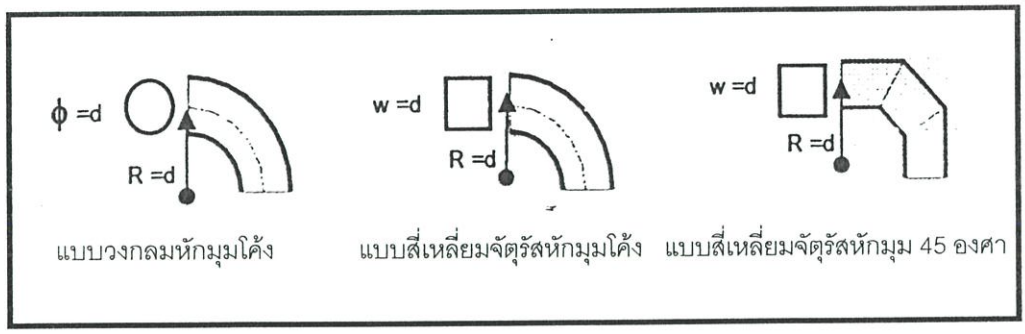
5.1 การวิเคราะห์รูปแบบส่วนเชื่อมต่อระหว่างท่อนำแสงกับส่วนรับแสงและส่วนกระจายแสงภายใน

เนื่องจากข้อจำกัดในงานวิจัยและได้มีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบข้อเชื่อมต่อระหว่างท่อนำแสงกับส่วนรับแสงและส่วนกระจายแสงภายในอยู่ก่อนแล้ว จึงได้นำผลวิเคราะห์เรื่องรูปแบบข้อเชื่อมต่อ จากงานวิจัย หัวข้อ การนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยระบบท่อนำแสง ของ คุณ รัฐพล รุญเจริญ สาขา วิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2542 ได้วิเคราะห์ไว้ดังนี้

ข้อเชื่อมต่อท่อนำแสงที่มีหน้าตัดวงกลม มีประสิทธิภาพในการนำแสงหักมุม 90 องศาได้ดีกว่าข้อต่อท่อนำแสงที่มีหน้าตัดแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากรูปที่ 4.1 แสดงว่าข้อเชื่อมต่อระหว่างท่อนำแสงที่ทำมุม 90 องศานั้น ข้อเชื่อมต่อที่มีหน้าตัดวงกลม จะสามารถนำแสงได้ดีกว่าข้อเชื่อมต่อหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งที่มีมุมโค้งและหักมุม 45 องศาเนื่องจากภายในท่อไม่เกิดจุดหักมุมของท่อทำให้แสงสามารถสะท้อนได้ดีกว่ารูปแบบอื่น



รูปที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการนำแสงของข้อเชื่อต่อรูปแบบต่างๆ

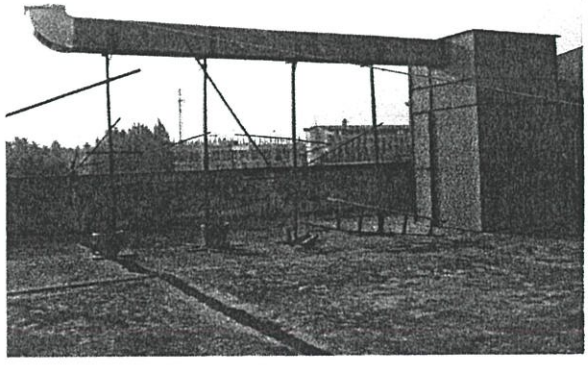


รูปที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการนำแสงของข้อเชื่อต่อรูปแบบต่างๆ
ที่มา : วิทยานิพนธ์ เรื่อง การนำแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยระบบท่อนำนำแสง
โดย คุณ รัฐพล รุญเจริญ สาขา วิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2542

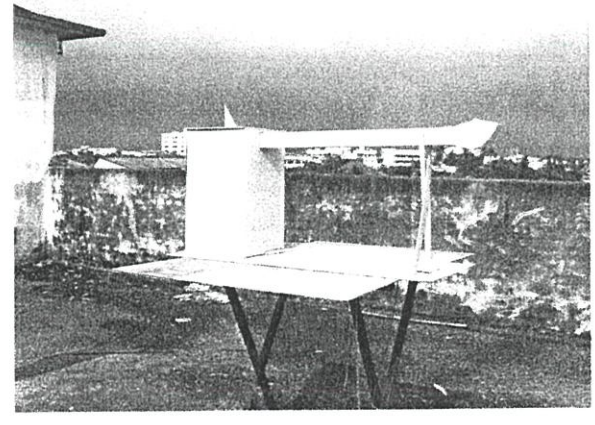
5.1 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนค่าความสว่างภายในจากการนำแสงสว่างโดยปล่องนำแสง ขนาด 1: 1 และ 1:10

5.1.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของประสิทธิภาพการนำแสงของปล่องนำแสงขนาด 1:1 และ ปล่องนำแสงขนาด 1:10 ใน รูปแบบ และ วัสดุสะท้อนแสงชนิดเดียวกัน



หุ่นจำลองขนาด 1:1

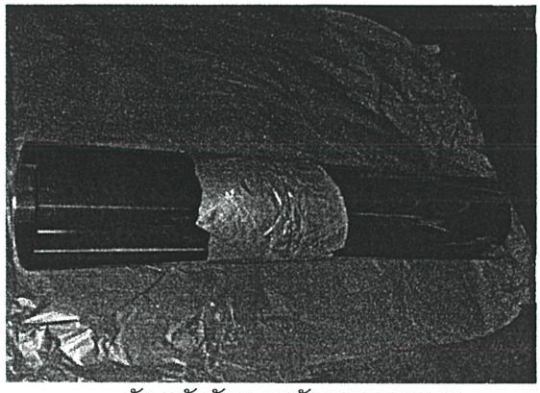


หุ่นจำลองขนาด 1: 10

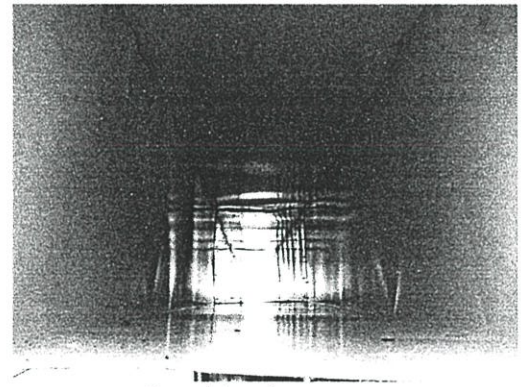
รูปที่ 5.2 แสดงภาพหุ่นจำลองขนาด1 :1 และ 1 :10 ที่มีลักษณะเหมือนกัน

5.1.2 วิธีและเงื่อนไขการทดสอบ

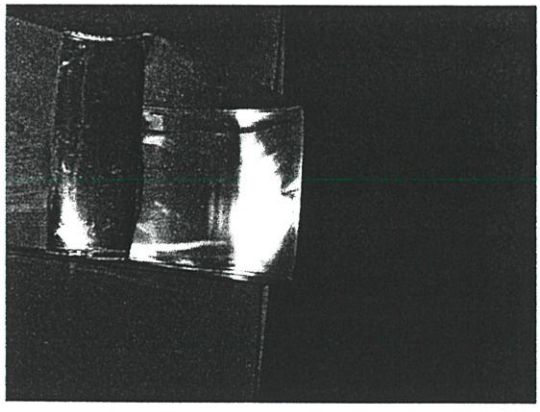
- หุ่นจำลองขนาด 1:1 และ 1:10 หันหน้าทางทิศใต้
- ขนาด และ วัสดุของหุ่นจำลองทั้ง 2 ขนาด เป็นวัสดุชนิดเดียวกันภายในกรุวัสดุสีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนจากวัสดุภายใน
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา)
- การวัดค่าความสว่าง วัดที่ระดับ Working Plane ทั้งภายในและภายนอก
- ตัวรับและตัวกระจายแสงทำจากแสตนเลสเงา ค่าการสะท้อนแสงประมาณ 60 %
- วัสดุและรูปแบบหุ่นจำลองทำตามเงื่อนไขที่กล่าวไว้เบื้องต้น



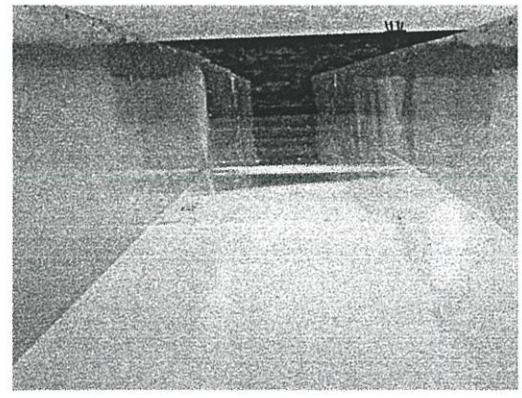
วัสดุตัวรับและตัวกระจายแสง



วัสดุปล่องนำแสง



รูปแบบตัวรับแสงและตัวกระจายแสง



วัสดุปล่องนำแสง

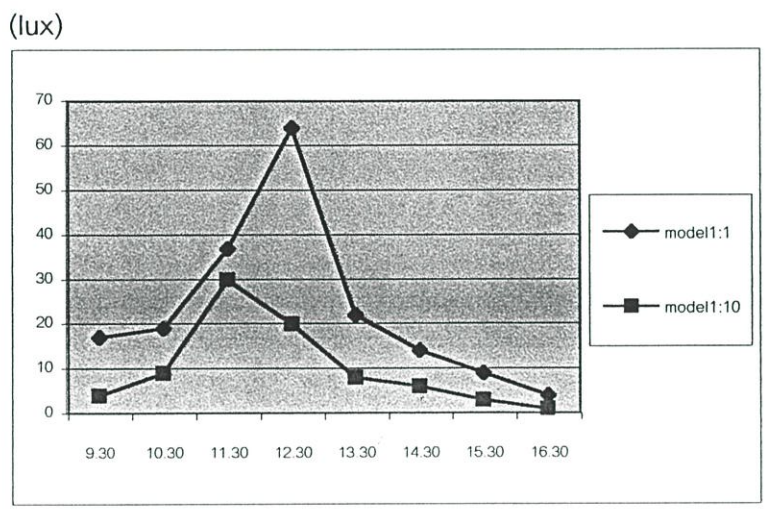
รูปที่ 5.3 แสดงภาพวัสดุที่ใช้ทำปล่องนำแสง , ตัวรับแสง และ ตัวกระจายแสง

5.1.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบค่าความสว่างภายในของหุ่นจำลอง 1:1และ 1:10

การทดลอง วันที่ 23-03-47

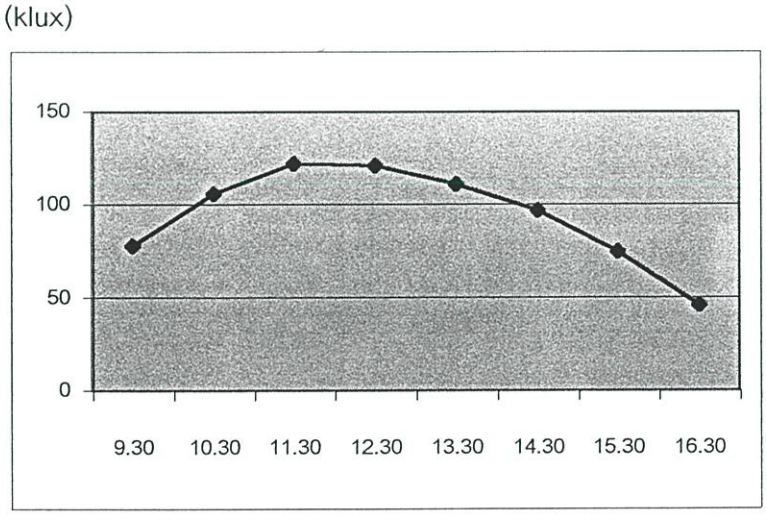
ตาราง 5.1 แสดงค่าความสว่างภายใน ณ ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	17	4
10.30	19	9
11.30	37	30
12.30	64	20
13.30	22	8
14.30	14	6
15.30	9	3
16.30	4	1



ตาราง 5.2 แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา 9.30 -16.30 น.

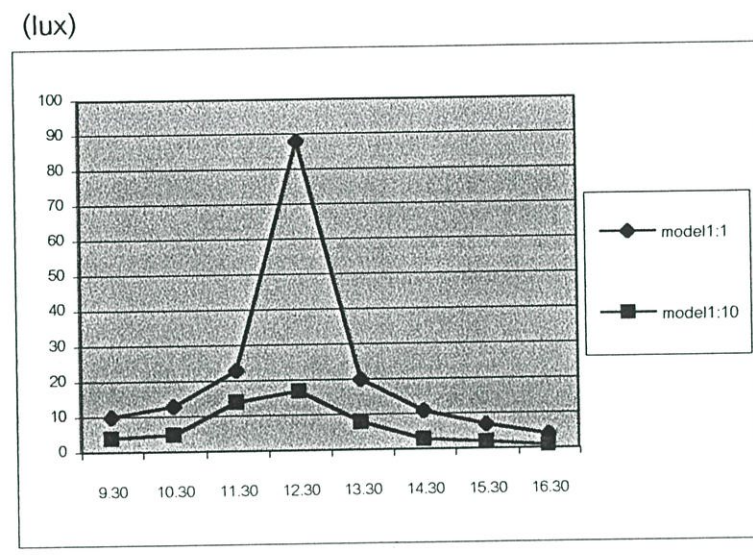
Time	klux
9.30	78
10.30	106
11.30	122
12.30	121
13.30	111
14.30	97
15.30	75
16.30	46



การทดลอง วันที่ 24-03-47

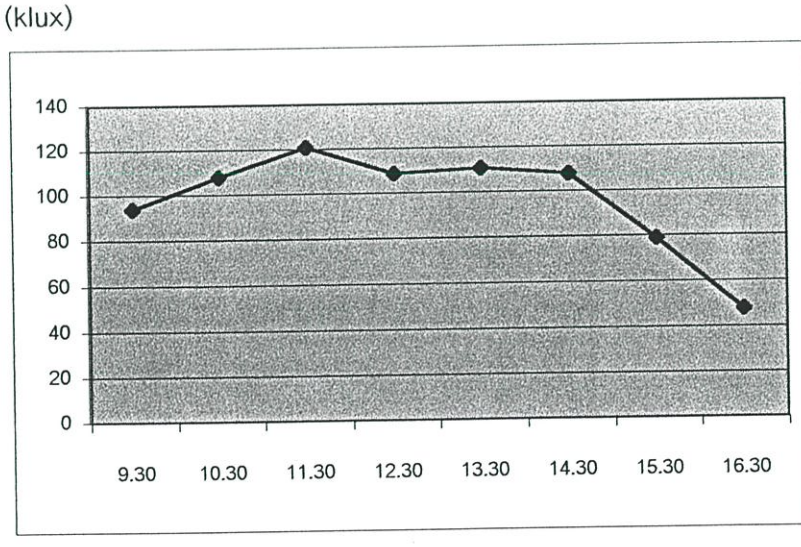
ตาราง 5.3 แสดงค่าความสว่างภายใน ณ ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	10	4
10.30	13	5
11.30	23	14
12.30	88	17
13.30	20	8
14.30	11	3
15.30	7	2
16.30	4	1



ตาราง 5.4 แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา 9.30-16.30 น.

Time	klux
9.30	94
10.30	108
11.30	121
12.30	109
13.30	111
14.30	108
15.30	79
16.30	48

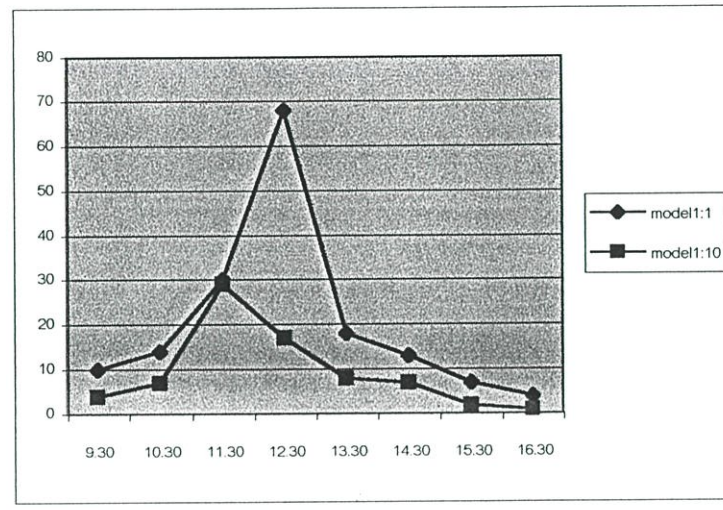


การทดลอง วันที่ 25-03-47

ตาราง 5.5 แสดงค่าความสว่างภายใน ณ ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	10	4
10.30	14	7
11.30	30	29
12.30	68	17
13.30	18	8
14.30	13	7
15.30	7	2
16.30	4	1

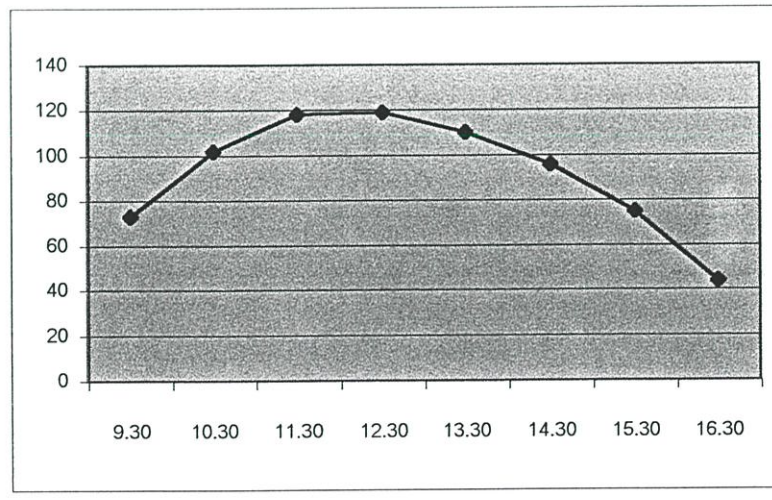
(lux)



ตาราง 5.6 แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา 9.30-16.30 น.

Time	klux
9.30	73
10.30	102
11.30	118
12.30	119
13.30	110
14.30	96
15.30	75
16.30	44

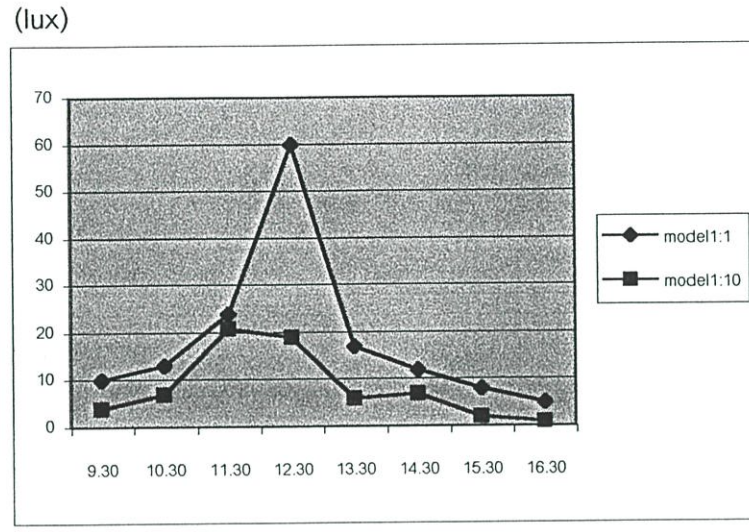
(klux)



การทดลอง วันที่ 26-03-47

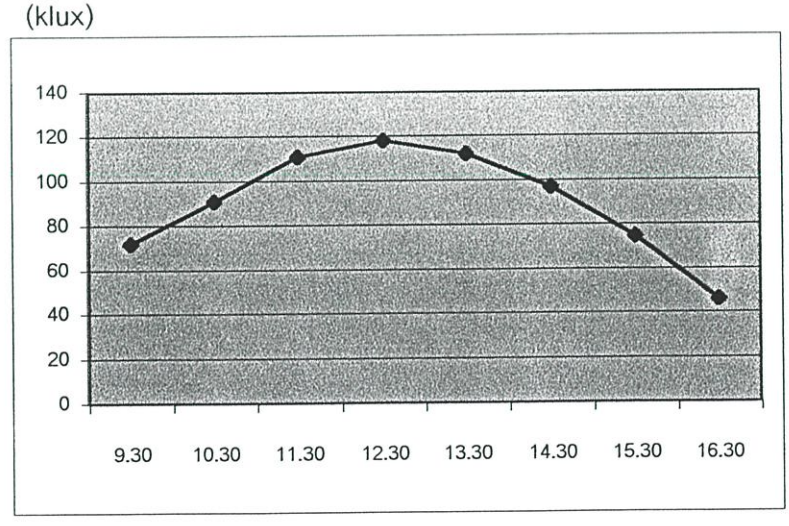
ตาราง 5.7 แสดงค่าความสว่างภายใน ณ ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	10	4
10.30	13	7
11.30	24	21
12.30	60	19
13.30	17	6
14.30	12	7
15.30	8	2
16.30	5	1



ตาราง 5.8 แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา 9.30-16.30 น.

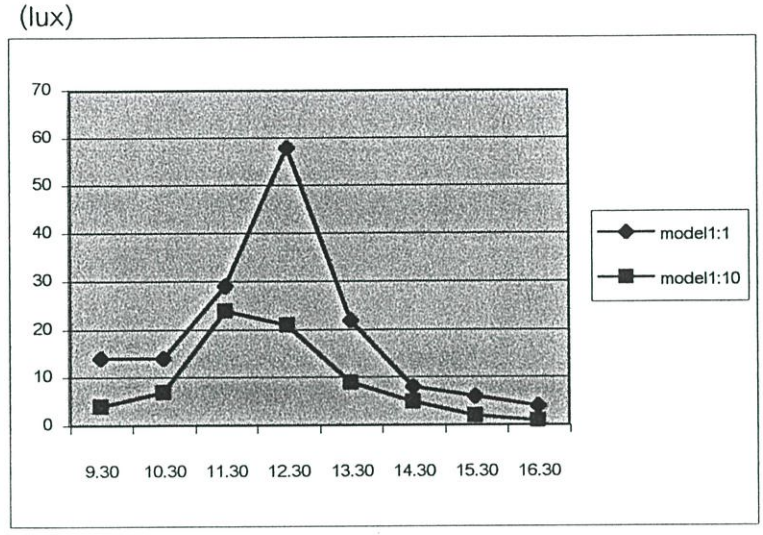
Time	klux
9.30	72
10.30	91
11.30	111
12.30	118
13.30	112
14.30	97
15.30	75
16.30	46



การทดลอง วันที่ 28-03-47

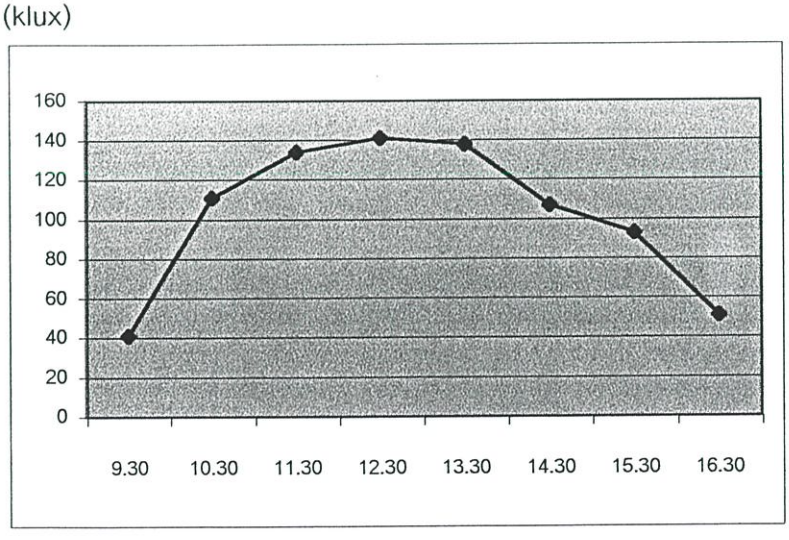
ตาราง 5.9 แสดงค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	14	4
10.30	14	7
11.30	29	24
12.30	58	21
13.30	22	9
14.30	8	5
15.30	6	2
16.30	4	1



ตาราง 5.10 แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา9.30-16.30 น.

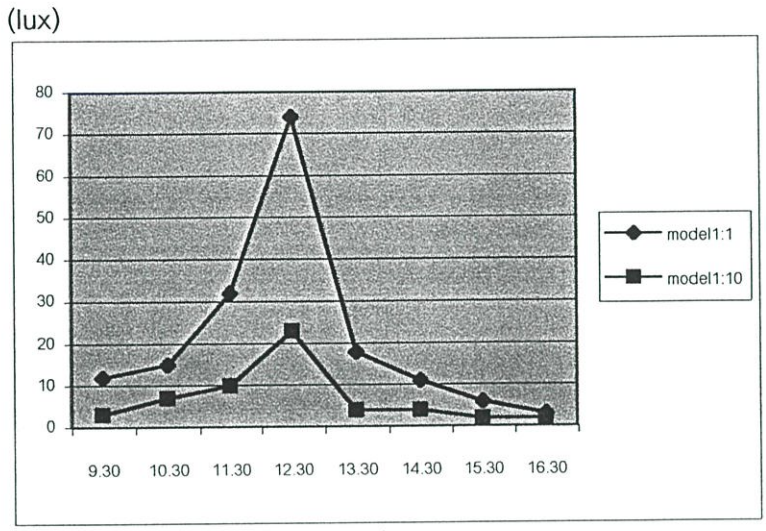
Time	klux
9.30	41
10.30	111
11.30	134
12.30	141
13.30	138
14.30	107
15.30	93
16.30	51



การทดลอง วันที่ 29-03-47

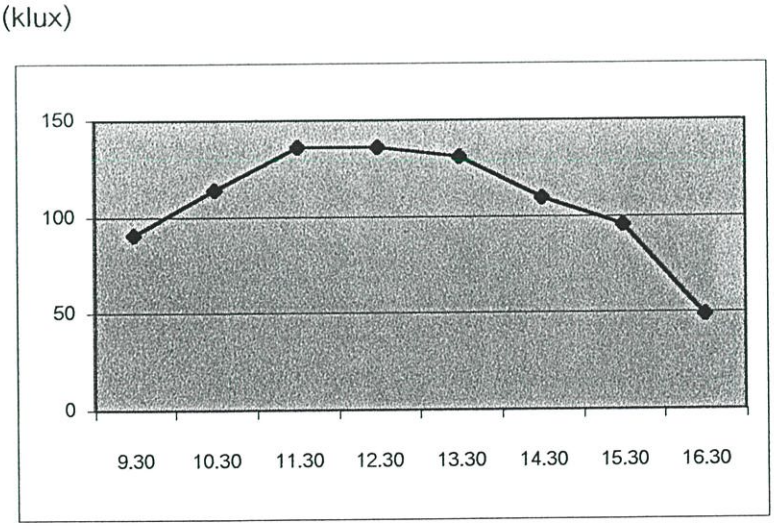
ตาราง 5.11 แสดงค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	12	3
10.30	15	7
11.30	32	10
12.30	74	23
13.30	18	4
14.30	11	4
15.30	6	2
16.30	3	2



ตาราง 5.12 9.30-แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา 16.30น.

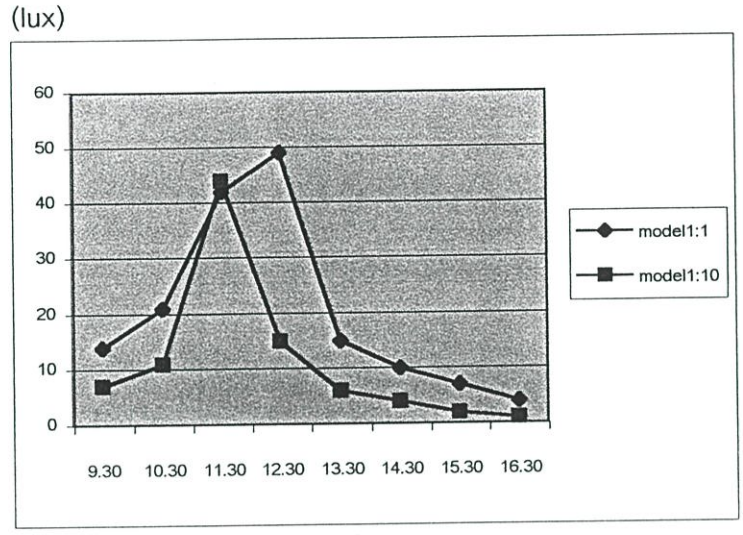
Time	klux
9.30	91
10.30	114
11.30	136
12.30	136
13.30	131
14.30	110
15.30	96
16.30	49



การทดลอง วันที่ 30-03-47

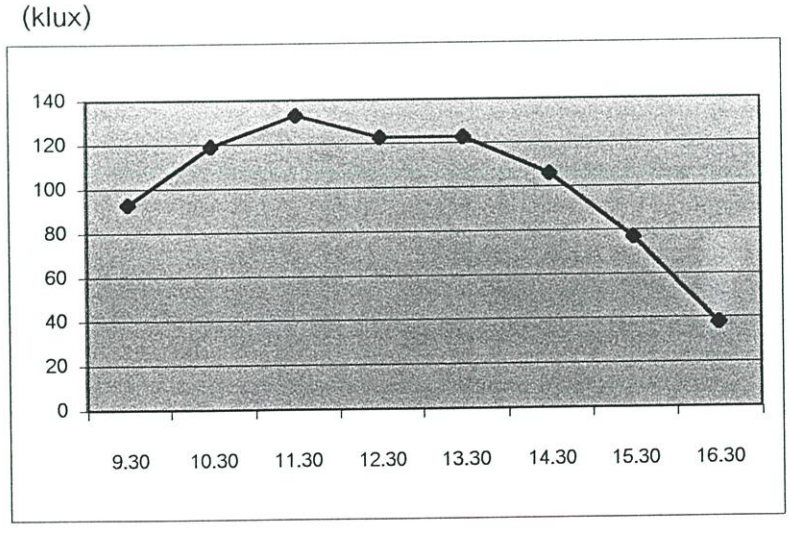
ตาราง 5.13 แสดงค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	14	7
10.30	21	11
11.30	42	44
12.30	49	15
13.30	15	6
14.30	10	4
15.30	7	2
16.30	4	1



ตาราง 5.14 แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา 9.30-16.30น.

Time	klux
9.30	93
10.30	119
11.30	133
12.30	123
13.30	123
14.30	106
15.30	77
16.30	38

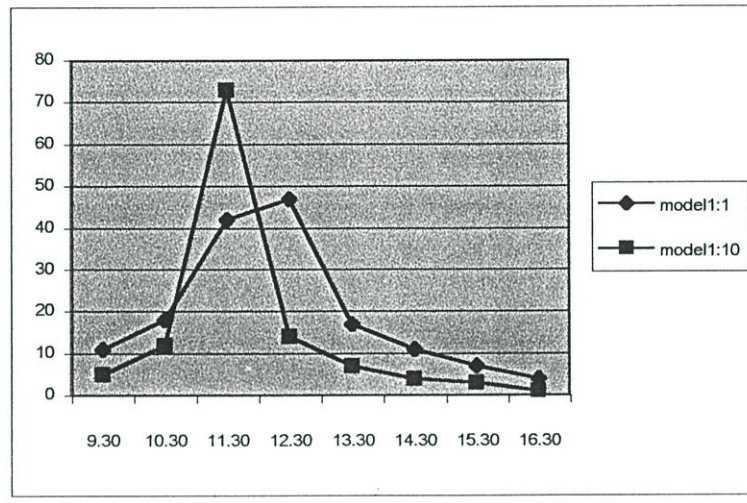


การทดลอง วันที่ 31-03-47

ตาราง 5.15 แสดงค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	11	5
10.30	18	12
11.30	42	73
12.30	47	14
13.30	17	7
14.30	11	4
15.30	7	3
16.30	4	1

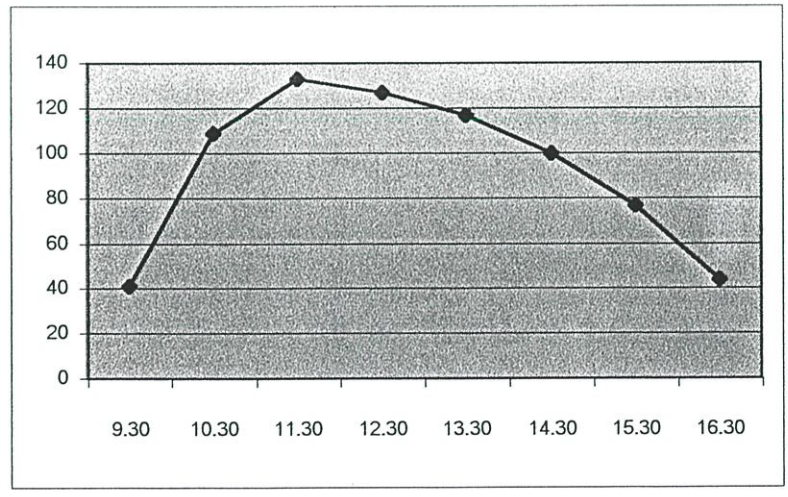
(lux)



ตาราง 5.16 แสดงค่าความสว่างภายนอก ระดับ Working Plane(klux) เวลา 9.30–16.30 น.

Time	klux
9.30	41
10.30	109
11.30	133
12.30	127
13.30	117
14.30	100
15.30	77
16.30	44

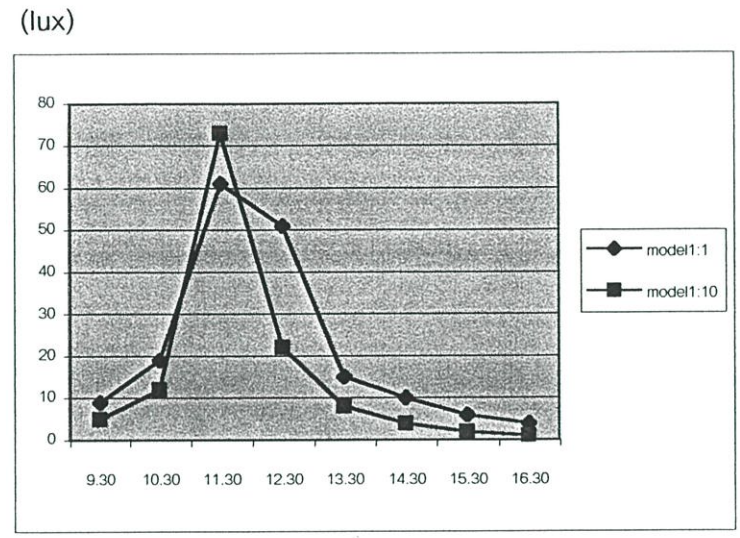
(klux)



การทดลอง วันที่ 1-04-47

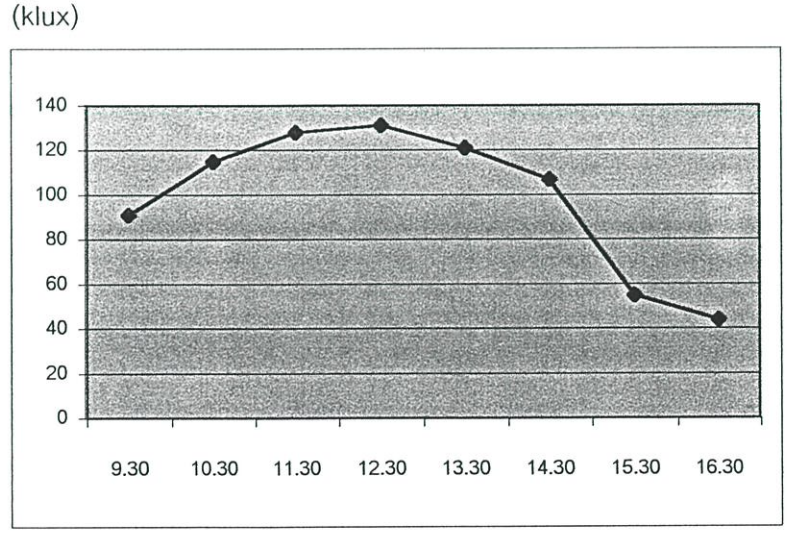
ตาราง 5.17 แสดงค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane(lux) ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	model1:1	model1:10
9.30	9	5
10.30	19	12
11.30	61	73
12.30	51	22
13.30	15	8
14.30	10	4
15.30	6	2
16.30	4	1



ตาราง 5.18 แสดงค่าความสว่างภายนอก ณ ระดับ Working Plane(klux) เวลา 9.30-16.30น.

Time	klux
9.30	91
10.30	115
11.30	128
12.30	131
13.30	121
14.30	107
15.30	55
16.30	44



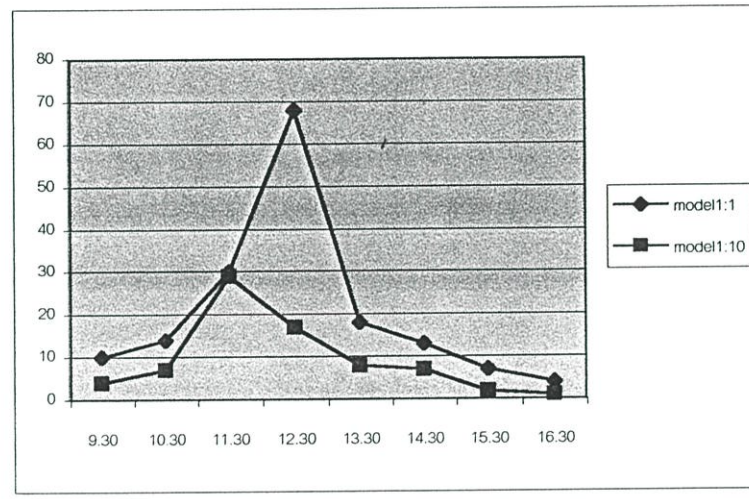
5.1.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างของหุ่นจำลองขนาด 1:1 และ หุ่นจำลองขนาด 1:10 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างความสว่าง (Scale Effect) ได้ทำการทดสอบเป็นเวลา 9 วัน (ตั้งแต่วันที่ 23-03-47 ถึง วันที่ 1-04-47) เพื่อสามารถเปรียบเทียบเลือกวันที่มีค่าความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าที่น้อยที่สุดมาพิจารณา เนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทุกสภาพท้องฟ้า ซึ่งได้ทำการเลือกวันที่ 25-03-47 ดูตารางที่ 5.5 และ 5.6

ตาราง 5.19 แสดงค่าความสว่างภายใน ณ ระดับ Working Plane(lux) เวลา 9.30 -16.30 น. ของวันที่ 25-03-47

Time	model1:1	model1:10
9.30	10	4
10.30	14	7
11.30	30	29
12.30	68	17
13.30	18	8
14.30	13	7
15.30	7	2
16.30	4	1

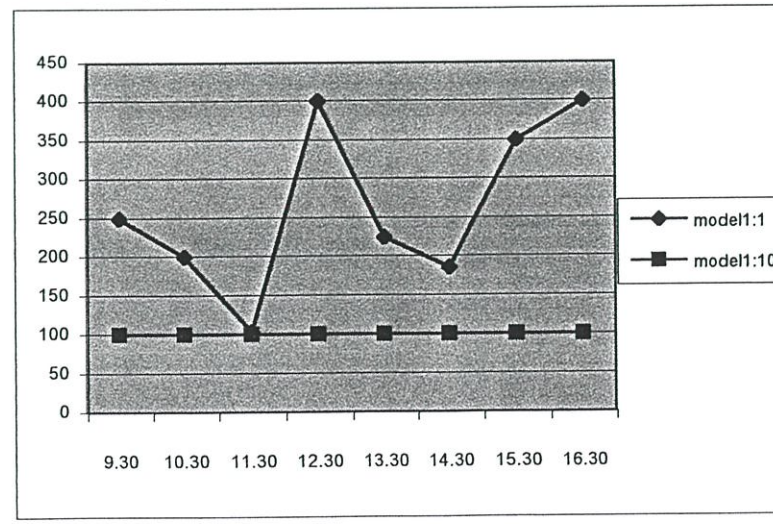
(lux)



ตาราง 5.20 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างค่าความสว่างภายใน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.ของวันที่ 25-03-47 (โดยเปรียบเทียบให้ Model 1 :10 มีค่าความสว่างเป็น 100%)

Time	model1:1	model1:10
9.30	250	100
10.30	200	100
11.30	103	100
12.30	400	100
13.30	225	100
14.30	186	100
15.30	350	100
16.30	400	100

เปอร์เซ็นต์(%)ความแตกต่างความสว่าง



จากผลการทดสอบวันที่ 25–03-47 พอจะวิเคราะห์ได้ดังนี้

- หุ่นจำลองขนาด 1:1 มีค่าความสว่างภายในมากกว่า หุ่นจำลองขนาด 1:10 ตลอดทั้งวัน ซึ่งจากข้อสังเกต คือ พื้นที่รับแสงของ หุ่นจำลองขนาด 1:1 มากกว่า หุ่นจำลองขนาด 1:10 ดังนั้นปริมาณแสงสว่างภายนอกสามารถสะท้อนเข้าสู่ภายในได้มากกว่า

- จากตารางที่ 5.19 และ 5.20 ได้แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างค่าความสว่างภายใน ซึ่งปริมาณแสงสว่างเริ่มมากขึ้นในช่วงเวลา 11.30 - 13.30 น. และในเวลา 12.00 น.จะมีค่าความสว่างที่มากที่สุดค่าความสว่างเป็นหลายเท่าของ Model 1:10 จากข้อสังเกตเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ตำแหน่งดวงอาทิตย์อยู่บริเวณปากปล่องทำให้แสงแดดสามารถส่องเข้ามาภายในปล่องได้มากช่วยให้เกิดการสะท้อนแสงสว่างภายในปล่องในปริมาณมาก จึงทำให้แสงสว่างสามารถเข้าสู่ภายในได้ดี

- ปริมาณแสงสว่างภายในจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งสามารถสังเกตได้จากตารางแสดงค่าความสว่างภายในของทุกวันซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกันคือเป็นลักษณะรูปภูเขามีค่าความสว่างมากในช่วงเวลา 11.30-13.30

- จากตาราง 5.20 สามารถสรุปตัวแปรคงที่(เปอร์เซนต์ความสว่าง) ที่สามารถนำไปเปรียบเทียบค่าความสว่าง หุ่นจำลองขนาด 1:10 จากการทดลองต่อๆไปเป็นค่าความสว่างหุ่นจำลองขนาด 1:1 ได้ในสภาพท้องฟ้าเดียวกัน ในเวลาต่างๆดังนี้

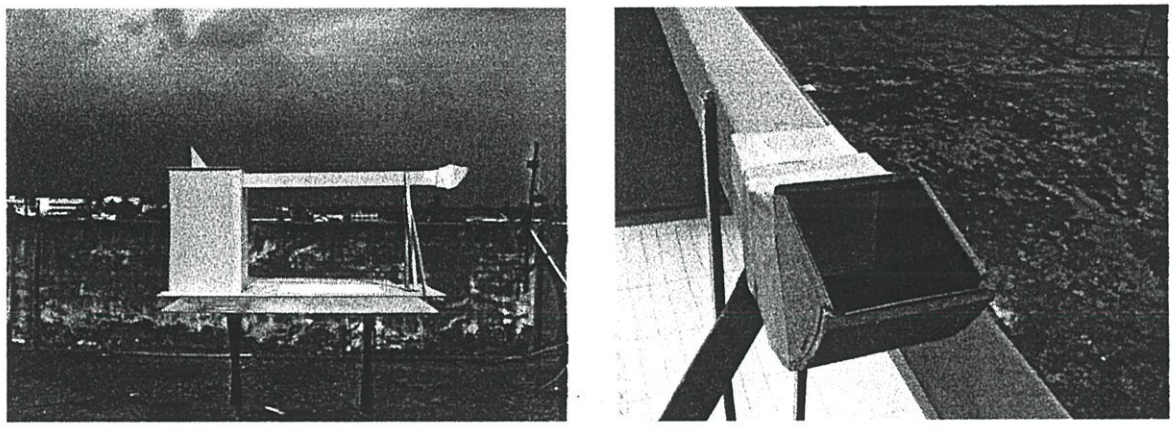
ตาราง 5.21 แสดงค่าคงที่ของความแตกต่าง ค่าความสว่างภายในตั้งแต่เวลา9.30–16.30น. ของวันที่ 25-03-47 ในสภาพท้องฟ้าและเงื่อนไขที่กล่าวไว้เบื้องต้น

Time	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30
ค่าความแตกต่างของความสว่าง เนื่องจากขนาดของหุ่นจำลอง	2.5	1.86	1.14	3.16	2.83	1.71	4	5

5.2 การทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างจากการวัด 4 ทิศทาง (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ในหุ่นจำลอง ขนาด 1:10

5.2.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาว่าทิศทางของปล่องนำแสงมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของปล่องนำแสงหรือไม่ และทิศทางใดเป็นทิศที่ทำให้ประสิทธิภาพการนำแสงดีที่สุด



รูปที่ 5.4 แสดงภาพหุ่นจำลองขนาด 1: 10

5.2.2 วิธีและเงื่อนไขการทดลอง

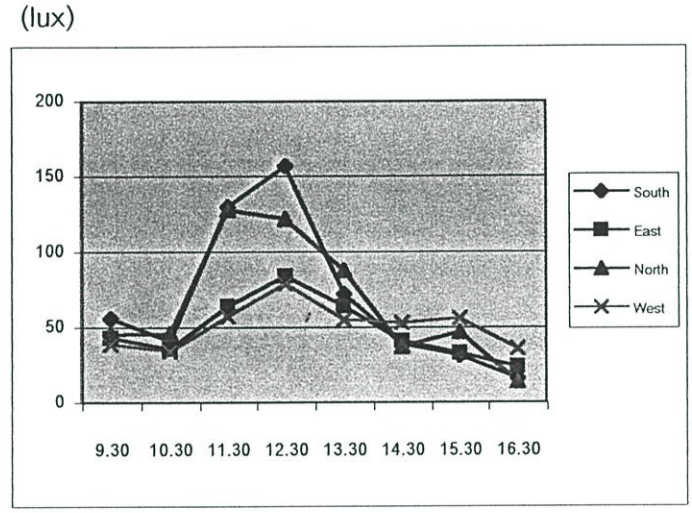
- หุ่นจำลองขนาด 1:10 , ปล่องนำแสงยาว 60 ซม. ทำจากวัสดุสีขาวเคลือบเงา
- ห้องขนาด 20 ซม X 20 ซม. สูง 35 ซม.ภายในกรุวัสดุสีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนจากวัสดุภายใน
- ปากปล่องรับแสงทำจากแสตนเลสเงา มีค่าการสะท้อน 60 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา)
- การวัดค่าความสว่าง วัดที่ระดับ Working Plane ทั้งภายในและภายนอก
- ทำการวัด 4 ทิศทาง คือ ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก

5.2.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบค่าความสว่างภายในของหุ่นจำลอง 1:1และ 1:10

การทดลอง วันที่ 19-01-47

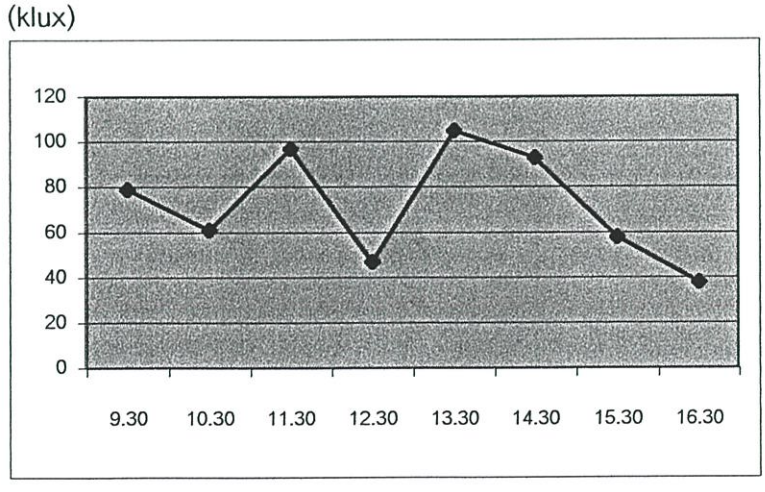
ตาราง 5.22 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane(lux) ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	South	East	North	West
9.30	56	43	45	39
10.30	41	36	46	34
11.30	130	64	128	57
12.30	157	84	122	79
13.30	72	64	88	55
14.30	39	41	37	53
15.30	31	33	47	56
16.30	16	24	14	36



ตาราง 5.23 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane(klux) ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	79
10.30	61
11.30	97
12.30	47
13.30	105
14.30	93
15.30	58
16.30	38

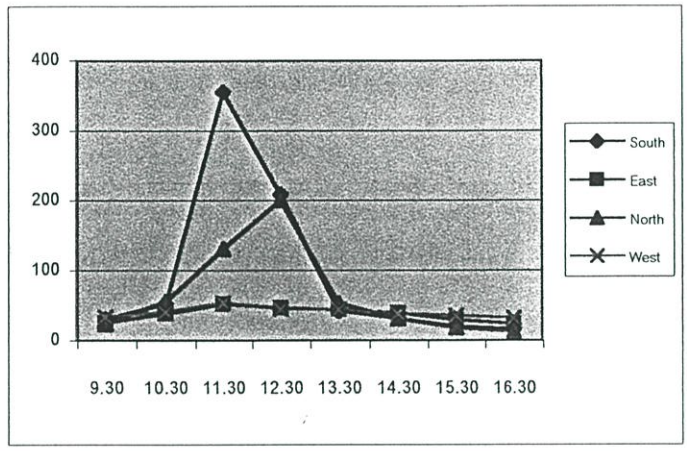


การทดลอง วันที่ 20-01-47

ตาราง 5.24 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane(lux) ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	South	East	North	West
9.30	31	26	24	34
10.30	52	38	56	41
11.30	355	52	131	54
12.30	209	47	201	45
13.30	42	44	53	45
14.30	31	39	31	38
15.30	20	29	18	36
16.30	16	24	13	32

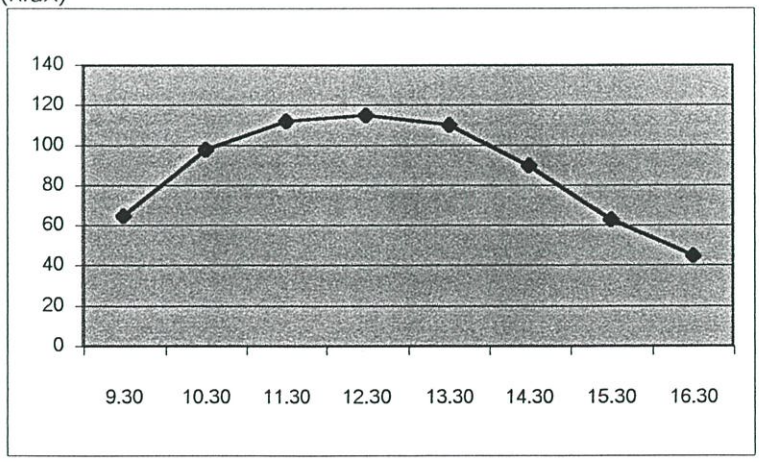
(lux)



ตาราง 5.25 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane(klux) ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	65
10.30	98
11.30	112
12.30	115
13.30	110
14.30	90
15.30	63
16.30	45

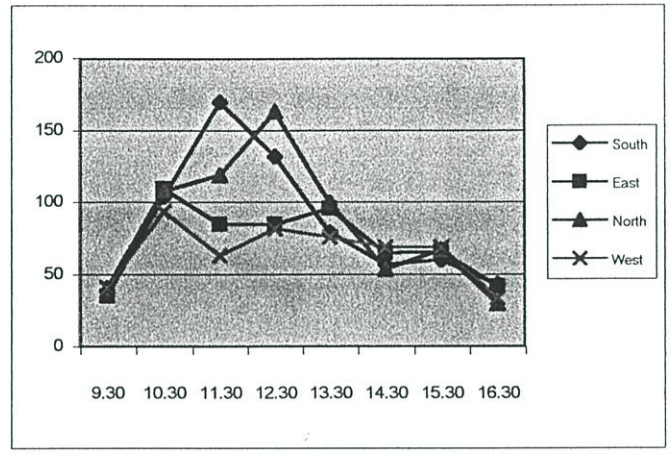
(klux)



การทดลอง วันที่ 21-01-47

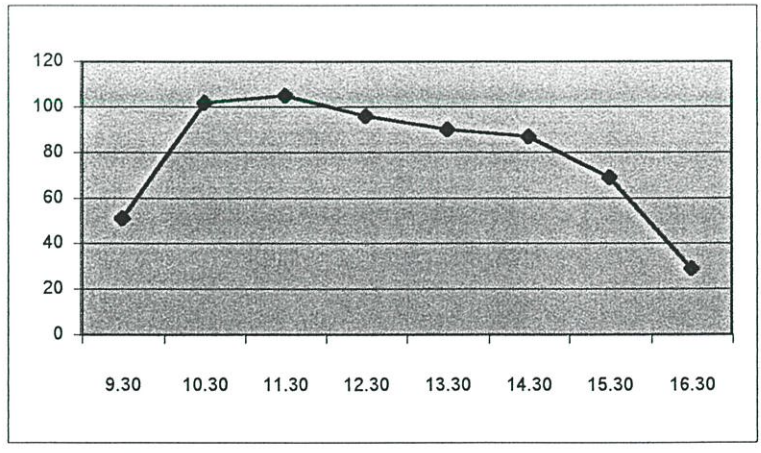
ตาราง 5.26 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane(lux) ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	South	East	North	West
9.30	36	35	41	41
10.30	104	110	108	94
11.30	170	85	119	63
12.30	132	85	163	82
13.30	79	96	100	76
14.30	57	65	54	69
15.30	60	66	67	69
16.30	43	42	30	34



ตาราง 5.27 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane(klux) ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	51
10.30	102
11.30	105
12.30	96
13.30	90
14.30	87
15.30	69
16.30	29



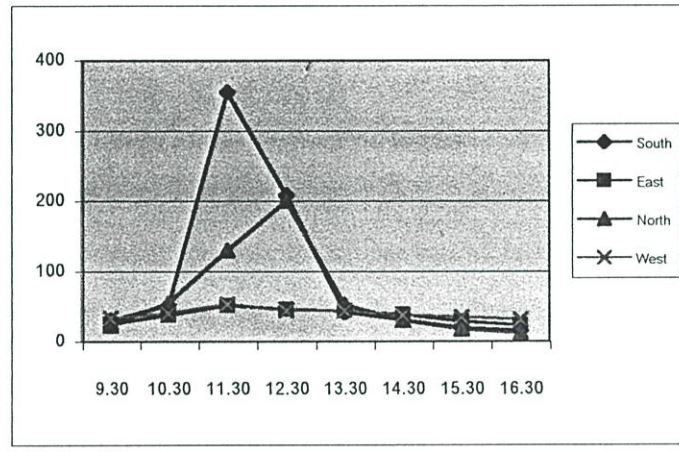
5.2.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างของทิศต่างๆ ทั้ง 4 ทิศ จากการวัดหุ่นจำลองขนาด 1:10 เพื่อหาทิศที่ให้ปล่องนำแสงมีประสิทธิภาพการนำแสงสูงสุด ได้ทำการทดสอบเป็นเวลา 3 วัน (ตั้งแต่วันที่ 19-01-47 ถึง วันที่ 21-01-47) เพื่อสามารถเปรียบเทียบเลือกวันที่มีค่าความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าที่น้อยที่สุดมาพิจารณา เนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทุกสภาพท้องฟ้า ซึ่งได้ทำการเลือกวันที่ 20-01-47 ดูตารางที่ 5.24 และ 5.25

ตาราง 5.24 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	South	East	North	West
9.30	31	26	24	34
10.30	52	38	56	41
11.30	355	52	131	54
12.30	209	47	201	45
13.30	42	44	53	45
14.30	31	39	31	38
15.30	20	29	18	36
16.30	16	24	13	32

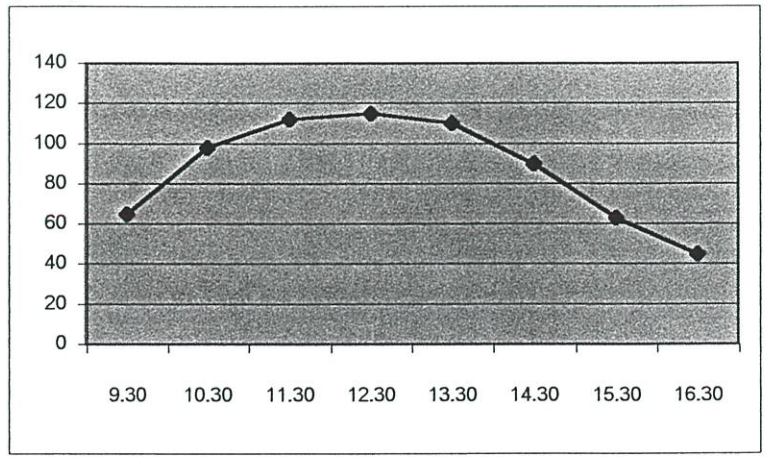
(lux)



ตาราง 5.25 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane(klux) ของทิศต่างๆ (ทิศเหนือ , ทิศใต้ , ทิศตะวันตก,ทิศตะวันออก) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	65
10.30	98
11.30	112
12.30	115
13.30	110
14.30	90
15.30	63
16.30	45

(klux)



จากผลการทดสอบวันที่ 20–01-47 พอจะวิเคราะห์ได้ดังนี้

- จากการทดลองสังเกตว่าปริมาณแสงสว่างภายในจากการวัดทางทิศใต้จะสูงกว่าทิศอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นผลจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่เดินทางอ้อมทางทิศใต้ในช่วงเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงที่ทำการทดลอง ดังนั้นแสงแดดสามารถส่องเข้าสู่ภายในปล่องรับแสงได้ดี ปริมาณแสงสว่างภายในจึงสูงกว่าทิศอื่นๆ โดยรองลงมาเป็นทิศเหนือซึ่งเป็นทิศตรงข้ามอาจมีผลจากการสะท้อนมายังเมฆจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ทางทิศใต้

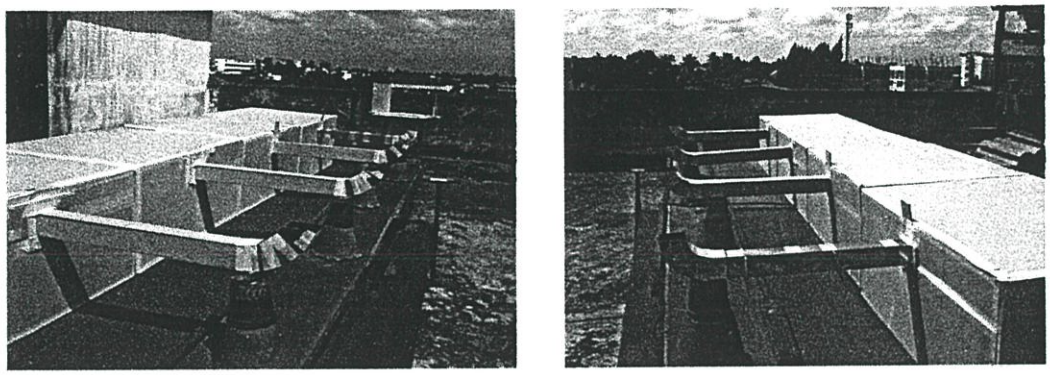
- จากผลการทดลองปริมาณแสงสว่างขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับรูปแบบตัวรับแสงก่อนที่จะสะท้อนเข้าสู่ภายในปล่อง ซึ่งจากรูปแบบที่ใช้การทดลองนี้เอื้ออำนวยต่อการสะท้อนแสงจากด้านหน้าและด้านหลังตามลำดับ (จากรูปที่ 5.4) ดังนั้นปริมาณแสงสว่างภายในจึงค่อนข้างดีในทิศใต้และทิศเหนือตามลำดับ

- จากการทดลองนี้ผลการทดลองอาจมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อทิศทางตำแหน่งดวงอาทิตย์เปลี่ยนไป เช่น ในช่วงเดือนที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือ จะแตกต่างกับ ช่วงเดือนที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้ เป็นต้น

5.3 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสทธิภาพการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในจากวัสดุสะท้อนแสงต่างกัน 4 ชนิด เพื่อหาวัสดุที่มีค่าสะท้อนแสงดีที่สุด

5.3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อศึกษาว่าวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนต่างกันมีผลต่อประสิทธิภาพของปล่องนำแสงอย่างไรและวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงดีที่สุดจะเหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุสะท้อนภายในปล่องนำแสงหรือไม่อย่างไร



รูปที่ 5.5 แสดงภาพหุ่นจำลองแสดงการเปรียบเทียบวัสดุ 4 ชนิด

5.3.2 วิธีและเงื่อนไขการทดลอง

- หุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการวัดโดยหันทางทิศใต้ , ทำการวัดเปรียบเทียบกัน จำนวน 4 ตัว
- ภายในปล่องนำแสงแต่ละปล่อง กรุวัสดุสะท้อนแสงต่างกัน ดังนี้
  ปล่องที่1 กรุ แสตนเลสค่าการสะท้อนแสง 60 %
  ปล่องที่2 กรุ แผ่นวัสดุสีขาวเคลือบเงา
  ปล่องที่3 กรุ แผ่นวัสดุสีส้มสะท้อนแสง
  ปล่องที่4 กรุ แผ่นวัสดุสีดำ ด้าน
- ห้องขนาด 80 ซม X 60 ซม. สูง 35 ซม.ภายในกรุวัสดุสีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนจากวัสดุภายใน
- ปากปล่องรับแสงทำจากแสตนเลสเงา มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 60 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา)
- การวัดค่าความสว่าง วัดที่ระดับ Working Plane ทั้งภายในและภายนอก

5.3.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบค่าความสว่างจากวัสดุสะท้อนแสง 4 ชนิด

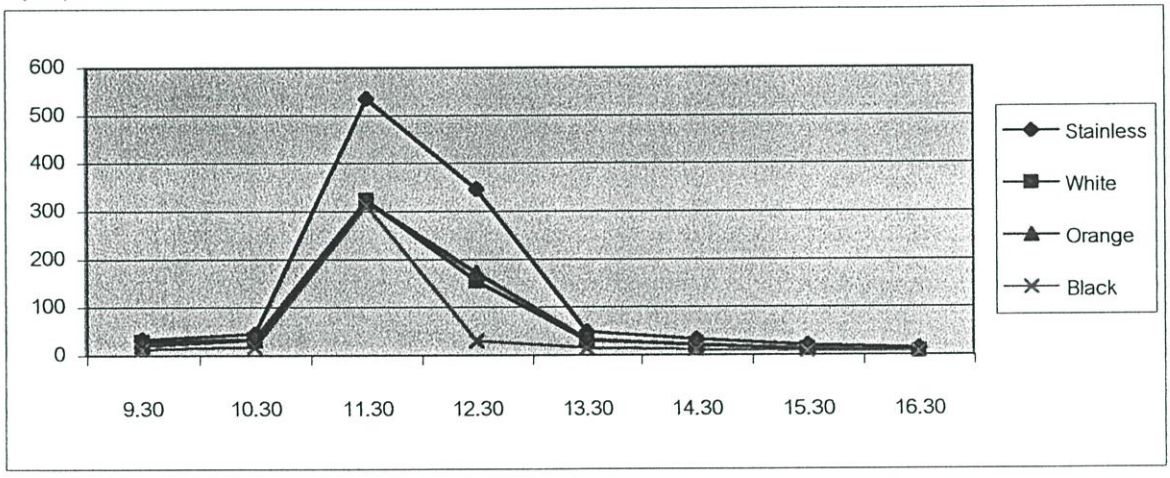
การทดลอง วันที่ 3-02-47

ตาราง 5.28 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบวัสดุ 4 ประเภท ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

วัดค่าความสว่างภายใน (lux)

Time	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30
Stainless	34	45	536	347	49	34	21	15
White	29	35	324	155	32	23	13	8
Orange	21	33	321	173	34	21	15	10
Black	14	19	314	31	16	12	10	8

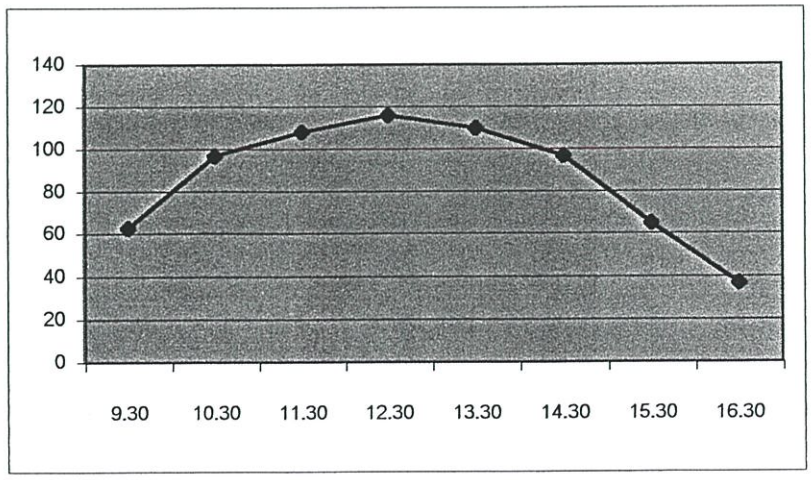
(lux)



ตาราง 5.29 แสดงการวัดความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)

Time	klux
9.30	63
10.30	97
11.30	108
12.30	116
13.30	110
14.30	97
15.30	65
16.30	37

(klux)



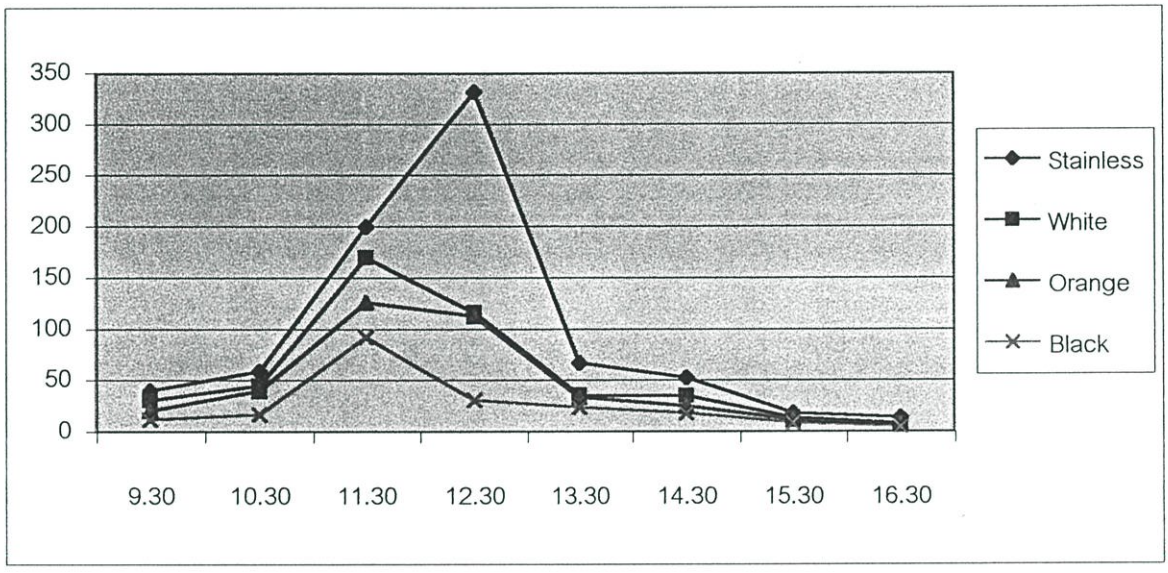
การทดลอง วันที่ 4-02-47

ตาราง 5.30 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบวัสดุ 4 ประเภท ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

วัดค่าความสว่างภายใน (lux)

Time	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30
Stainless	40	59	200	332	67	53	18	14
White	31	45	170	116	36	35	14	8
Orange	21	40	126	113	34	25	12	6
Black	12	17	92	31	24	18	9	5

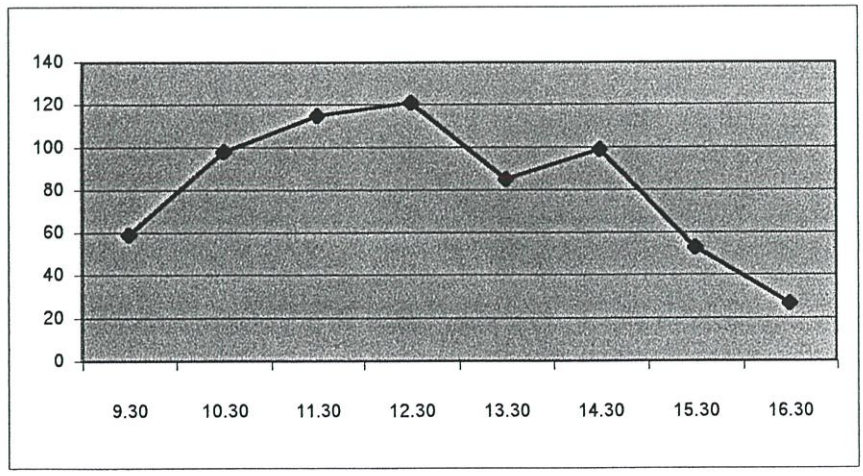
(lux)



ตาราง 5.31 แสดงการวัดความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)

Time	klux
9.30	59
10.30	98
11.30	115
12.30	121
13.30	85
14.30	99
15.30	53
16.30	27

(klux)



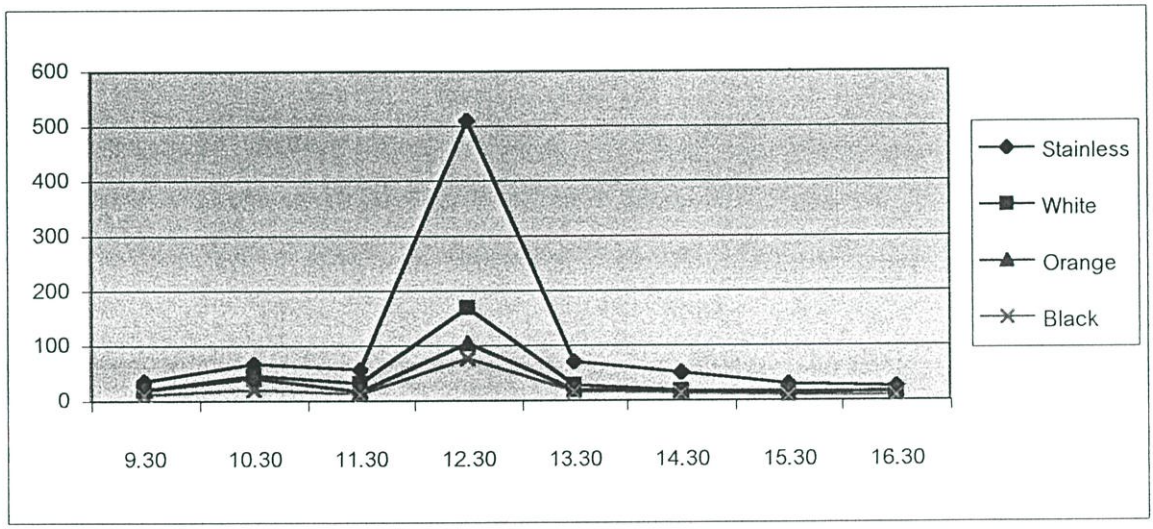
การทดลอง วันที่ 5-02-47

ตาราง 5.32 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบวัสดุ 4 ประเภท ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

วัดค่าความสว่างภายใน (lux)

Time	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30
Stainless	36	68	57	510	71	51	30	26
White	20	47	33	169	29	19	18	16
Orange	21	42	18	105	21	18	12	19
Black	12	21	13	77	18	14	9	11

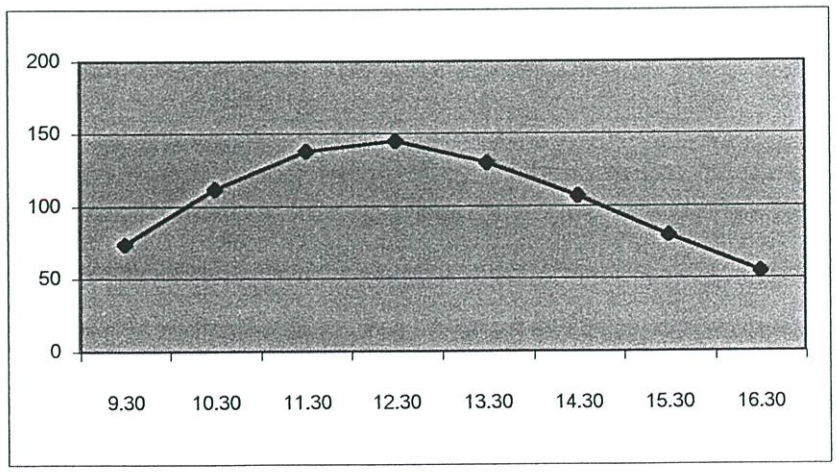
(lux)



ตาราง 5.33 แสดงการวัดความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)

Time	klux
9.30	74
10.30	112
11.30	138
12.30	145
13.30	130
14.30	107
15.30	80
16.30	55

(klux)



5.3.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

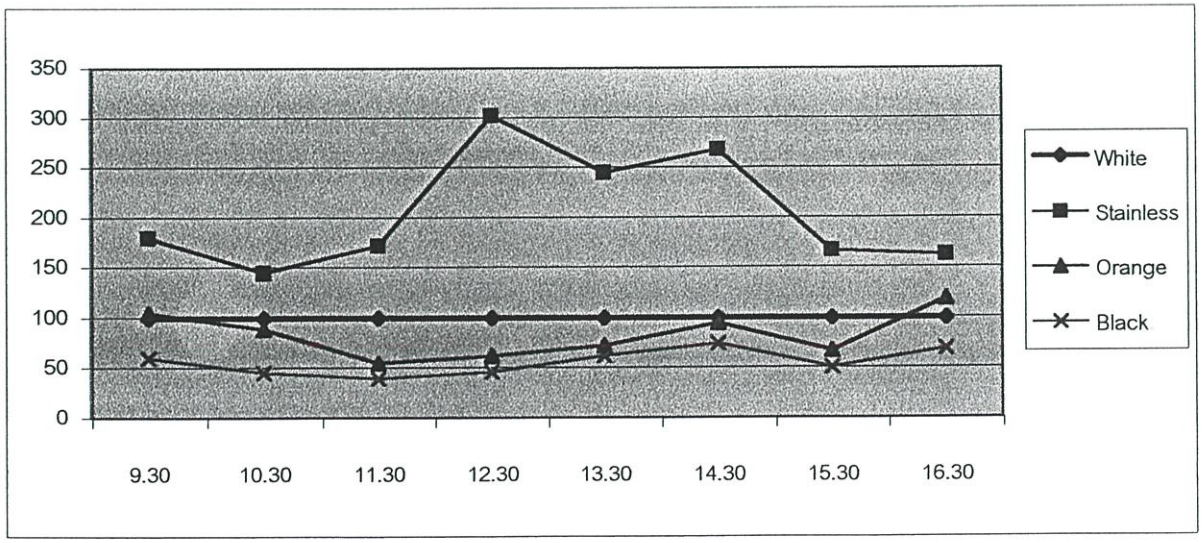
จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างจากวัสดุสะท้อนแสง 4 ชนิดคือ แสตนเลสเงา , วัสดุสีขาวเคลือบเงา , วัสดุสีส้มสะท้อนแสง และ วัสดุสีดำด้าน โดยทำการวัดหุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการทดสอบเป็นเวลา 3 วัน (ตั้งแต่วันที่ 3-02-47 ถึง วันที่ 5-02-47) เพื่อสามารถเปรียบเทียบเลือกวันที่มีค่าความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าที่น้อยที่สุดมาพิจารณา เนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทุกสภาพท้องฟ้า ซึ่งได้ทำการเลือกวันที่ 5-02-47 ดูตารางที่ 5.32 และ 5.33

ตาราง 5.34 แสดงเปอร์เซนต์ความแตกต่างของค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane โดยเปรียบเทียบ วัสดุ 4 ประเภท ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.(โดยเทียบให้วัสดุสีขาวเท่ากับ 100%)

เปอร์เซ็นต์(%)ความแตกต่างความสว่างของวัสดุแต่ละชนิด

Time	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30
White	100	100	100	100	100	100	100	100
Stainless	180	145	172	302	245	268	167	162
Orange	105	89	55	62	72	95	67	119
Black	60	45	39	46	62	74	50	69

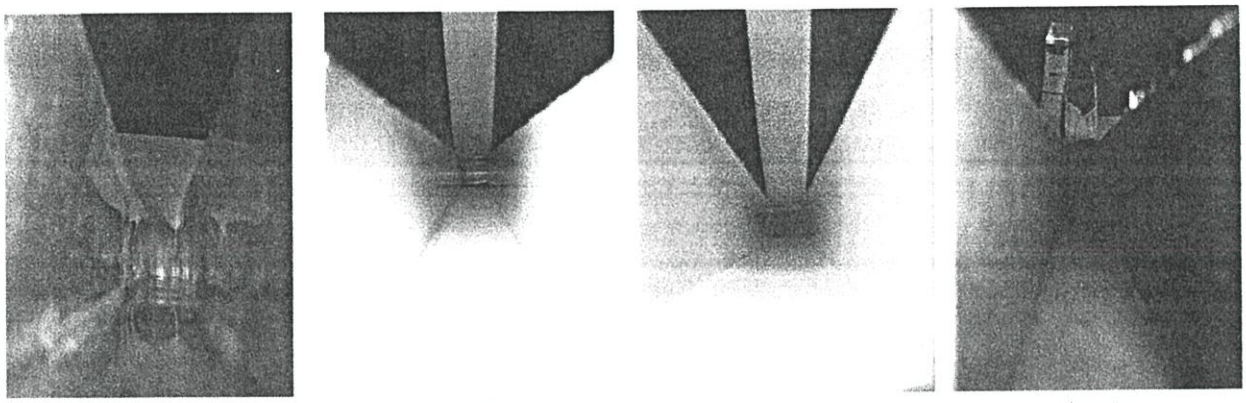
(เปอร์เซ็นต์(%)ความแตกต่างค่าความสว่าง)



จากผลการทดสอบวันที่ 5–02-47 พอจะวิเคราะห์ได้ดังนี้

จากการทดลองวัสดุที่สามารถนำปริมาณแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้มากที่สุดดังนี้

- แสตนเลส ค่าการสะท้อน 60% นำแสงสว่างเข้าสู่ภายในดีที่สุด
- วัสดุสีขาวเคลือบเงา ค่าการสะท้อน 70 % นำแสงสว่างเข้าสู่ภายในดีอันดับ 2
- วัสดุสีส้มสะท้อนแสง ค่าการสะท้อน 40 % นำแสงสว่างเข้าสู่ภายในดีอันดับ 3
- วัสดุสีดำด้าน ค่าการสะท้อน 4 % นำแสงสว่างเข้าสู่ภายในแย่ที่สุด



แสตนเลสเงา สีขาวเคลือบเงา สีส้มสะท้อนแสง สีดำด้าน

รูปที่ 5.6 แสดงภาพวัสดุ 4 ชนิดที่นำมาทดสอบค่าการสะท้อนแสง

- จากการทดลองจะเห็นว่าปริมาณแสงที่เข้าสู่ภายในของวัสดุชนิดต่าง ๆ จะมีลักษณะกราฟคล้ายกันคือมีปริมาณแสงมากในช่วง11.30-13.30เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของดวงอาทิตย์และรูปแบบปล่องรับแสงซึ่งมีอิทธิพลมากต่อการนำแสงเข้าสู่ภายใน

- จากตาราง 5.34 สามารถสรุปตัวแปรคงที่(เปอร์เซนต์ความสว่าง) ที่สามารถนำไปเปรียบเทียบค่าความสว่าง จากปล่องที่ทำจากแสตนเลส จากการทดลองต่อๆไปเป็นค่าความสว่างหุ่นจำลองขนาด 1:1 ได้ในสภาพท้องฟ้าเดียวกัน ในเวลาต่างๆดังนี้

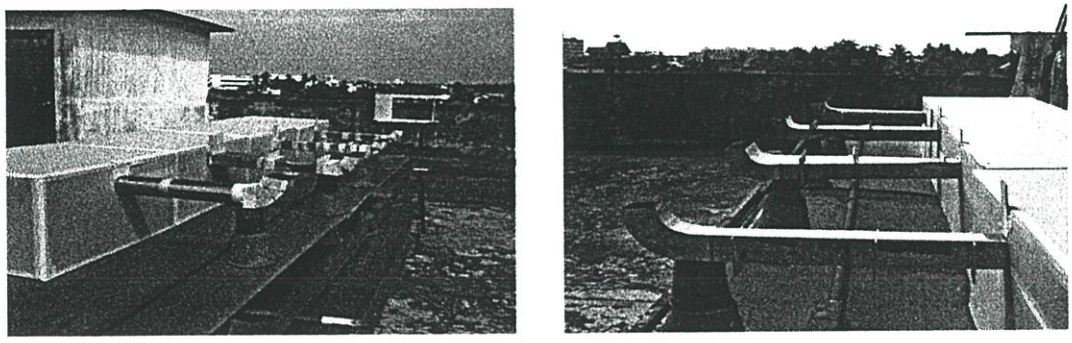
ตาราง 5.35 แสดงตัวแปรคงที่ความแตกต่างของค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane โดยเปรียบเทียบ แสตนเลส กับ วัสดุสีขาวเคลือบเงา ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30
ค่าความแตกต่างของความสว่างของแสตนเลส ณ.เวลาต่างๆ	1.8	1.45	1.72	3.02	2.45	2.68	1.67	1.62

5.4 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในโดยปล่องนำแสงรูปแบบต่าง ๆที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากันแต่ความสูงหน้าตัดเท่ากัน

5.4.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อศึกษารูปแบบว่าพื้นที่หน้าตัดปล่องนำแสงมีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงอย่างไรและรูปแบบใดที่มีประสิทธิภาพการนำแสงสูงสุดเมื่อความสูงหน้าตัดเท่ากัน เนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับความสูงฝ้าเพดาน



รูปที่ 5.7 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีความสูงหน้าตัดเท่ากัน

5.5.2 วิธีและเงื่อนไขการทดสอบ

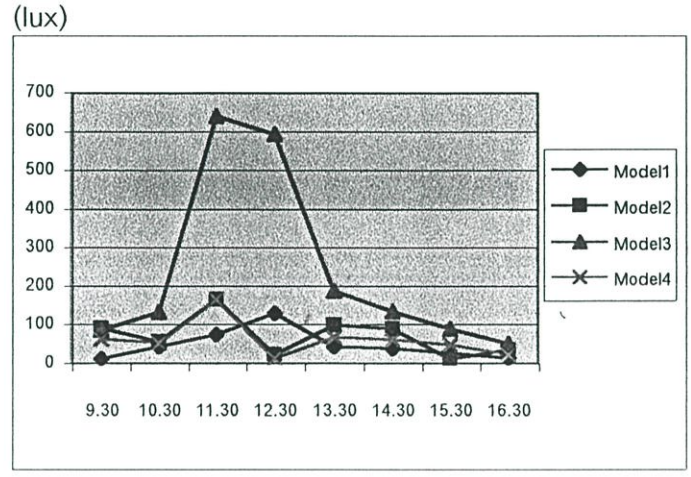
- หุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการวัดโดยหันทางทิศใต้ , ทำการวัดเปรียบเทียบกัน จำนวน 4 ตัว
- ปล่องนำแสงทำจาก แสตนเลสค่าการสะท้อนแสง 60 %
- ปล่องนำแสง หน้าตัดต่างกัน พื้นที่รับแสงต่างกัน 4 รูปแบบแต่ความสูงหน้าตัดเท่ากัน โดยรูปแบบดังนี้
  - หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 ด้าน ขนาด 5X5 ซม. ยาว 60 ซม.
  - หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1 ด้าน ขนาด 5X15 ซม. , รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 ด้าน ขนาด 5X5 ซม. ยาว 60 ซม.
  - หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 ด้าน ขนาด 5X15 ซม. ยาว 60 ซม.
  - หน้าตัดรูปวงกลม 2 ด้าน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. ยาว 60 ซม.
- ห้องขนาด 80 ซม X 60 ซม. สูง 35 ซม.ภายในกรุวัสดุสีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนจากวัสดุภายใน
- ปากปล่องรับแสงทำจากแสตนเลสเงา มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 60 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา)วัดที่ระดับ Working Plane

5.5.3 ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในโดยปล่องนำแสงรูปแบบต่าง ๆที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากันแต่ความสูงหน้าตัดเท่ากัน

การทดลอง วันที่ 30-01-47

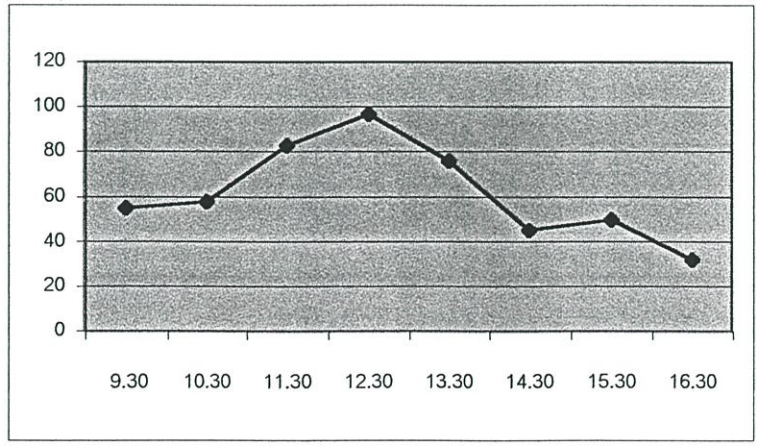
ตาราง 5.36 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	Model1	Model2	Model3	Model4
9.30	13	93	88	65
10.30	45	58	134	54
11.30	76	166	640	167
12.30	131	24	595	15
13.30	44	100	188	70
14.30	40	91	135	62
15.30	28	14	90	49
16.30	15	36	53	24



ตาราง 5.37 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	55
10.30	58
11.30	83
12.30	97
13.30	76
14.30	45
15.30	50
16.30	32

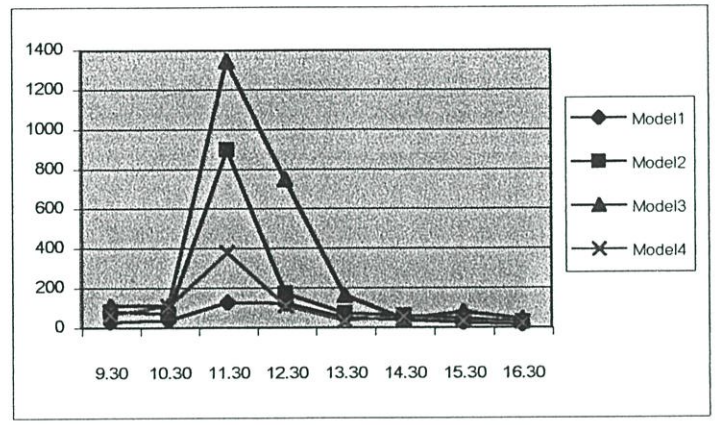


การทดลอง วันที่ 31-01-47

ตาราง 5.38 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	Model1	Model2	Model3	Model4
9.30	30	84	114	68
10.30	38	72	112	111
11.30	129	898	1346	382
12.30	123	175	750	114
13.30	51	75	166	34
14.30	39	63	45	57
15.30	27	47	82	36
16.30	16	30	46	26

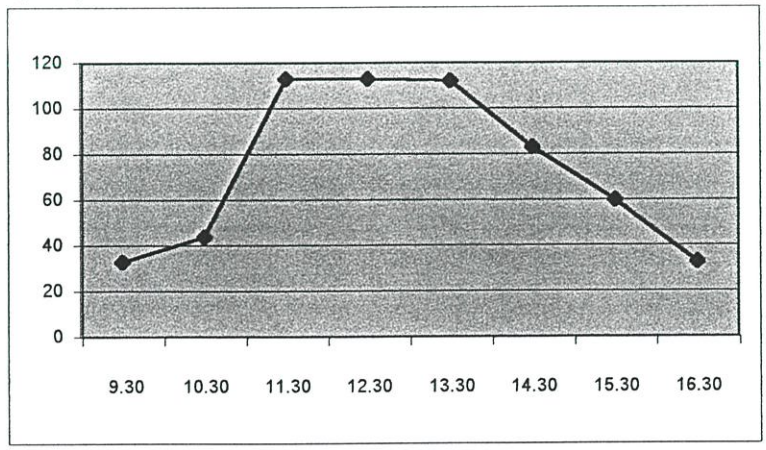
(lux)



ตาราง 5.39 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	33
10.30	44
11.30	113
12.30	113
13.30	112
14.30	83
15.30	60
16.30	33

(klux)

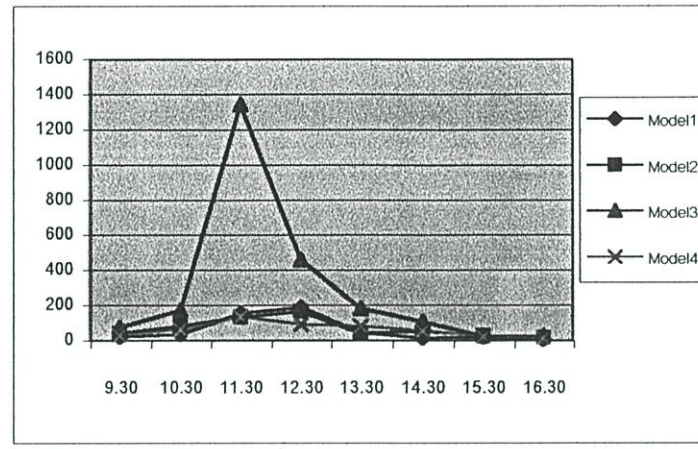


การทดลอง วันที่ 1-02-47

ตาราง 5.40 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	Model1	Model2	Model3	Model4
9.30	22	42	75	34
10.30	37	84	175	65
11.30	157	136	1344	140
12.30	188	166	462	94
13.30	48	42	186	83
14.30	15	55	111	59
15.30	23	30	25	24
16.30	8	17	29	19

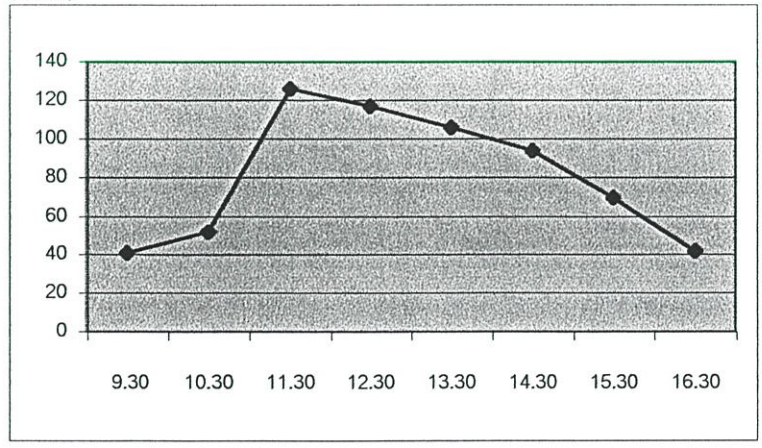
(lux)



ตาราง 5.41 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	41
10.30	52
11.30	126
12.30	117
13.30	106
14.30	94
15.30	70
16.30	42

(klux)

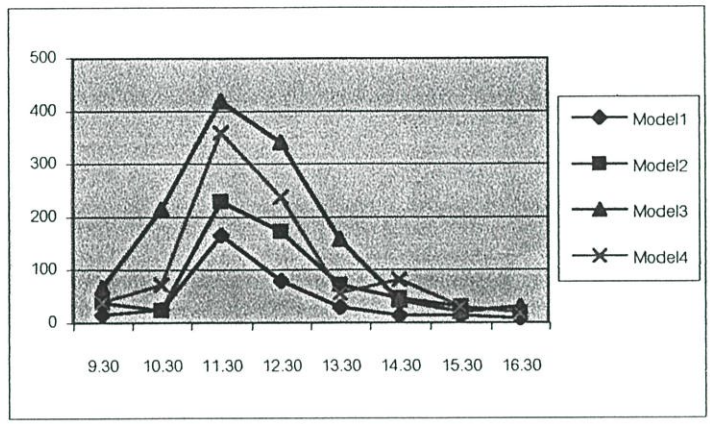


การทดลอง วันที่ 2-02-47

ตาราง 5.42 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	Model1	Model2	Model3	Model4
9.30	16	39	68	40
10.30	26	24	216	73
11.30	166	230	419	360
12.30	80	173	341	238
13.30	30	73	158	57
14.30	15	47	43	82
15.30	15	31	22	32
16.30	8	19	31	19

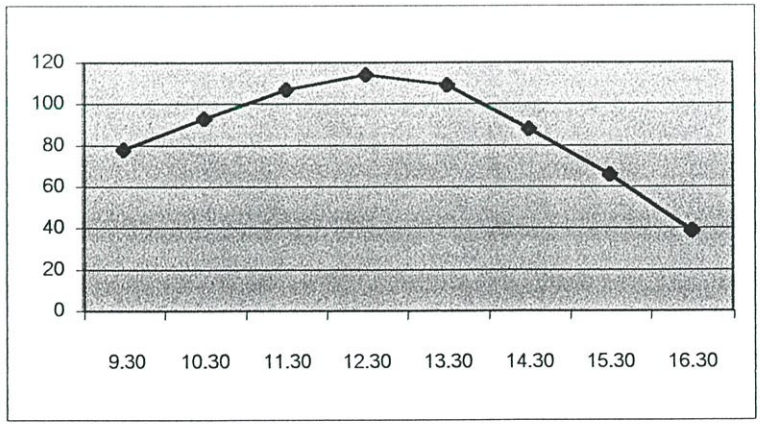
(lux)



ตาราง 5.43 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	78
10.30	93
11.30	107
12.30	114
13.30	109
14.30	88
15.30	66
16.30	39

(klux)

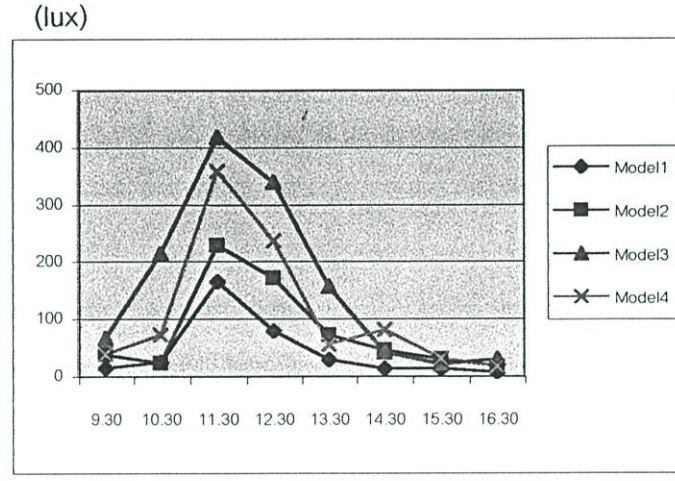


5.5.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างจากปล่องนำแสง 4 รูปแบบ ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดไม่เท่ากันแต่ กำหนดให้มีความสูงหน้าตัดเท่ากัน เปรียบเทียบค่าความสว่างภายใน โดยทำการวัดหุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการทดสอบเป็นเวลา 4 วัน (ตั้งแต่วันที่ 30-01-47 ถึง วันที่ 2-02-47) เพื่อสามารถเปรียบเทียบเลือกวันที่มีค่าความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าที่น้อยที่สุดมาพิจารณา เนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทุกสภาพท้องฟ้า ซึ่งได้ทำการเลือกวันที่ 2-02-47 ดูตารางที่ 5.42 และ 5.43

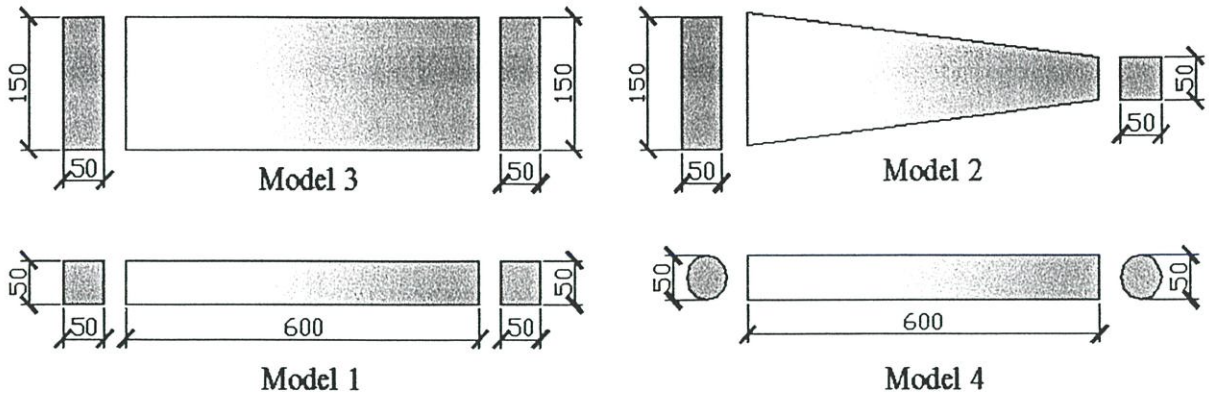
ตาราง 5.42 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	Model1	Model2	Model3	Model4
9.30	16	39	68	40
10.30	26	24	216	73
11.30	166	230	419	360
12.30	80	173	341	238
13.30	30	73	158	57
14.30	15	47	43	82
15.30	15	31	22	32
16.30	8	19	31	19



จากผลการทดสอบวันที่ 20–02-47 พอจะวิเคราะห์ได้ดังนี้

- จากผลการทดลอง หุ่นจำลองแบบที่ 3 มีการนำแสงเข้าสู่ภายในได้ดีกว่ารูปแบบอื่น ซึ่งจากการสังเกตพบว่าพื้นที่หน้าตัดหุ่นจำลองแบบที่3 มีพื้นที่รับแสงมากที่สุดจึงสามารถนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าหุ่นจำลองรูปแบบอื่น โดยมีค่าความสว่างภายในจากมากไปต่ำดังนี้
  - หุ่นจำลองแบบที่ 3 มีประสิทธิภาพการนำแสงดีที่สุด
  - หุ่นจำลองแบบที่ 4 มีประสิทธิภาพการนำแสงดีเป็นอันดับ 2
  - หุ่นจำลองแบบที่ 2 มีประสิทธิภาพการนำแสงดีเป็นอันดับ 3
  - หุ่นจำลองแบบที่ 1 มีประสิทธิภาพการนำแสงแย่ที่สุด



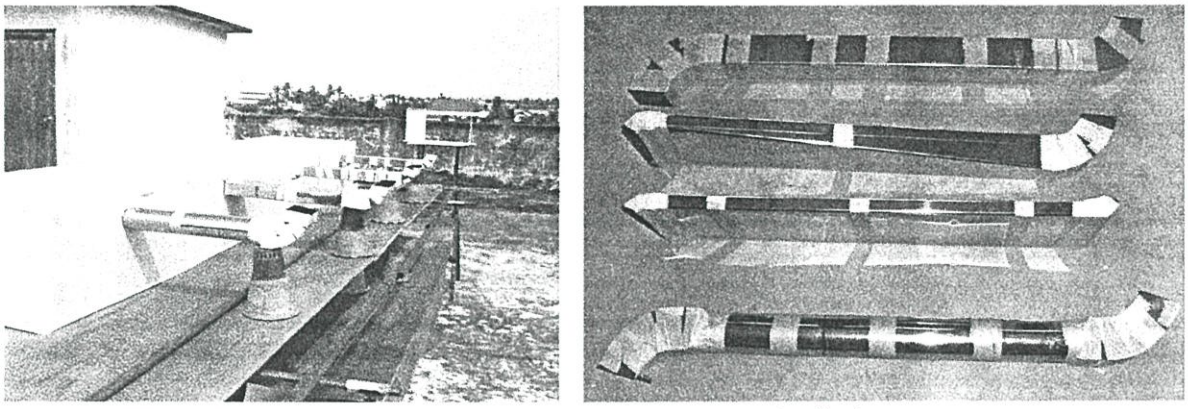
รูปที่ 5.8 แสดงหุ่นจำลองรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีความสูงหน้าตัดเท่ากัน

- จากการทดลองพอสังเกตได้ว่า กราฟมีลักษณะเป็นรูปภูเขามีค่าความสว่างในช่วงเวลา 11.30-13.30 น. ของปล่องนำแสงทุกรูปแบบ เนื่องจากความสัมพันธ์ของตำแหน่งดวงอาทิตย์และรูปแบบปล่องรับแสงภายนอกของสภาพท้องฟ้าในเงื่อนไขที่กำหนดไว้เบื้องต้น

5.6 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในโดยปล่องนำแสงรูปแบบต่าง ๆที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน

5.6.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อศึกษารูปแบบหน้าตัดปล่องนำแสงมีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงอย่างไรและรูปแบบใดที่มีประสิทธิภาพการนำแสงสูงสุดเมื่อหน้าตัดเท่ากัน



รูปที่ 5.9 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน

5.6.2 วิธีและเงื่อนไขการทดสอบ

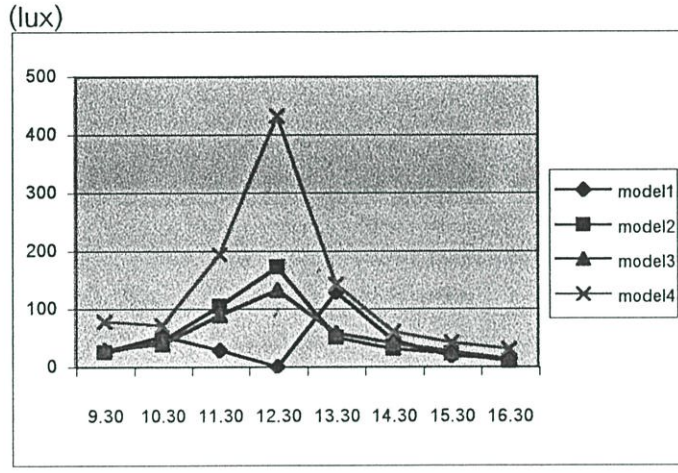
- หุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการวัดโดยหันทางทิศใต้ , ทำการวัดเปรียบเทียบกัน จำนวน 4 ตัว
- ปล่องนำแสงทำจาก แสตนเลสค่าการสะท้อนแสง 95 %
- ปล่องนำแสง หน้าตัดต่างกัน พื้นที่รับแสงต่างกัน 4 รูปแบบพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน คือ 25 ตร.ซม.โดยรูปแบบดังนี้
  - หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 ด้าน ขนาด 5X5 ซม. ยาว 60 ซม.
  - หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1 ด้าน ขนาด 1.7 X 15 ซม. , รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 ด้าน ขนาด 5 X 5 ซม. ยาว 60 ซม.
  - หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 ด้าน ขนาด 1.7 X 15 ซม ยาว 60 ซม.
  - หน้าตัดรูปวงกลม 2 ด้าน ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. ยาว 60 ซม.
- ห้องขนาด 80 ซม X 60 ซม. สูง 35 ซม.ภายในกรุวัสดุสีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนจากวัสดุภายใน
- ปากปล่องรับแสงทำจากแสตนเลสเงา มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 95 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา) ที่ระดับ Working Plane

5.6.3 ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในโดยปล่องนำแสงรูปแบบต่าง ๆที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน

การทดลอง วันที่ 5-03-47

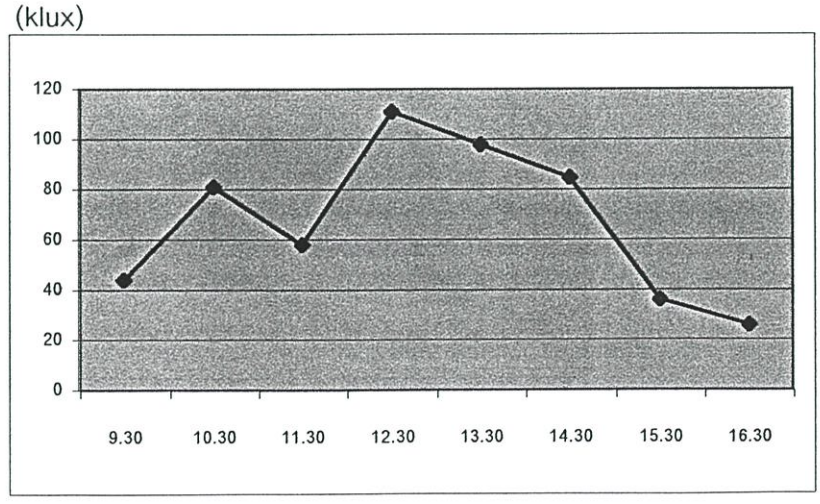
ตาราง 5.44 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	28	26	31	79
10.30	54	46	41	73
11.30	30	105	90	194
12.30	1	173	133	433
13.30	130	52	59	143
14.30	46	32	42	61
15.30	20	24	28	43
16.30	14	11	14	32



ตาราง 5.45 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

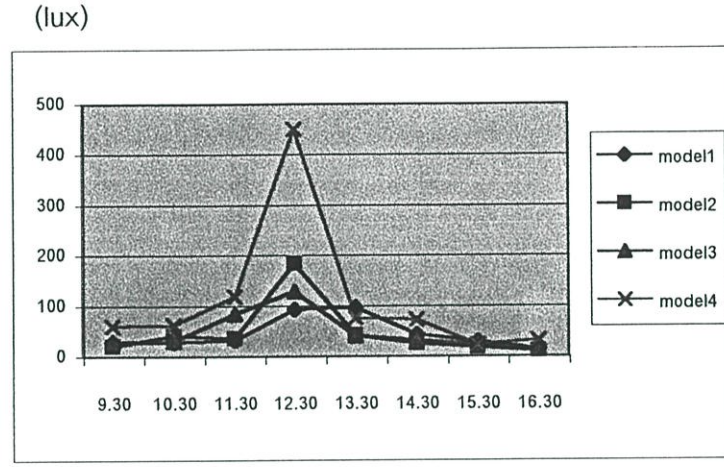
Time	klux
9.30	44
10.30	81
11.30	58
12.30	111
13.30	98
14.30	85
15.30	36
16.30	26



การทดลอง วันที่ 6-03-47

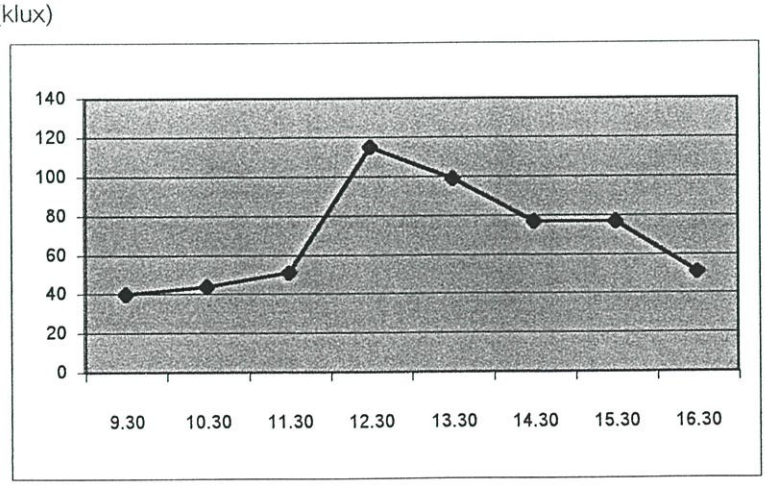
ตาราง 5.46 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	29	21	30	61
10.30	29	42	32	63
11.30	33	37	85	119
12.30	94	185	129	451
13.30	98	43	42	78
14.30	44	27	33	74
15.30	30	19	25	24
16.30	15	12	17	33



ตาราง 5.47 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

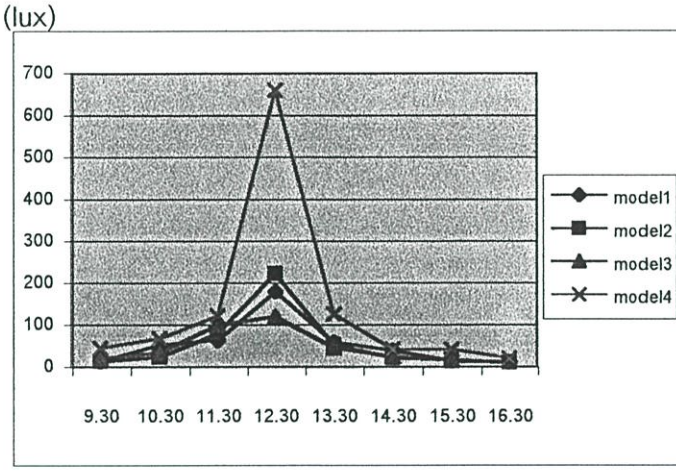
Time	klux
9.30	40
10.30	44
11.30	51
12.30	115
13.30	99
14.30	77
15.30	77
16.30	51



การทดลอง วันที่ 11-03-47

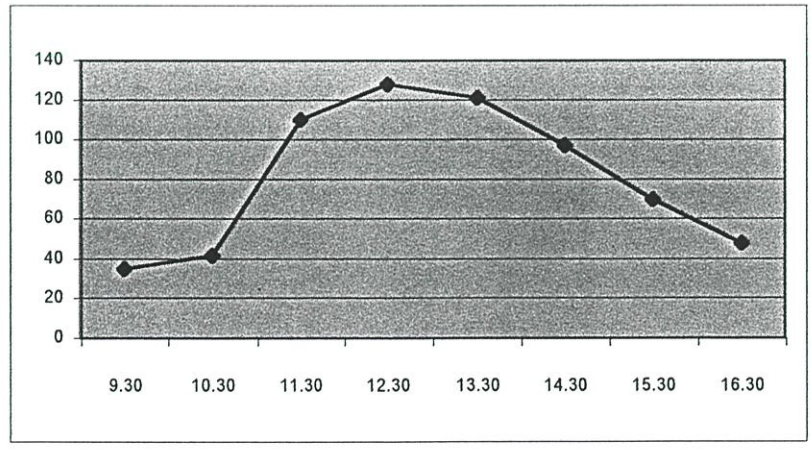
ตาราง 5.48 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	13	14	21	45
10.30	54	25	35	69
11.30	64	81	100	122
12.30	180	222	120	660
13.30	59	54	48	127
14.30	39	23	26	42
15.30	16	18	17	43
16.30	12	11	12	21



ตาราง 5.49 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	35
10.30	42
11.30	110
12.30	128
13.30	121
14.30	97
15.30	70
16.30	48

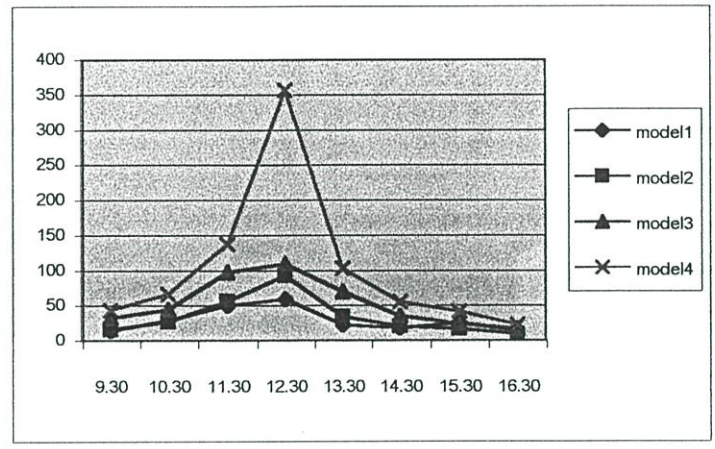


การทดลอง วันที่ 12-03-47

ตาราง 5.50 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	15	16	33	44
10.30	29	27	45	67
11.30	50	57	98	138
12.30	59	73	77	357
13.30	23	35	110	103
14.30	18	21	36	56
15.30	26	17	25	42
16.30	15	10	17	23

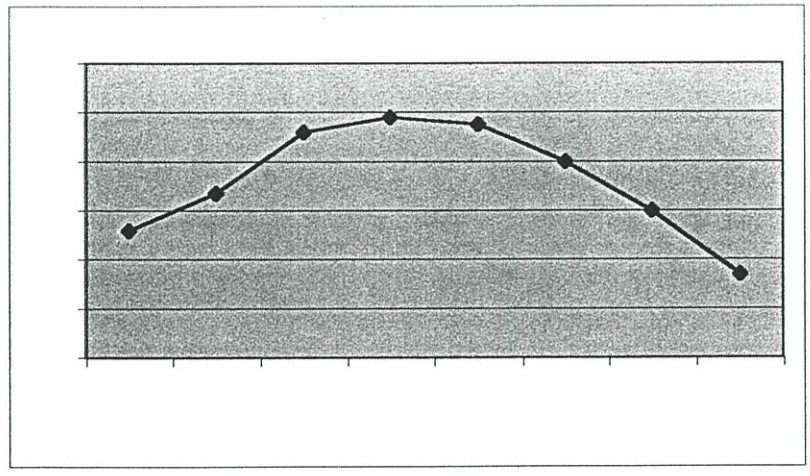
(lux)



ตาราง 5.51 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	52
10.30	67
11.30	92
12.30	98
13.30	95
14.30	80
15.30	60
16.30	34

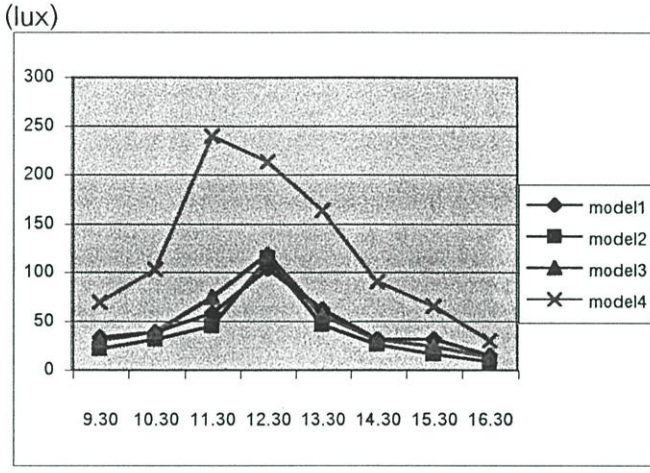
(klux)



การทดลอง วันที่ 13-03-47

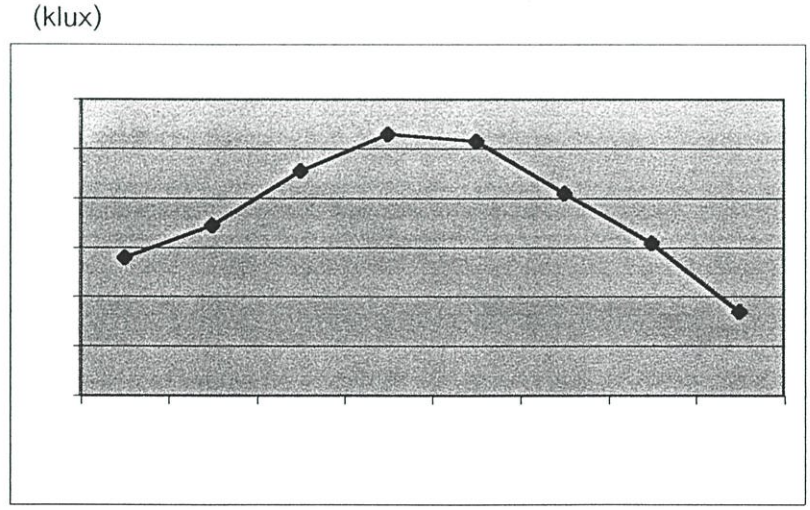
ตาราง 5.52 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	34	22	31	70
10.30	39	32	40	103
11.30	59	46	75	240
12.30	104	115	119	214
13.30	63	47	57	164
14.30	32	27	32	91
15.30	32	17	25	66
16.30	16	9	14	31



ตาราง 5.53 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	56
10.30	69
11.30	91
12.30	106
13.30	103
14.30	82
15.30	62
16.30	34



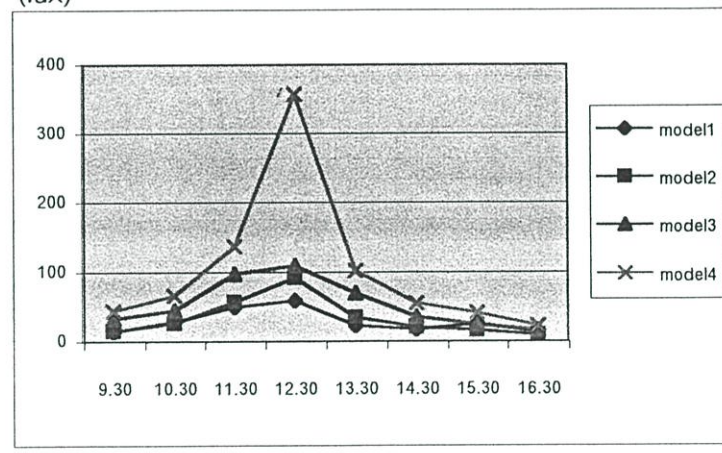
5.6.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างจากปล่องนำแสง 4 รูปแบบ ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน เปรียบเทียบค่าความสว่างภายใน โดยทำการวัดหุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการทดสอบเป็นเวลา 5 วัน (ตั้งแต่วันที่ 5,6,11,12,13 -03 - 47) เพื่อสามารถเปรียบเทียบเลือกวันที่มีค่าความแปร ปรวนของสภาพท้องฟ้าที่น้อยที่สุดมาพิจารณา เนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทุกสภาพท้องฟ้า ซึ่งได้ทำการเลือกวันที่ 12-03-47 ดูตารางที่ 5.48 และ 5.49

ตาราง 5.50 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ รูปแบบ 4 รูปแบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	15	16	33	44
10.30	29	27	45	67
11.30	50	57	98	138
12.30	59	73	77	357
13.30	23	35	110	103
14.30	18	21	36	56
15.30	26	17	25	42
16.30	15	10	17	23

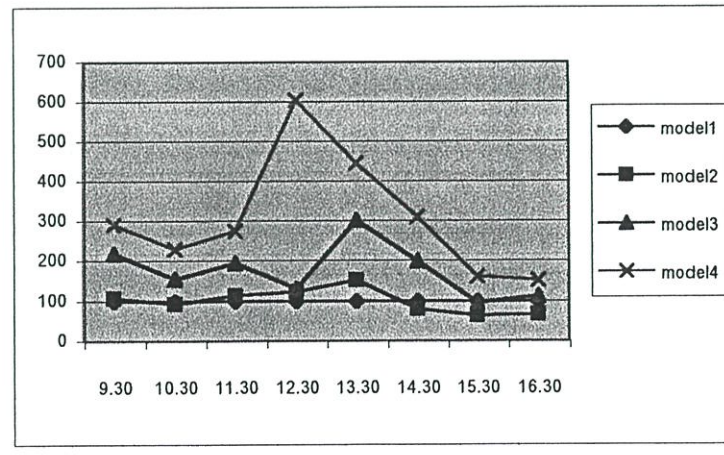
(lux)



ตาราง5.54 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างค่าความสว่างภายในตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.ของวันที่ 12-03-47 (โดยให้ Model 1 มีเปอร์เซ็นต์ความสว่าง เป็น100%)

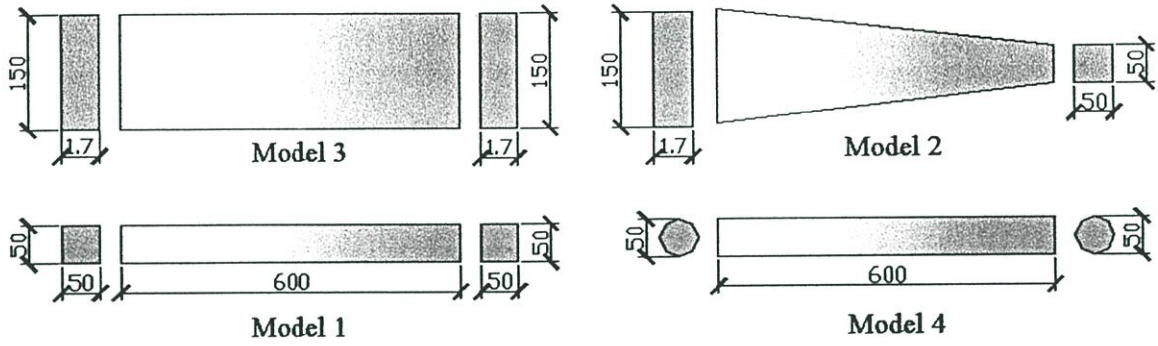
Time	model1	model2	model3	model4
9.30	100	107	220	293
10.30	100	93	155	231
11.30	100	114	196	276
12.30	100	124	131	605
13.30	100	152	304	447
14.30	100	81	200	311
15.30	100	65	96	162
16.30	100	67	113	153

(เปอร์เซนต์ความแตกต่างค่าความสว่าง)



จากผลการทดสอบวันที่ 12–03-47 พอจะวิเคราะห์ได้ดังนี้

- จากผลการทดลอง หุ่นจำลองหน้าตัดรูปวงกลม สามารถนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ดีที่สุด จากการสังเกต หุ่นจำลองหน้าตัดรูปวงกลม มีผิวสัมผัสการสะท้อนมากที่สุด จึงอาจส่งผลต่อการนำแสงสู่ภายในได้ดี โดยมีค่าความสว่างภายในจากมากไปต่ำดังนี้ คือ หุ่นจำลอง ที่ 4 ,3 ,2 , 1 ตามลำดับ



รูปที่ 5.10 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบรูปแบบปล่องนำแสง 4 แบบ ที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน

- จากการทดลองพอสังเกตได้ว่า กราฟมีลักษณะเป็นรูปภูเขามีค่าความสว่างในช่วงเวลา 11.30-13.30 น. ของปล่องนำแสงทุกรูปแบบ เนื่องจากความสัมพันธ์ของตำแหน่งดวงอาทิตย์และรูปแบบปล่องรับแสงภายนอกของสภาพท้องฟ้าในเงื่อนไขที่กำหนดไว้เบื้องต้น

- จากตาราง 5.54 สามารถสรุปตัวแปรคงที่(เปอร์เซ็นต์ความสว่าง) ที่สามารถนำไปเปรียบเทียบค่าความสว่าง จากปล่องที่มีหน้าตัดรูปวงกลม จากการทดลองต่อๆไปเป็นค่าความสว่างหุ่นจำลองขนาด 1:1 ได้ในสภาพท้องฟ้าเดียวกัน ในเวลาต่างๆดังนี้ (โดยให้ Model 1 เป็นแบบมาตรฐาน)

ตารางแสดงค่าคงที่ความแตกต่างค่าความสว่างในรูปแบบปล่อง 4 แบบ ณ.เวลาต่างๆ (โดยเปรียบเทียบให้ Model 1 เป็นรูปแบบมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1)

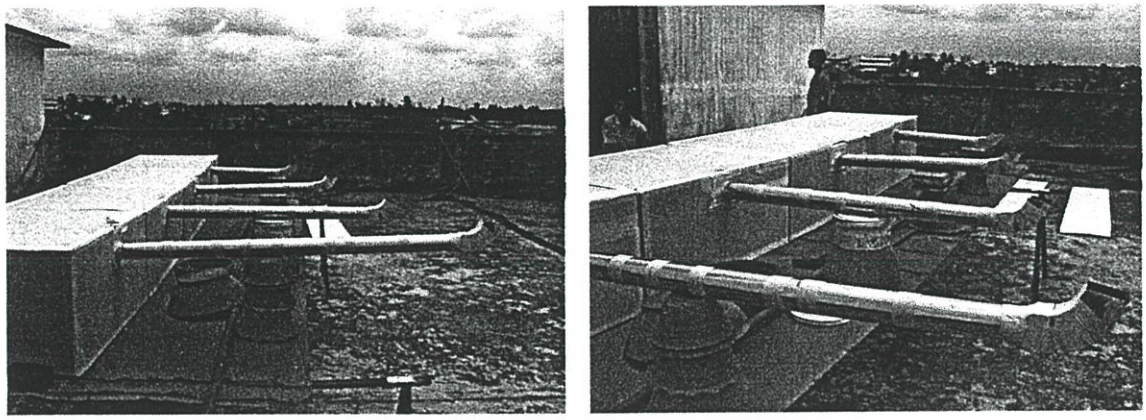
ตาราง 5.55 แสดงค่าคงที่ความแตกต่างของค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane โดยเปรียบเทียบ รูปแบบหน้าตัด 4 แบบ ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	9.30	10.30	11.30	12.30	13.30	14.30	15.30	16.30
model1	1	1	1	1	1	1	1	1
model2	0.07	0.93	1.14	1.24	1.52	0.81	0.65	0.67
model3	2.2	1.55	1.96	1.31	3.04	2	0.96	1.13
model4	2.93	2.31	2.76	6.05	4.47	3.11	1.62	1.53

5.7 การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าความสว่างของปล่องนำแสงที่มีความยาวต่างกัน เพื่อหาแนวโน้มค่าความสว่างภายใน

5.7.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อศึกษาแนวโน้มประสิทธิภาพการนำแสงของปล่องนำแสง เมื่อมีความยาวเพิ่มขึ้น และระยะที่มีสามารถประยุกต์เข้ากับอาคารกรณีศึกษา และอาคารประเภทอื่นได้



รูปที่ 5.11 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบความสว่าง เมื่อความยาวปล่องมากขึ้น

5.7.4 วิธีและเงื่อนไขการทดสอบ

- หุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการวัดโดยหันทางทิศใต้ , ทำการวัดเปรียบเทียบกัน จำนวน 4 ตัว
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ทำจากแสตนเลสค่าการสะท้อนแสง 95 %
- ปล่องนำแสง ความยาวต่างกัน โดยทำการเปรียบเทียบ 4 ความยาวดังนี้
  - ความยาว 60 ซม. , 80 ซม. , 100 ซม. , 120 ซม. ตามลำดับ
- ห้องขนาด 80 ซม X 60 ซม. สูง 35 ซม.ภายในกรุวัสดุสีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนจากวัสดุภายใน
- ปากปล่องรับแสงหน้าตัด สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 5X5 ซม. โค้ง 90 องศา ทำจากแสตนเลสเงา มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 95 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา) ที่ระดับ Working Plane

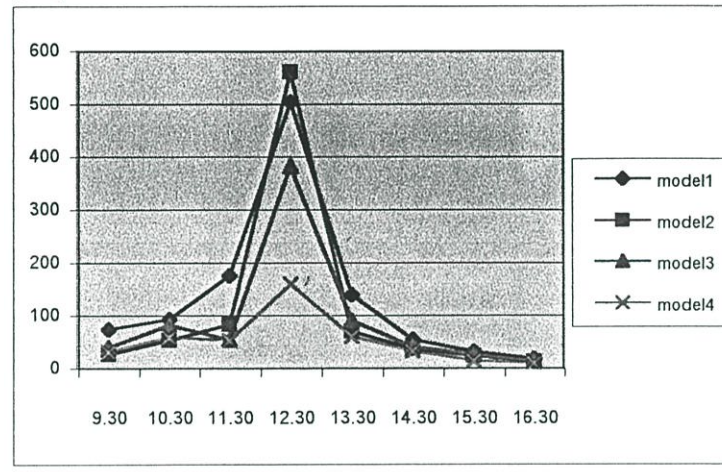
5.7.3 ผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าความสว่างของปล่องนำแสงที่มีความยาวต่างกันเพื่อหาแนวโน้มค่าความสว่างภายใน

การทดลอง วันที่ 23-03-47

ตาราง 5.56 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	75	28	41	33
10.30	94	55	84	60
11.30	177	85	56	54
12.30	505	561	383	161
13.30	140	71	92	62
14.30	56	39	42	34
15.30	33	25	28	16
16.30	19	15	14	11

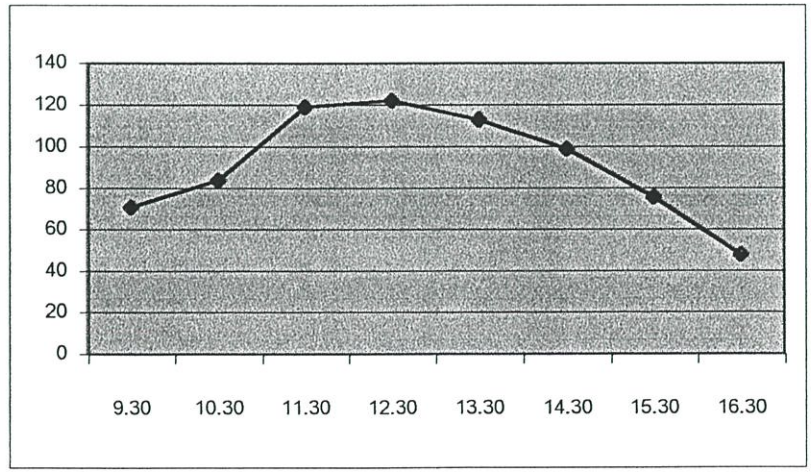
(lux)



ตาราง 5.57 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	71
10.30	84
11.30	119
12.30	122
13.30	113
14.30	99
15.30	76
16.30	48

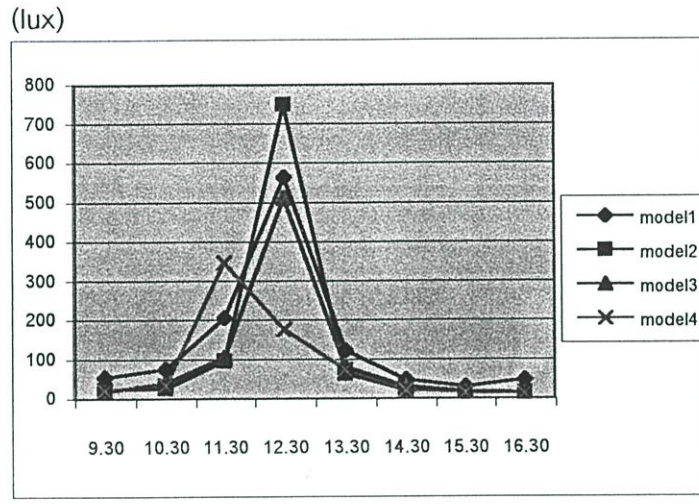
(klux)



การทดลอง วันที่ 24-03-47

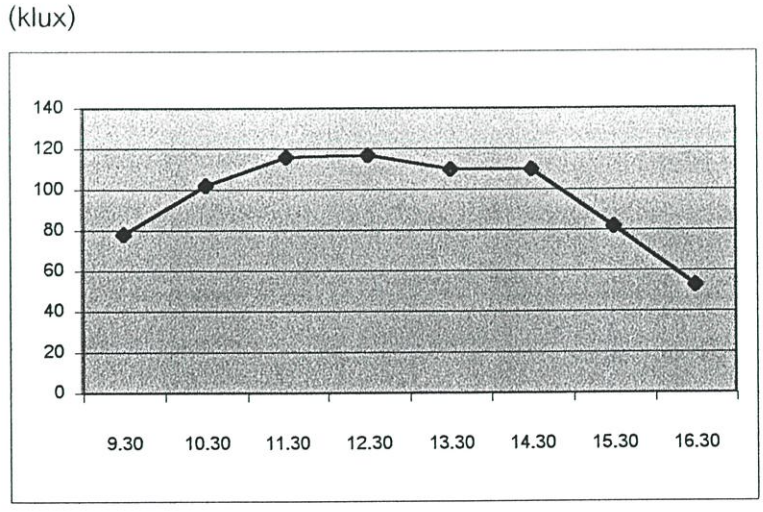
ตาราง 5.58 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	55	24	19	22
10.30	77	27	41	36
11.30	207	97	106	348
12.30	564	749	513	178
13.30	123	65	81	74
14.30	48	23	32	23
15.30	31	16	19	16
16.30	48	17	17	14



ตาราง 5.59 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	78
10.30	102
11.30	116
12.30	117
13.30	110
14.30	110
15.30	82
16.30	53

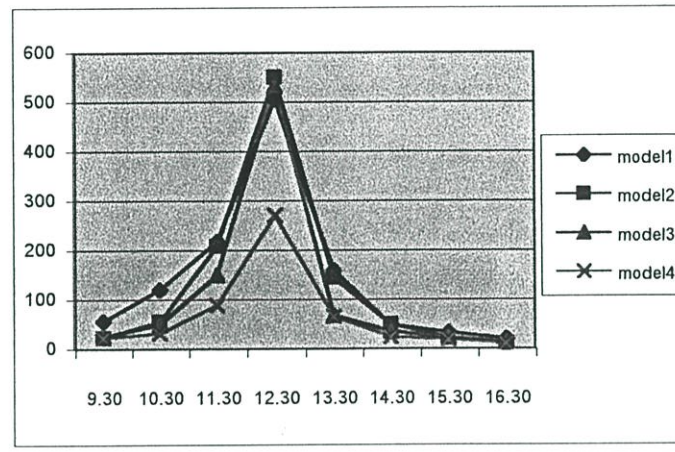


การทดลอง วันที่ 25-03-47

ตาราง 5.60 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	57	24	26	24
10.30	121	56	51	33
11.30	218	209	151	90
12.30	505	551	533	271
13.30	160	145	69	66
14.30	50	51	37	25
15.30	34	24	23	20
16.30	21	11	15	12

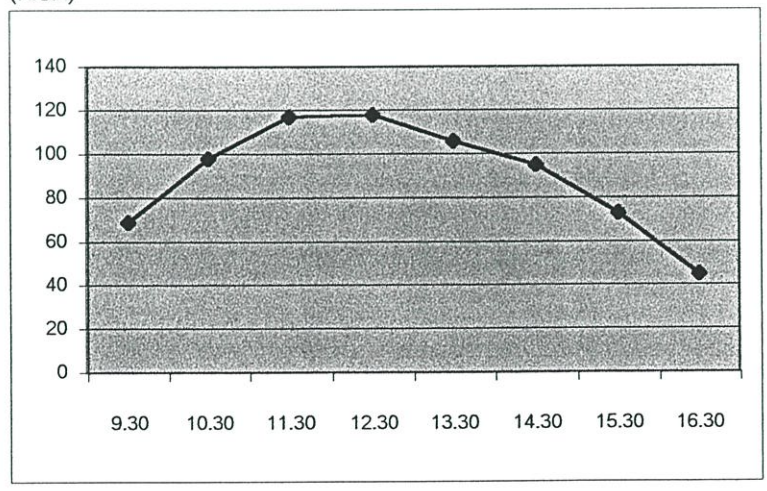
(lux)



ตาราง 5.61 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	69
10.30	98
11.30	117
12.30	118
13.30	106
14.30	95
15.30	73
16.30	45

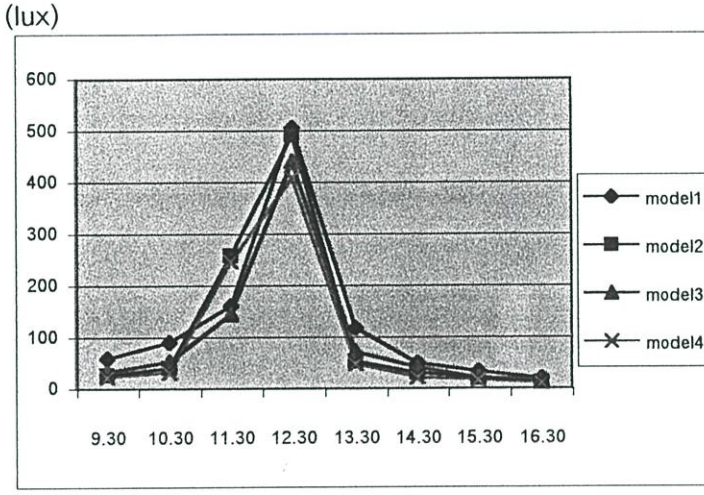
(klux)



การทดลอง วันที่ 26-03-47

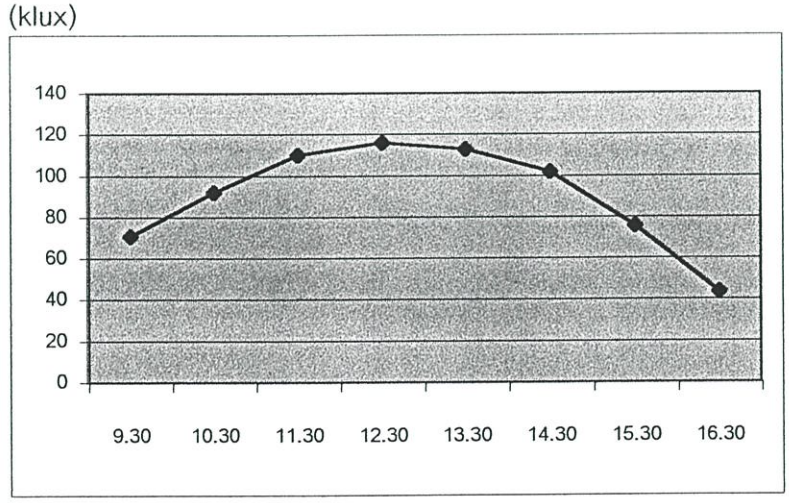
ตาราง 5.62 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	60	27	33	23
10.30	91	41	53	32
11.30	161	259	145	247
12.30	505	492	441	409
13.30	118	53	72	49
14.30	50	31	42	22
15.30	33	22	21	17
16.30	20	12	19	11



ตาราง 5.63 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

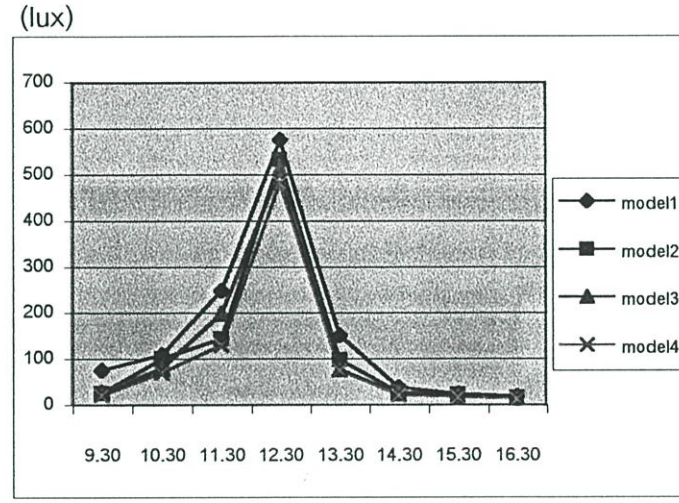
Time	klux
9.30	71
10.30	92
11.30	110
12.30	116
13.30	113
14.30	102
15.30	76
16.30	44



การทดลอง วันที่ 28-03-47

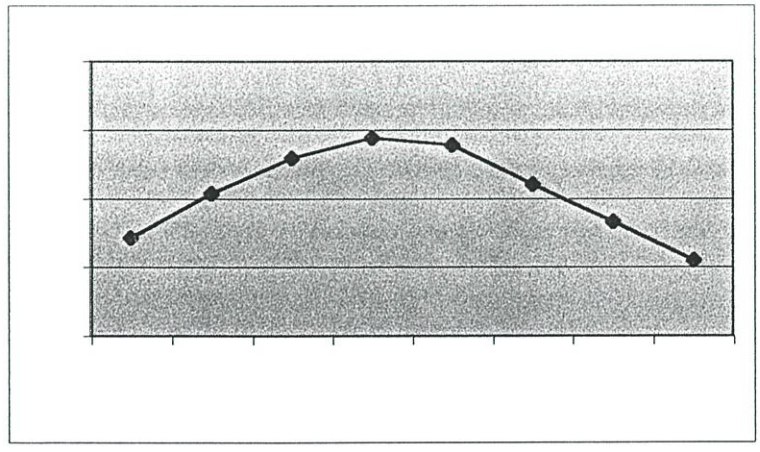
ตาราง 5.64 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	76	27	29	22
10.30	110	102	80	71
11.30	248	145	199	131
12.30	576	534	513	484
13.30	152	99	78	76
14.30	39	29	25	22
15.30	25	23	19	18
16.30	19	16	15	14



ตาราง 5.65 แสดงการวัดค่าความสว่างภายนอก ณ. ระดับ Working Plane (klux)เปรียบเทียบค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	klux
9.30	71
10.30	103
11.30	129
12.30	144
13.30	139
14.30	110
15.30	83
16.30	55



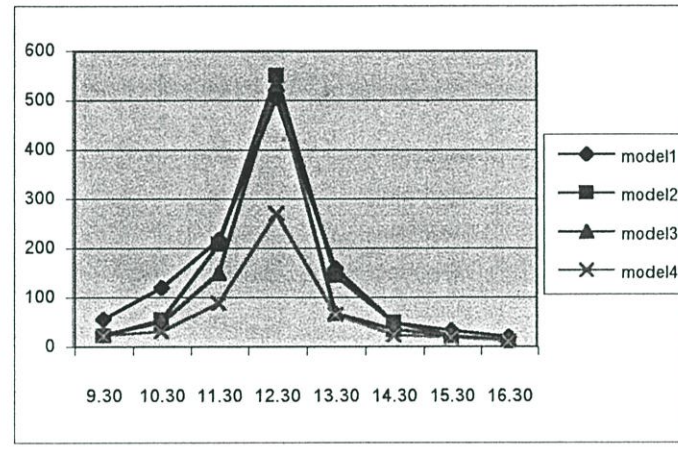
5.7.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดสอบเปรียบเทียบค่าความสว่างจากปล่องนำแสง ความยาวต่างกัน 4 ความยาวเพื่อหาแนวโน้มของค่าความสว่างภายใน โดยทำการวัดหุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการทดสอบเป็นเวลา 5 วัน (ตั้งแต่วันที่ 23-28 /03 / 47) เพื่อสามารถเปรียบเทียบเลือกวันที่มีค่าความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าที่น้อยที่สุดมาพิจารณา เนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทุกสภาพท้องฟ้า ซึ่งได้ทำการเลือกวันที่ 25-03-47 ดูตารางที่ 5.58 และ 5.59

ตาราง 5.60 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux)เปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

Time	model1	model2	model3	model4
9.30	57	24	26	24
10.30	121	56	51	33
11.30	218	209	151	90
12.30	505	551	533	271
13.30	160	145	69	66
14.30	50	51	37	25
15.30	34	24	23	20
16.30	21	11	15	12

(lux)

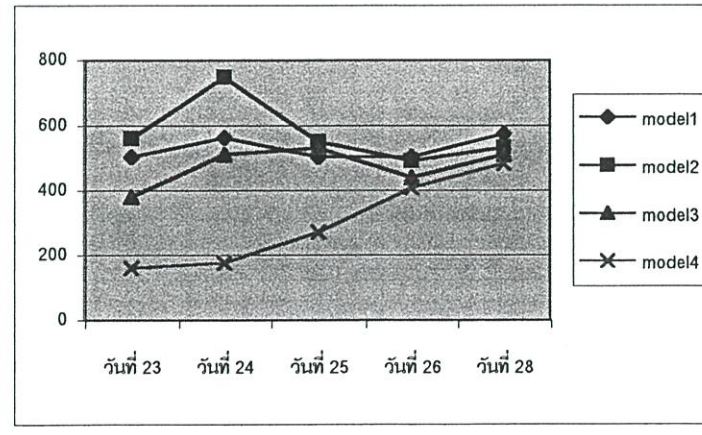


ตาราง 5.66 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน เวลา 12.00 น.เวลาเดียว ณ.ระดับ Working Plane (lux)เพื่อเปรียบเทียบ ค่าความสว่างเมื่อความยาวต่างกัน

ค่าความสว่างภายใน ณ.12.00 น. (lux)

Date	model1	model2	model3	model4
วันที่ 23	505	561	383	161
วันที่ 24	564	749	513	178
วันที่ 25	505	551	533	271
วันที่ 26	505	492	441	409
วันที่ 28	576	534	513	484

(lux)



จากผลการทดสอบวันที่ 25–03-47 พอจะวิเคราะห์ได้ดังนี้

- จากกราฟ 5.66 สังเกตว่าค่าความสว่างจะลดลงตามลำดับความยาว แต่ปริมาณความสว่างที่ลดขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้า แต่ในช่วงความยาว 60 – 100 ซม. ให้ค่าความสว่างภายในต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่ความยาวที่ 120 cm. ให้ค่าความสว่างภายในต่ำที่สุด ซึ่งเป็นในทุกการทดลองตลอด 5 วัน

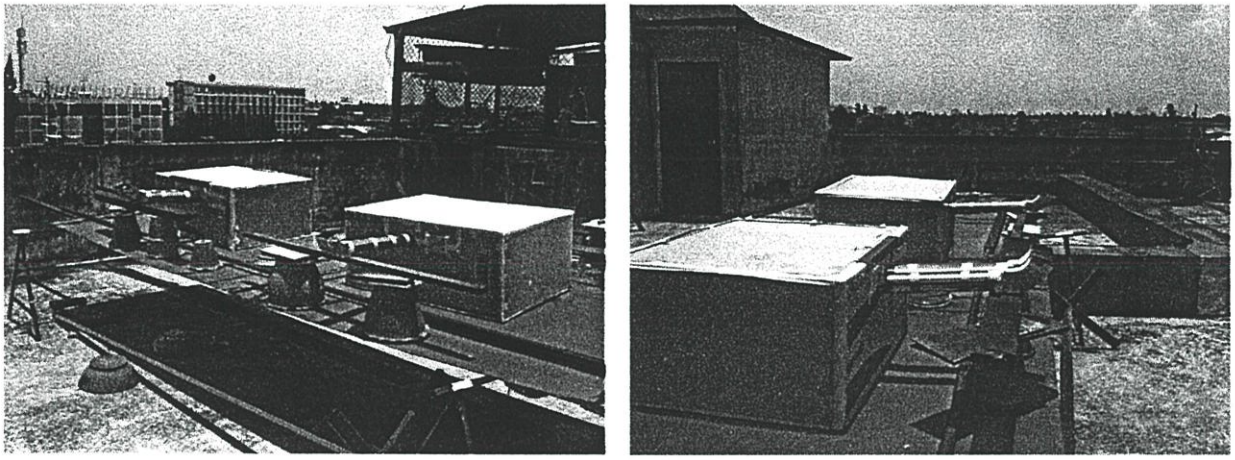
- จากผลการทดลอง(กราฟ 5.60)กราฟมีลักษณะรูปภูเขา มีค่าความสว่างสูงในช่วง 11.30 - 13.30 น. ในหุ่นจำลองทุกตัวถึงแม้ว่าความยาวต่างกัน

- ความยาวของปล่องนำแสงมีผลต่อการนำแสงเข้าสู่ภายใน แต่ปริมาณแสงสว่างที่ลดลงขึ้นอยู่กับหลายตัวแปร ซึ่งสภาพท้องฟ้าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แสงสว่างจากการนำแสง โดยปล่องนำแสงนั้นลดลง ในปริมาณไม่เท่ากัน

5.8 การทดลองเพื่อหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 1 ปล่อง

5.8.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อศึกษาหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสง ของปล่องจำนวน 1 ปล่อง โดยมีการเปรียบเทียบค่าความสว่าง กับการนำแสงแบบ 2 ปล่อง เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบความสว่าง แล้วนำไปศึกษารูปแบบการจัดวางปล่องนำแสงภายในอาคารต่อไป



รูปที่ 5.12 แสดงหุ่นจำลองเปรียบเทียบและศึกษา ขอบเขตความสว่างของการจัดวางปล่องแบบ 1 ปล่อง และ 2 ปล่อง ตามลำดับ

5.8.4 วิธีและเงื่อนไขการทดสอบ

- หุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการวัดโดยหันทางทิศใต้ จำนวน 1 ตัว
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ทำจากแสตนเลสค่าการสะท้อนแสง60 % ยาว 60ซม.
- ห้องขนาด 80 ซม X 60 ซม. สูง 35 ซม. ปล่องสูงระดับ 30 ซม.
- ปากปล่องรับแสงหน้าตัด สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 5X5 ซม. โค้ง 90 องศา ทำจากแสตนเลสเงา มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 60 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา) ที่ระดับ Working Plane

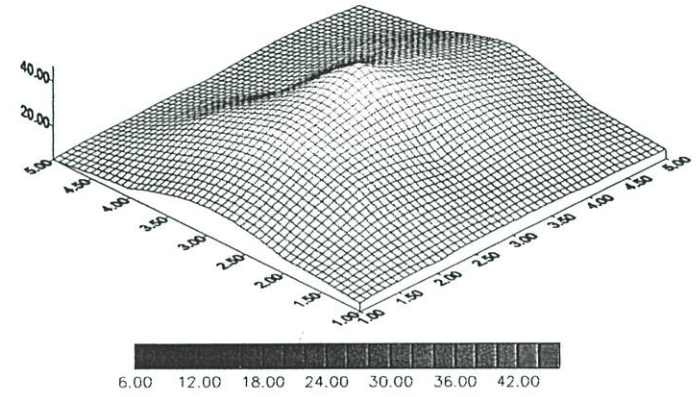
5.8.3 การทดลองเพื่อหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 1 ปล่อง

การทดลอง วันที่ 16-04-47

ตาราง 5.67 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

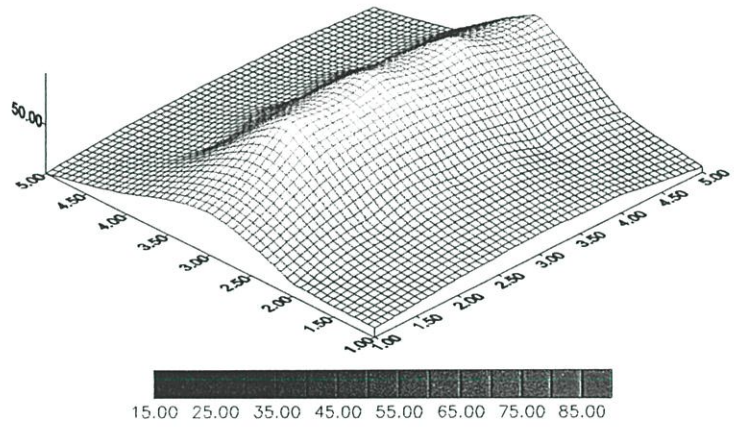
เวลา 9.30 วัดภายใน (lux)

9	12	22	11	5
10	24	33	21	8
11	22	**48**	18	6
10	27	36	24	6
9	12	18	9	5



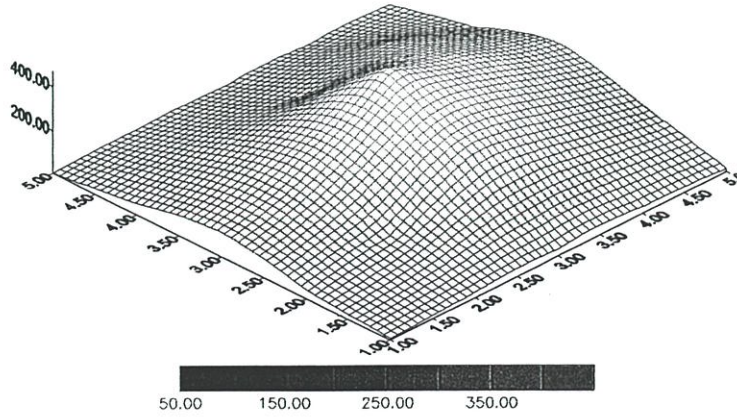
เวลา 10.30 วัดภายใน (lux)

16	28	71	28	13
26	32	86	30	18
28	42	**92**	36	19
25	35	88	32	17
19	22	45	28	12



เวลา 11.30 วัดภายใน (lux)

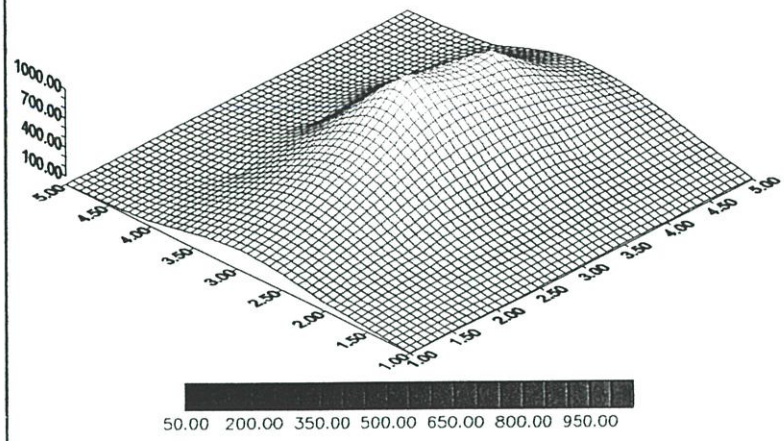
22	127	222	96	11
38	222	348	222	15
38	302	**483**	169	15
35	116	260	152	16
17	48	123	59	10



ตาราง 5.67 (ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

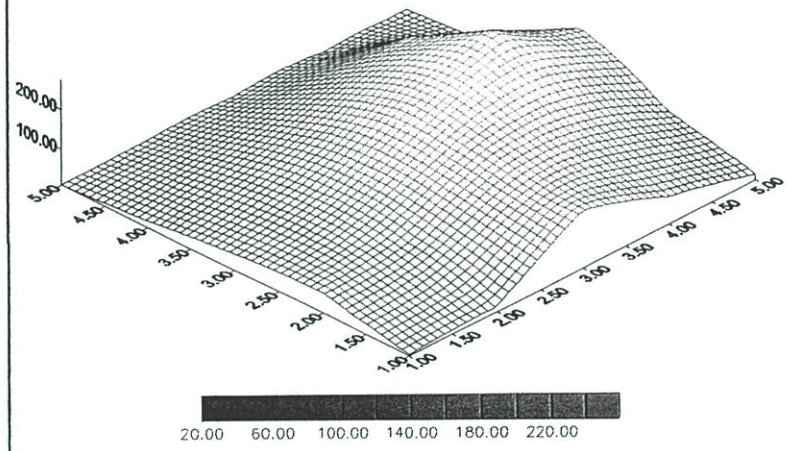
เวลา 12.30 วัดภายใน (lux)

23	264	368	90	17
28	272	936	177	21
29	286	1134	223	22
23	209	539	112	19
19	100	231	69	17



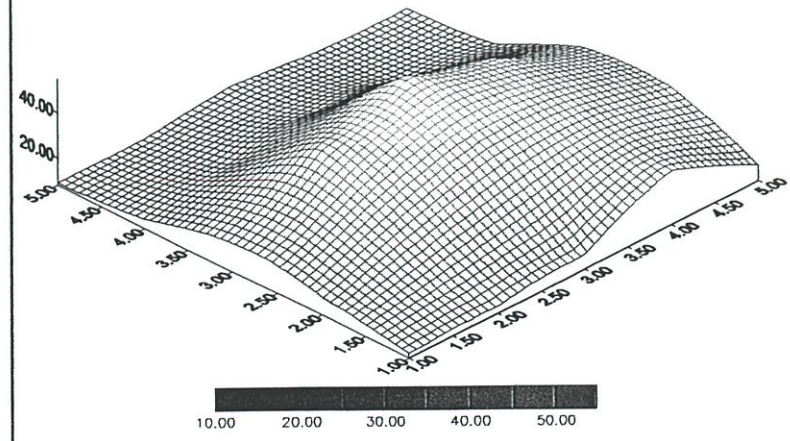
เวลา 13.30 วัดภายใน (lux)

25	78	177	23	12
78	164	280	159	12
153	174	199	120	12
25	83	100	67	13
15	63	54	28	11



เวลา 14.30 วัดภายใน (lux)

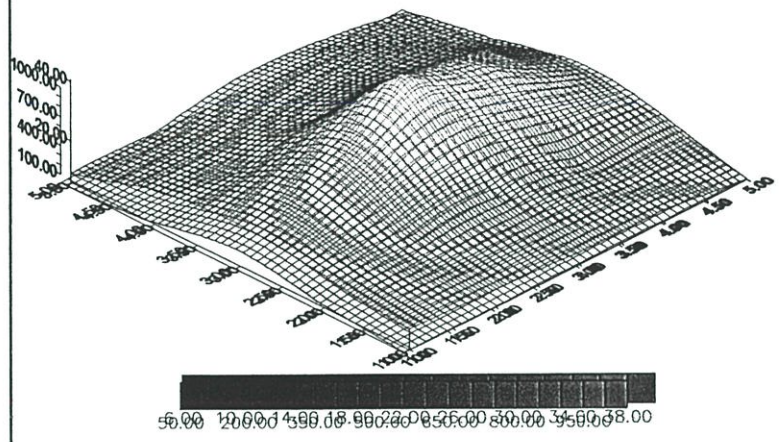
15	31	29	11	8
32	40	44	14	9
14	41	56	21	13
11	30	44	17	9
10	16	21	12	9



ตาราง 5.67 (ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

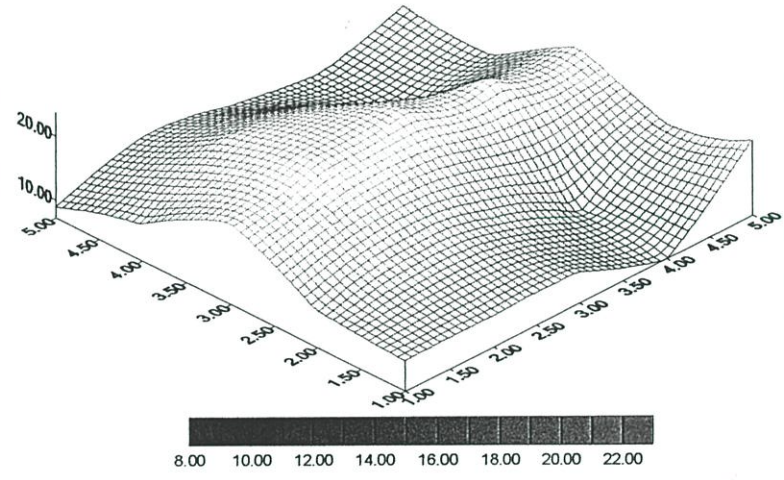
เวลา 15.30 วัดภายใน (lux)

6	12	16	11	6
10	11	30	21	11
10	18	42	22	13
12	16	28	19	8
13	17	20	18	9



เวลา 16.30 วัดภายใน (Lux)

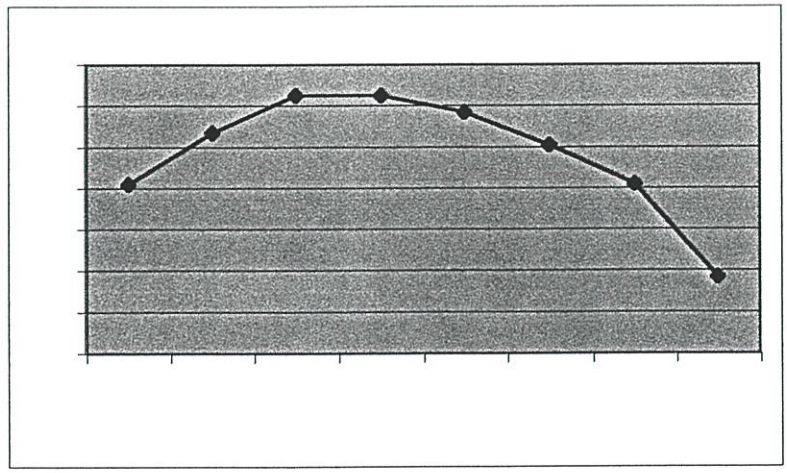
19	15	20	12	13
7	8	22	9	9
12	14	24	18	11
12	16	23	20	13
12	13	20	13	9



กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 16-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	(klux)
9.30	82
10.30	107
11.30	125
12.30	125
13.30	117
14.30	101
15.30	82
16.30	37

(klux)

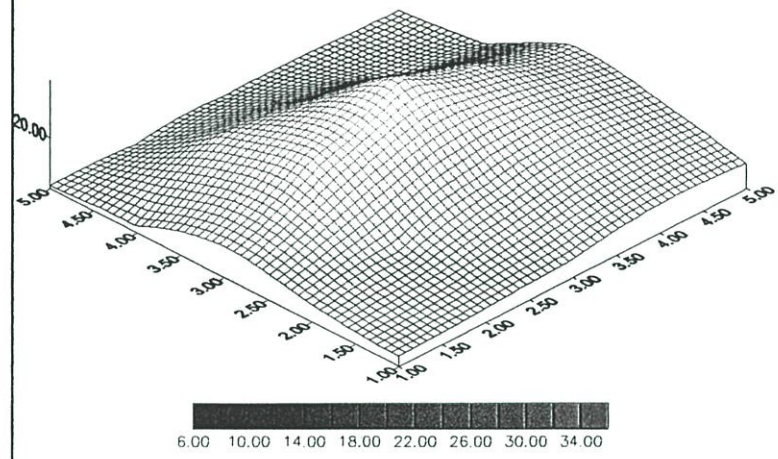


การทดลอง วันที่ 17-04-47

ตาราง 5.68 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

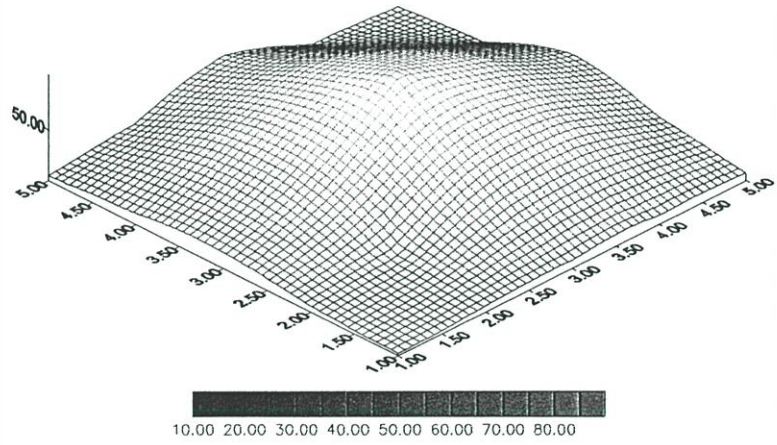
เวลา 9.30 วัดภายใน (lux)

13	18	21	9	6
14	22	28	12	7
11	20	37	19	7
10	14	28	21	6
9	11	15	8	7



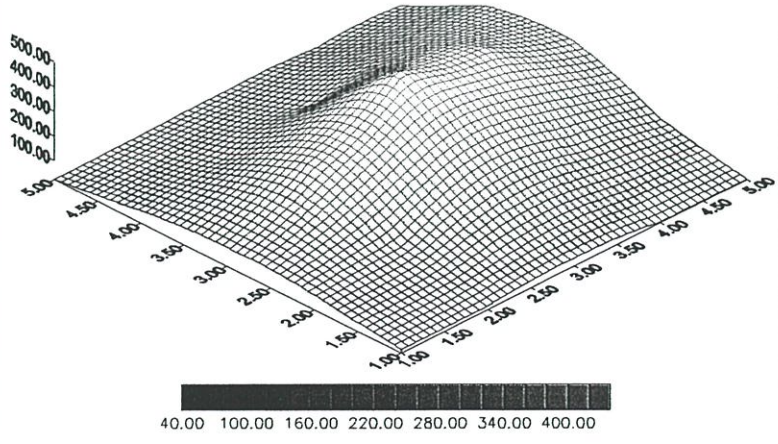
เวลา 10.30 วัดภายใน (lux)

16	26	42	16	10
17	53	72	47	14
16	54	96	68	40
15	22	51	49	21
12	15	23	19	14



เวลา 11.30 วัดภายใน (lux)

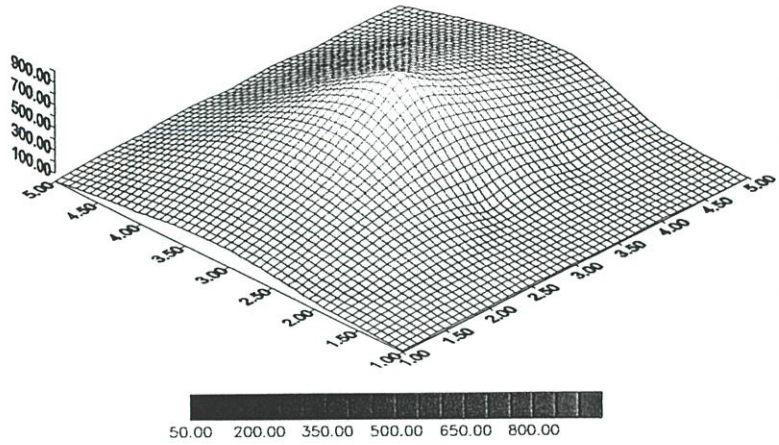
23	96	236	201	25
24	170	378	220	26
53	236	462	154	33
38	110	269	110	28
38	85	100	75	22



ตาราง 5.68 (ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

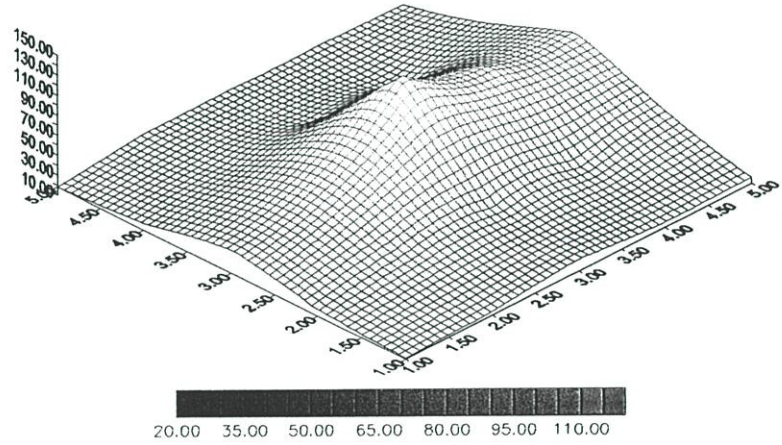
เวลา 12.30 วัดภายใน (lux)

26	83	350	250	35
46	110	599	444	38
41	136	**983**	503	55
43	240	422	382	49
39	87	183	128	30



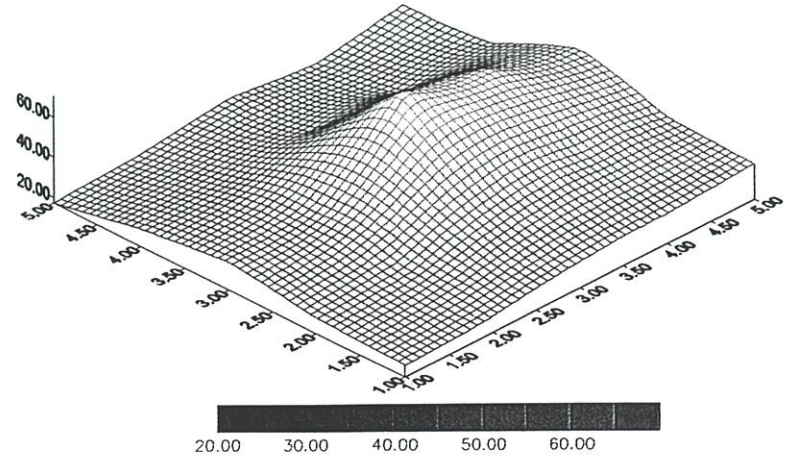
เวลา 13.30 วัดภายใน (lux)

24	49	82	49	25
23	35	92	29	27
30	40	**129**	39	28
22	39	65	35	27
19	25	42	25	18



เวลา 14.30 วัดภายใน (lux)

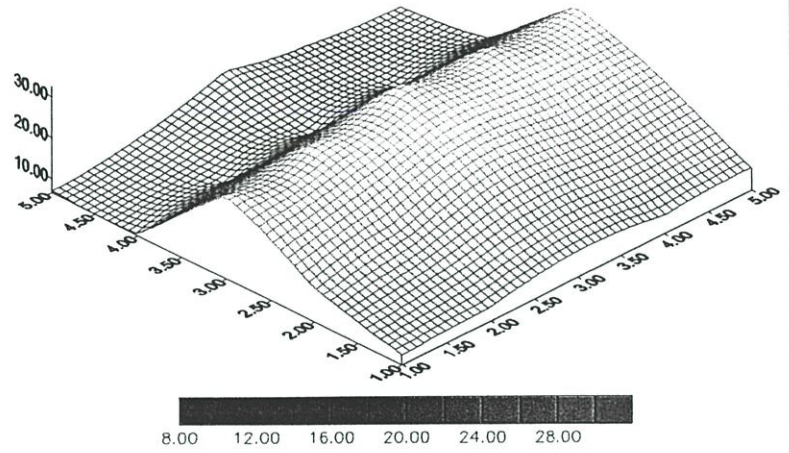
35	37	49	30	28
32	41	61	28	20
30	42	**72**	31	25
25	29	35	28	19
23	25	31	26	17



ตาราง 5.68 (ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

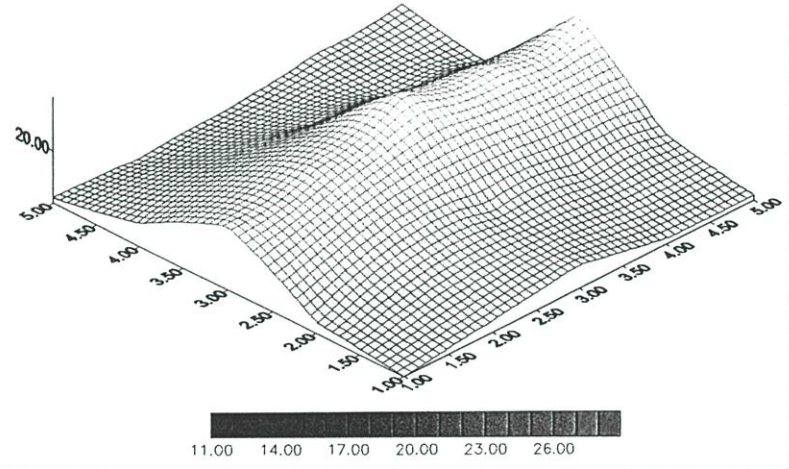
เวลา 15.30 วัดภายใน (lux)

12	23	30	12	9
11	22	31	11	11
13	25	33	10	15
10	19	29	9	9
9	15	27	7	7



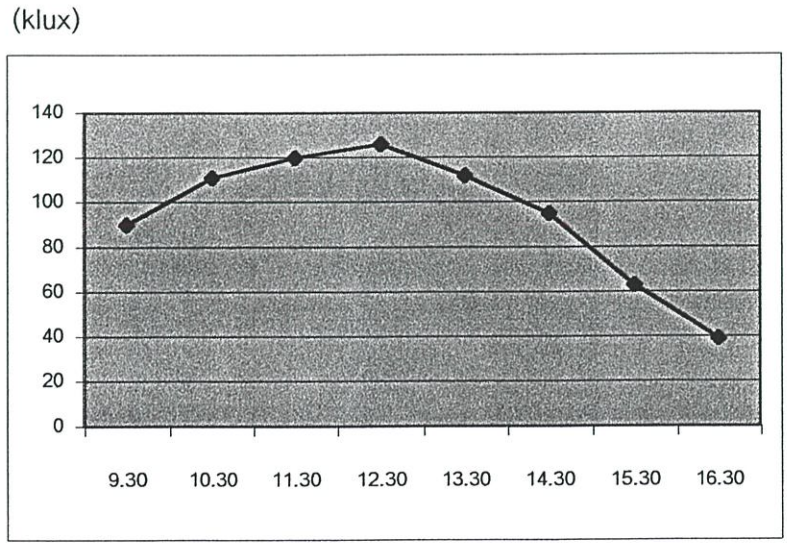
เวลา 16.30 วัดภายใน (lux)

12	15	28	12	15
12	16	27	14	14
15	17	30	17	12
13	18	25	18	11
11	13	22	15	12



กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 17-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	(klux)
9.30	90
10.30	111
11.30	120
12.30	126
13.30	112
14.30	95
15.30	63
16.30	39

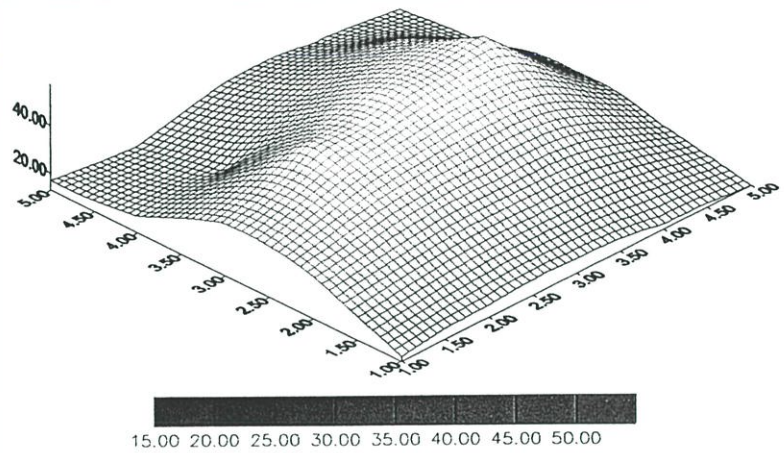


การทดลอง วันที่ 23-04-47

ตาราง 5.69 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

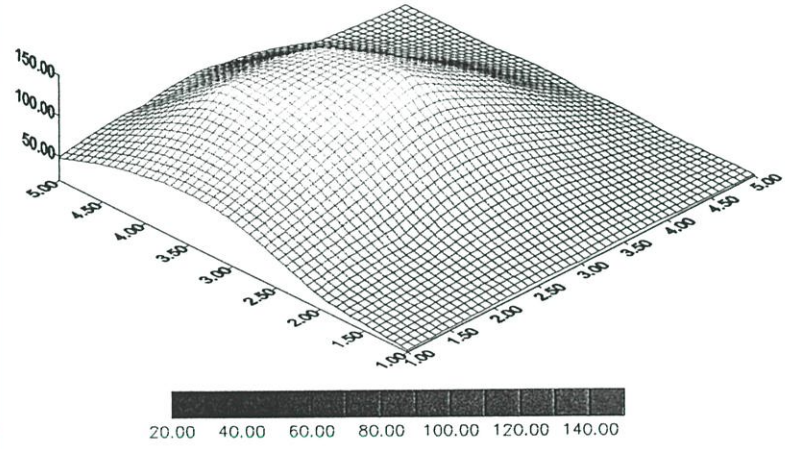
เวลา 9.30 วัดภายใน (lux)

13	20	25	18	15
15	36	58	39	19
19	38	55	35	21
18	37	50	21	13
15	31	35	20	17



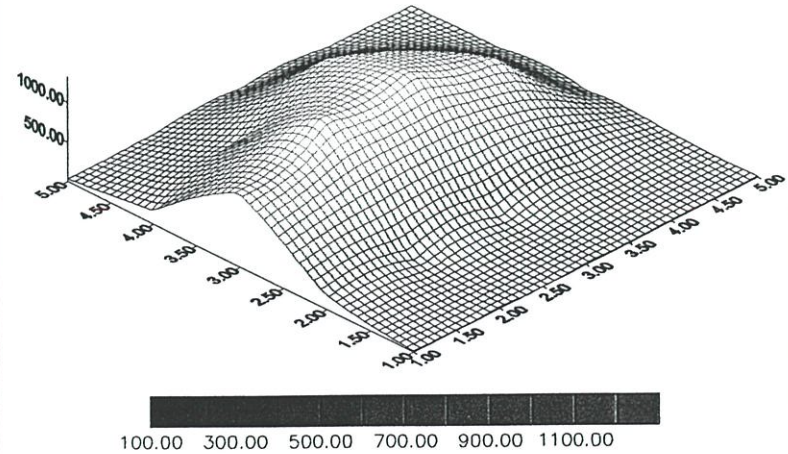
เวลา 10.30 วัดภายใน (lux)

23	20	21	20	20
24	46	90	62	29
24	69	152	129	59
25	48	114	140	59
23	36	78	78	48



เวลา 11.30 วัดภายใน (lux)

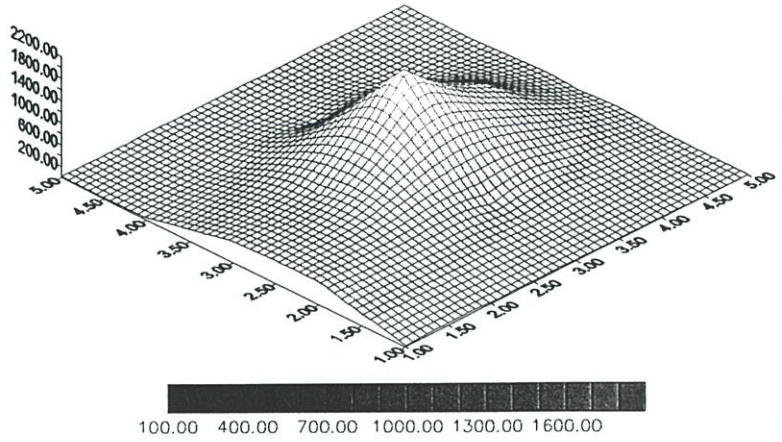
24	28	34	32	27
26	127	978	562	40
29	96	1340	995	72
29	108	1339	512	54
29	189	943	183	46



ตาราง 5.69(ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

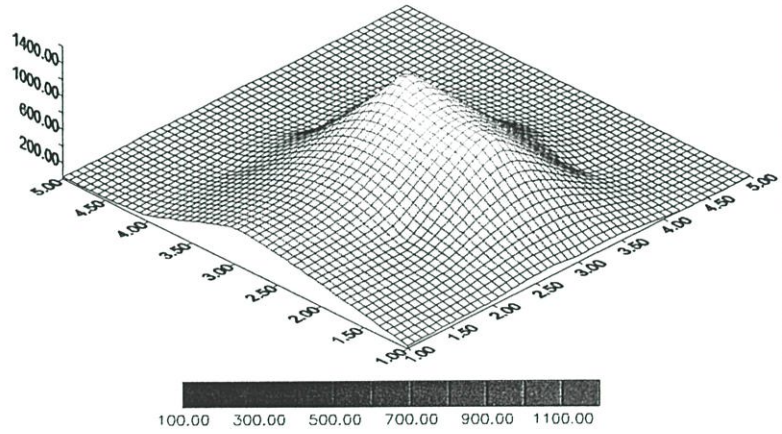
เวลา 12.30 วัดภายใน (lux)

21	29	34	32	26
34	247	902	117	34
43	305	1799	223	44
44	408	504	118	37
45	439	406	56	32



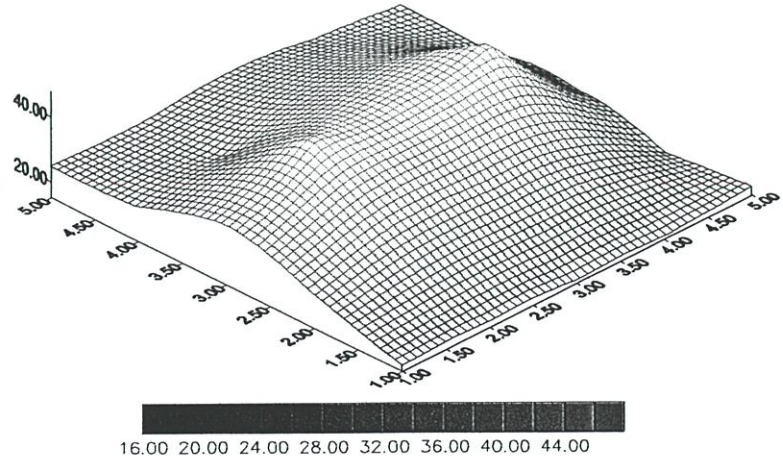
เวลา 13.30 วัดภายใน (lux)

22	23	25	24	22
28	87	198	27	24
78	1016	1301	92	37
63	304	590	94	35
44	292	457	74	34



เวลา 14.30 วัดภายใน (lux)

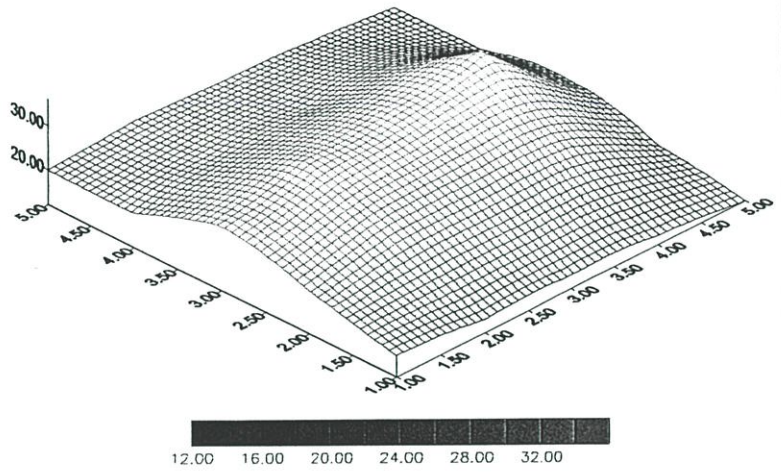
18	15	21	19	20
16	28	49	33	23
16	31	45	35	26
17	32	47	28	24
17	26	34	26	25



ตาราง 5.69(ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

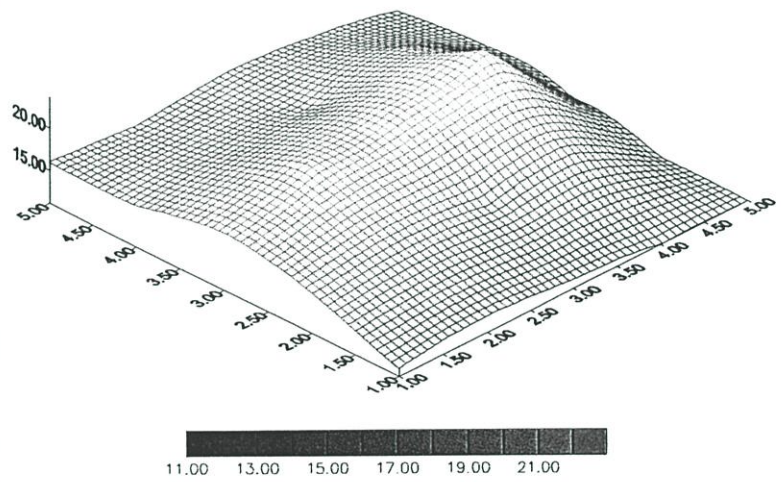
เวลา 15.30 วัดภายใน (lux)

12	15	20	17	17
14	25	37	25	19
15	26	33	24	20
15	26	32	23	21
17	22	27	20	20



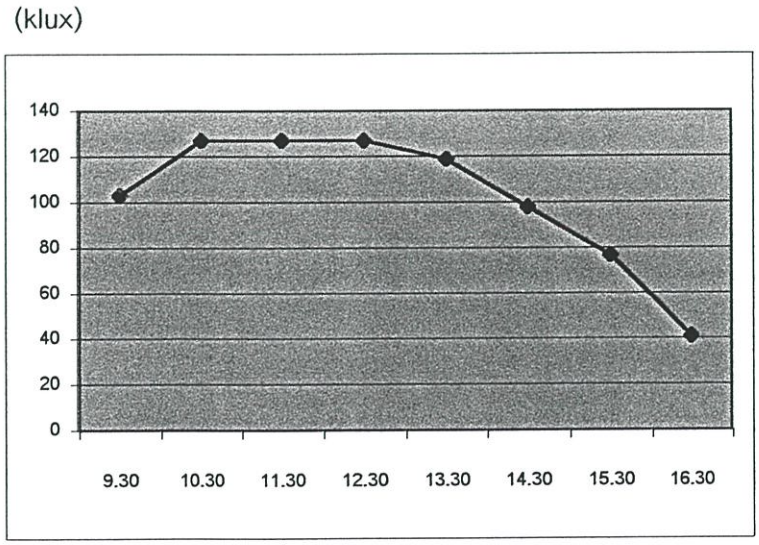
เวลา 16.30 วัดภายใน (lux)

11	11	13	14	13
11	17	24	19	15
12	16	22	17	16
13	17	21	17	15
12	16	18	16	16



กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 23-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	(klux)
9.30	103
10.30	127
11.30	127
12.30	127
13.30	119
14.30	98
15.30	77
16.30	41

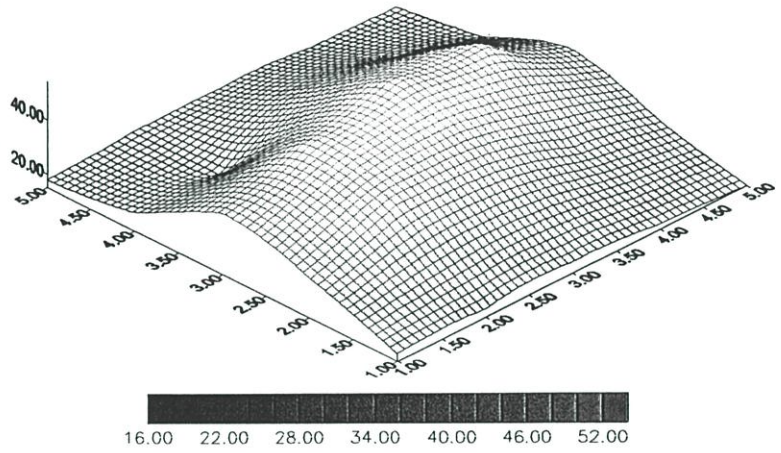


การทดลอง วันที่ 26-04-47

ตาราง 5.70 แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

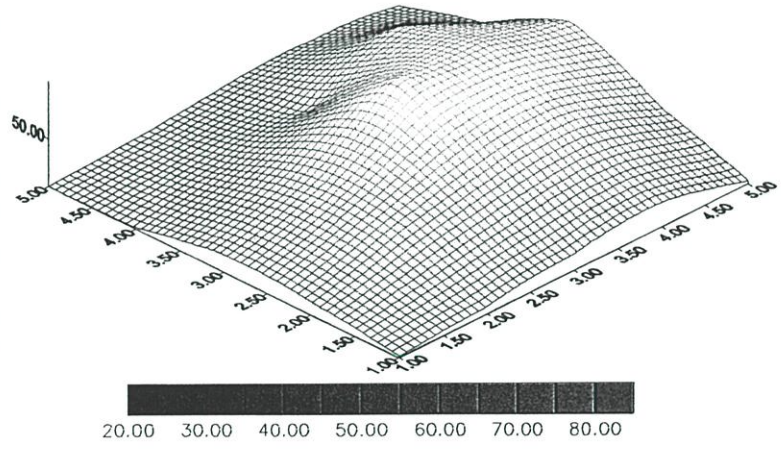
เวลา 9.30 วัดภายใน (lux)

15	23	34	22	17
17	30	52	31	18
19	40	55	35	20
18	42	48	20	20
18	30	38	22	18



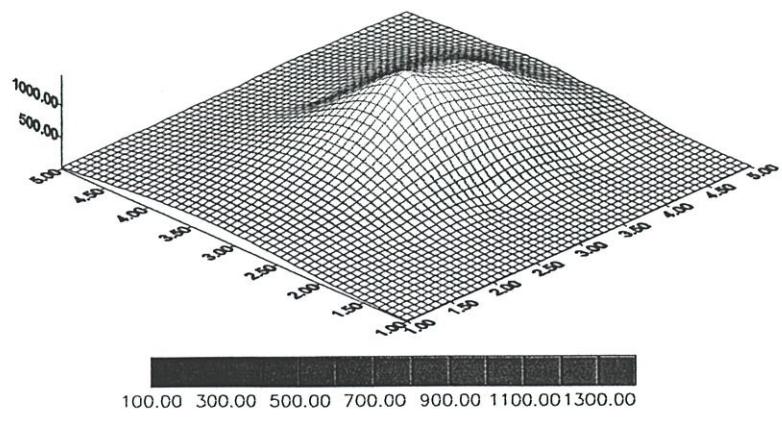
เวลา 10.30 วัดภายใน (lux)

20	41	70	40	23
35	63	85	67	28
29	59	90	40	27
23	46	49	31	21
19	27	30	19	18



เวลา 11.30 วัดภายใน (lux)

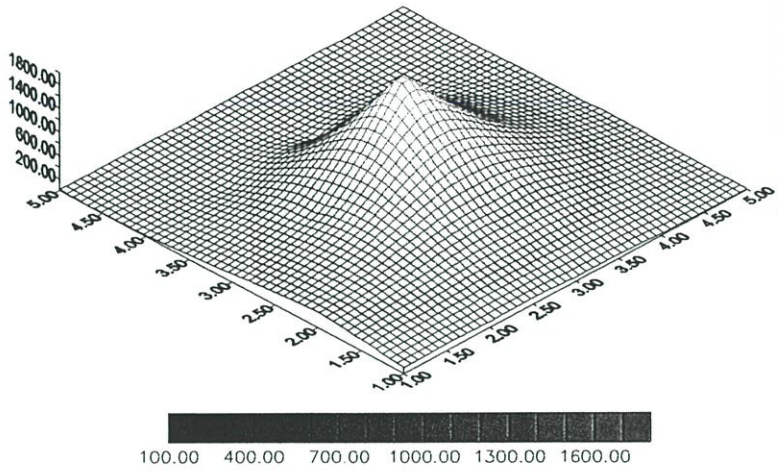
25	31	155	117	31
25	61	1026	525	69
26	69	1530	460	56
25	93	485	348	39
23	85	189	162	36



ตาราง 5.70(ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

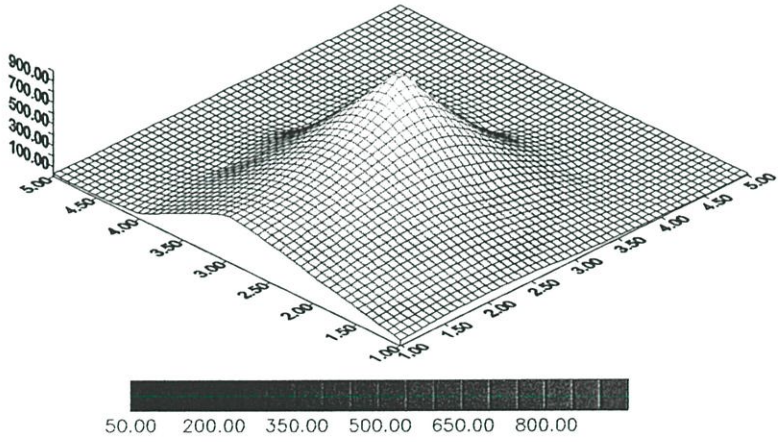
เวลา 12.30 วัดภายใน (lux)

21	25	26	23	24
36	325	543	47	24
76	590	1710	101	33
100	460	432	46	31
110	284	150	35	27



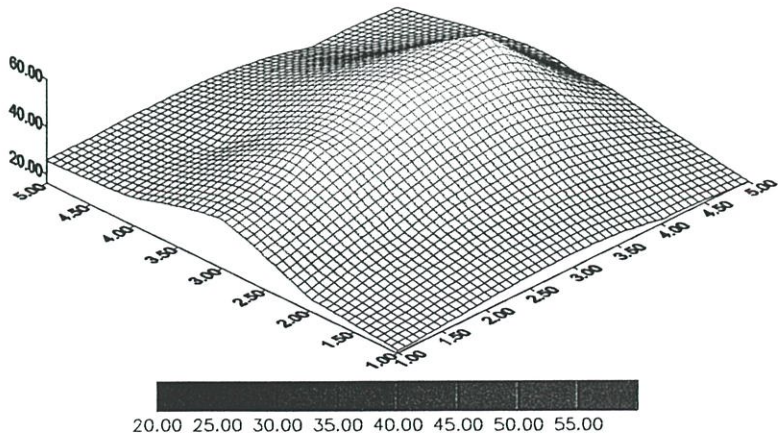
เวลา 13.30 วัดภายใน (lux)

26	27	27	26	25
27	28	27	25	25
52	268	1015	61	34
95	380	575	87	34
54	259	443	55	33



เวลา 14.30 วัดภายใน (lux)

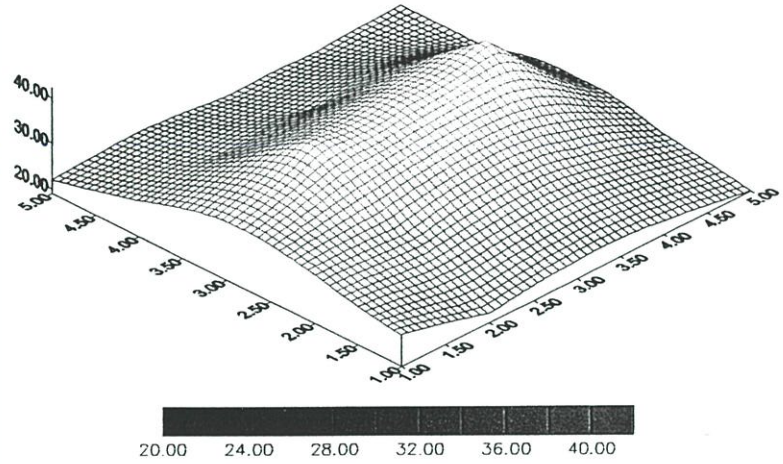
16	22	27	26	18
18	36	61	36	19
22	38	59	42	26
20	30	50	31	27
17	21	37	28	26



ตาราง 5.70(ต่อ) แสดงการวัดค่าความสว่างภายใน ณ. ระดับ Working Plane (lux) ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 น.

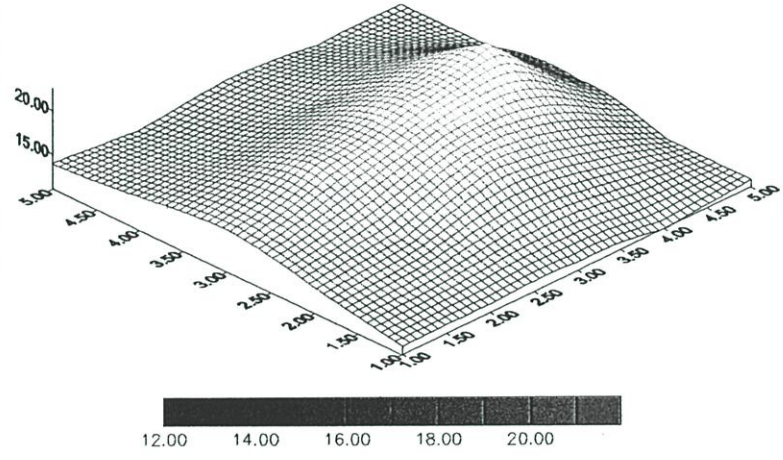
เวลา 15.30 วัดภายใน (lux)

19	22	25	22	22
22	29	43	29	21
23	32	40	28	21
21	29	40	28	23
26	30	32	27	22



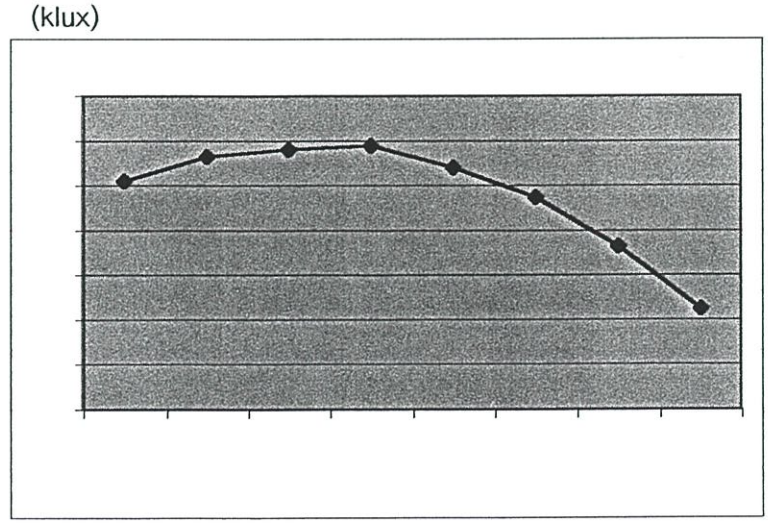
เวลา 16.30 วัดภายใน (lux)

12	12	14	13	13
11	16	23	17	13
12	18	21	16	14
12	15	19	15	13
12	14	16	15	14



กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 26-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	(kluk)
9.30	102
10.30	113
11.30	116
12.30	118
13.30	108
14.30	95
15.30	73
16.30	45



5.8.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดสอบเพื่อหาขอบเขตความสว่าง ของปล่องนำแสงในรูปแบบและวัสดุที่ได้ทำการทดลองเบื้องต้น แล้วนำผลที่ดีที่สุดในการทดสอบมาเป็นรูปแบบที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ โดยทำการวัดหุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการทดสอบเป็นเวลา 4 วัน (วันที่ 16 ,17 , 23 , 26 /04 / 47) เพื่อสามารถเปรียบเทียบเลือกวันที่มีค่าความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าที่น้อยที่สุดมาพิจารณา และ เปรียบเทียบค่าความสว่าง กับ การจัดวางปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่อง เพื่อศึกษาหารูปแบบที่ดีที่สุดในการนำไปใช้กับอาคารเรียนต่อไป และเนื่องจากข้อจำกัดของการวิจัยจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทุกสภาพท้องฟ้า ซึ่งได้ทำการเลือกวันที่ 26-04-47 แต่ก่อนนำมาวิเคราะห์ ต้องทำการแปลงค่าความสว่างจากหุ่นจำลองขนาด 1:10 เป็นหุ่นจำลองขนาด 1:1

การแปลงค่าความสว่างจากหุ่นจำลองขนาด 1:10 เป็นหุ่นจำลองขนาด 1:1 โดยใช้แสตนเลสเป็นวัสดุสะท้อนแสงในรูปแบบหน้าตัดวงกลม ในเงื่อนไขสภาพท้องฟ้าและตำแหน่งดวงอาทิตย์แบบเดียวกับวันที่เป็นตัวแปร (โดยค่าทั้งหมดเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ)ได้ดังนี้

<u>การคำนวณ</u>

(ตัวแปรของขนาดหุ่นจำลอง X ตัวแปรของวัสดุสะท้อนแสง X ตัวแปรของรูปแบบหน้าตัด)
= ตัวแปร คงที่ ณ. เวลานั้น ในสภาพเงื่อนไขท้องฟ้าที่กำหนด (A1)

วิธีการคำนวณคือ

(A1) x (ค่าความสว่างภายใน ณ. เวลาเดียวกัน) = ค่าความสว่างจริงในหุ่นจำลองขนาด 1:1 ณ.เวลานั้น

ตารางที่ 5.71 แสดงค่าคงที่ความต่างของความสว่างภายใน เนื่องจาก ขนาด (Scale Effect) , วัสดุสะท้อนแสง และรูปแบบหน้าตัดที่เปลี่ยนไป เพื่อนำไปเปรียบเทียบ แปลงเป็น Model 1:1

เวลา	ขนาด	วัสดุ	รูปแบบ(วงกลม)	ค่าตัวแปรที่ได้
9.30	2.5	1.8	2.93	13.18
10.30	1.86	1.45	2.31	6.23
11.30	1.14	1.72	2.76	5.41
12.30	3.16	3.02	6.05	57.73
13.30	2.83	2.45	4.47	30.99
14.30	1.71	2.68	3.11	14.25
15.30	4	1.67	1.62	10.82
16.30	5	1.62	1.53	12.39

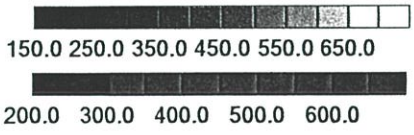
จากผลการทดสอบวันที่ 26–04-47 พอจะวิเคราะห์ได้ดังนี้

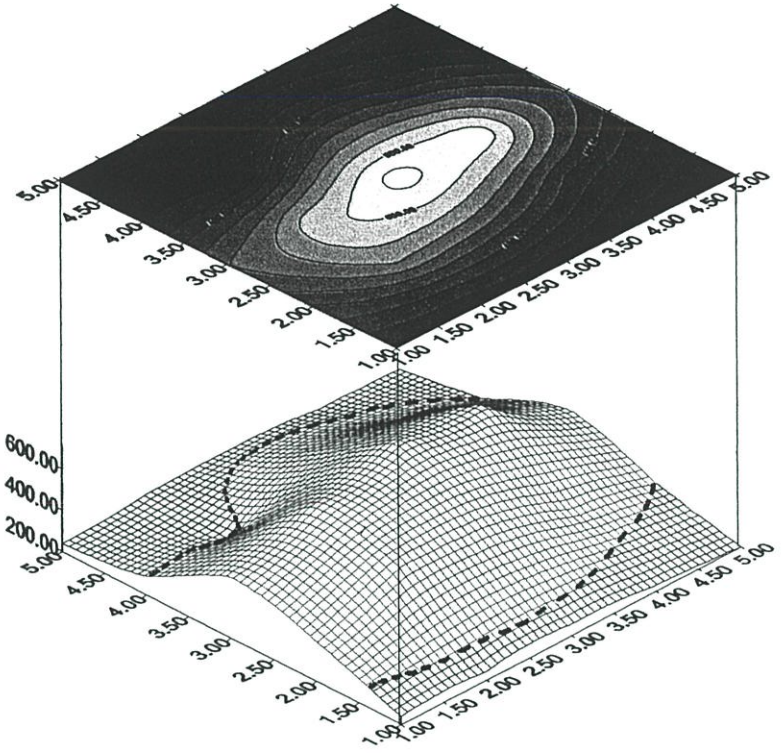
ผลจากการคูณค่าคงที่เปรียบเทียบขนาด,รูปแบบและวัสดุแล้วได้ค่าดังนี้

ตารางที่ 5.72 ตารางแสดงค่าความสว่างภายในเมื่อเปรียบเทียบค่าคงที่ ตามตาราง5.71แล้ว

9.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 13.18

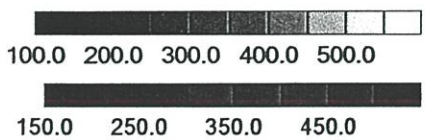
198	303	448	290	224
224	395	685	409	237
250	527	**725**	461	264
237	554	633	264	264
237	395	501	290	237

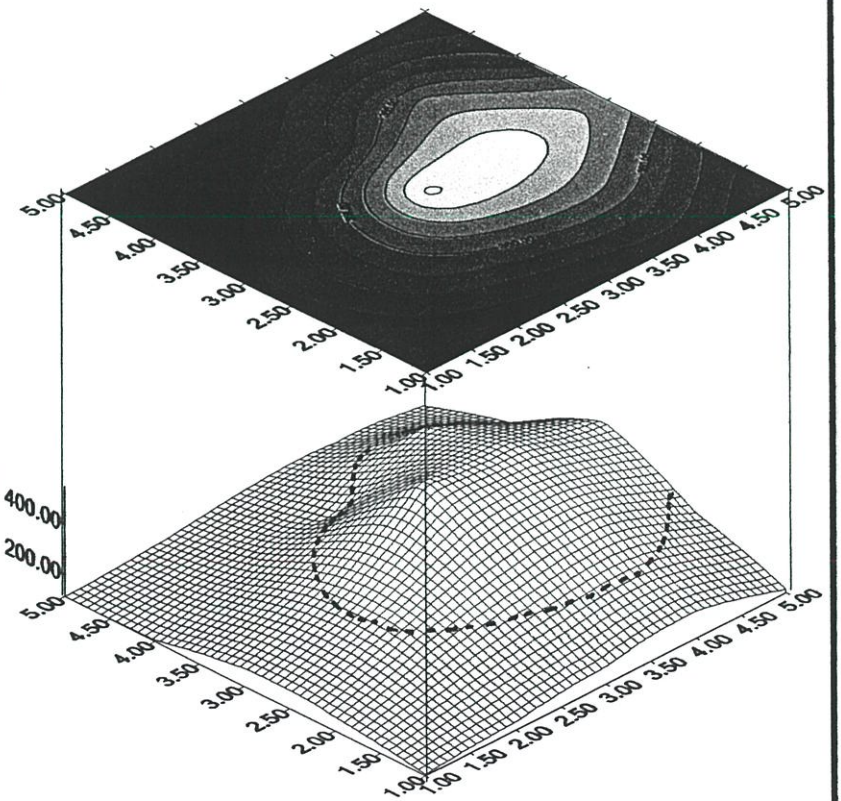




10.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 6.23

124.6	255.4	436.1	249.2	143.3
218.1	392.5	529.6	417.4	174.4
180.7	367.6	**560.7**	249.2	168.2
143.3	286.6	305.3	193.1	130.8
118.4	168.2	186.9	118.4	112.1

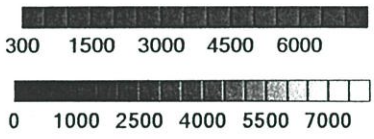


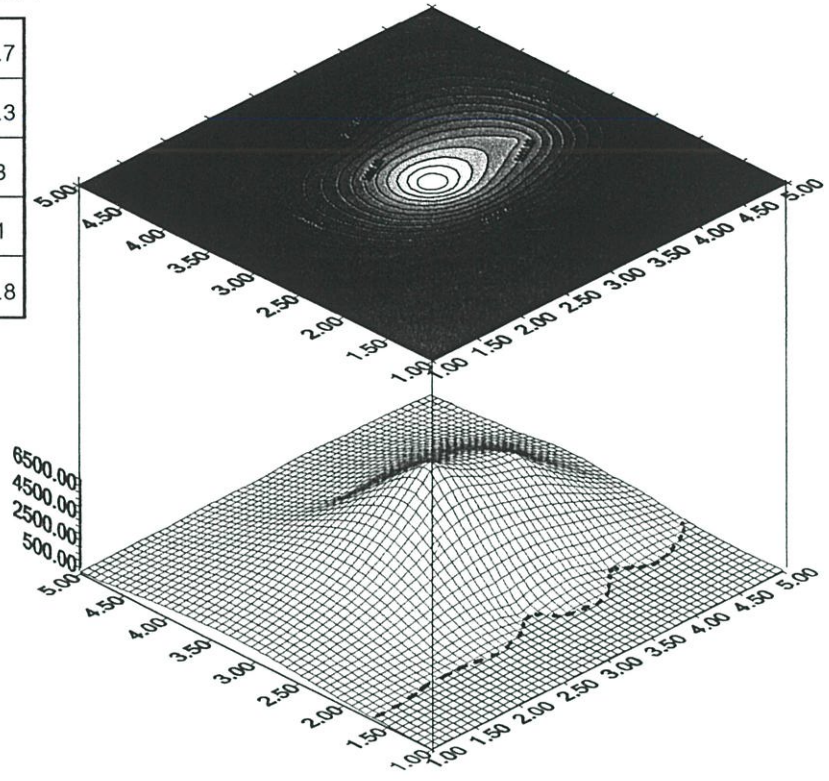


ตารางที่ 5.72(ต่อ) ตารางแสดงค่าความสว่างภายในเมื่อเปรียบเทียบค่าคงที่ตามตาราง5.71แล้ว

11.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 5.41

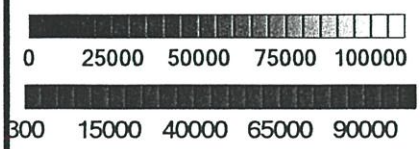
135.3	167.7	838.6	633	167.7
135.3	330	5551	2840	373.3
140.7	373.3	8277	2489	303
135.3	503.1	2624	1883	211
124.4	459.9	1022	876.4	194.8

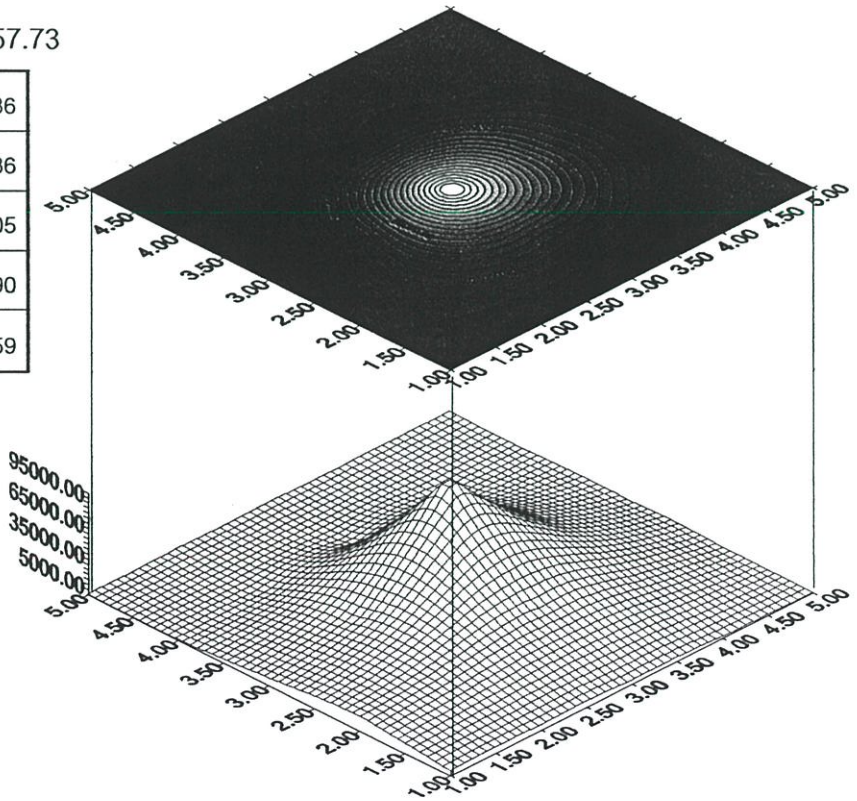




12.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 57.73

1212	1443	1501	1328	1386
2078	18762	31347	2713	1386
4387	34060	115402	5831	1905
5773	26555	24939	2656	1790
6350	16395	8660	2021	1559





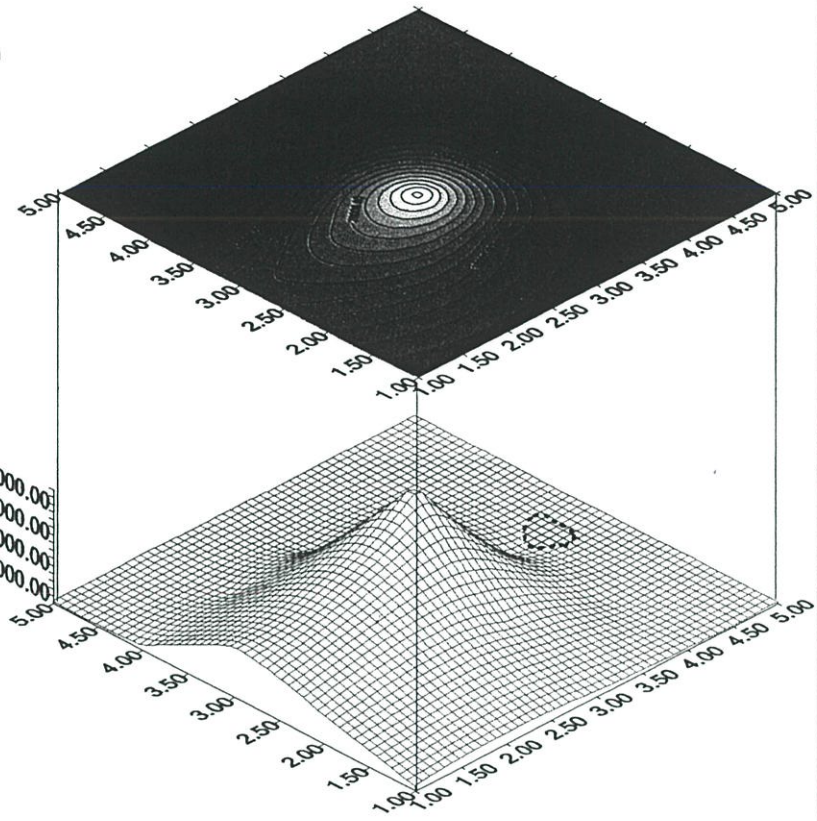
ตารางที่ 5.72(ต่อ) ตารางแสดงค่าความสว่างภายในเมื่อเปรียบเทียบค่าคงที่ตามตาราง5.71แล้ว

13.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 30.99

805.7	836.7	836.7	805.7	774.8
836.7	867.7	836.7	774.8	774.8
1611	8305	**31454**	1890	1054
2944	11776	17819	2696	1054
1673	8026	13728	1704	1023

0 2000 10000 18000 26000

300 4000 12000 20000 28000

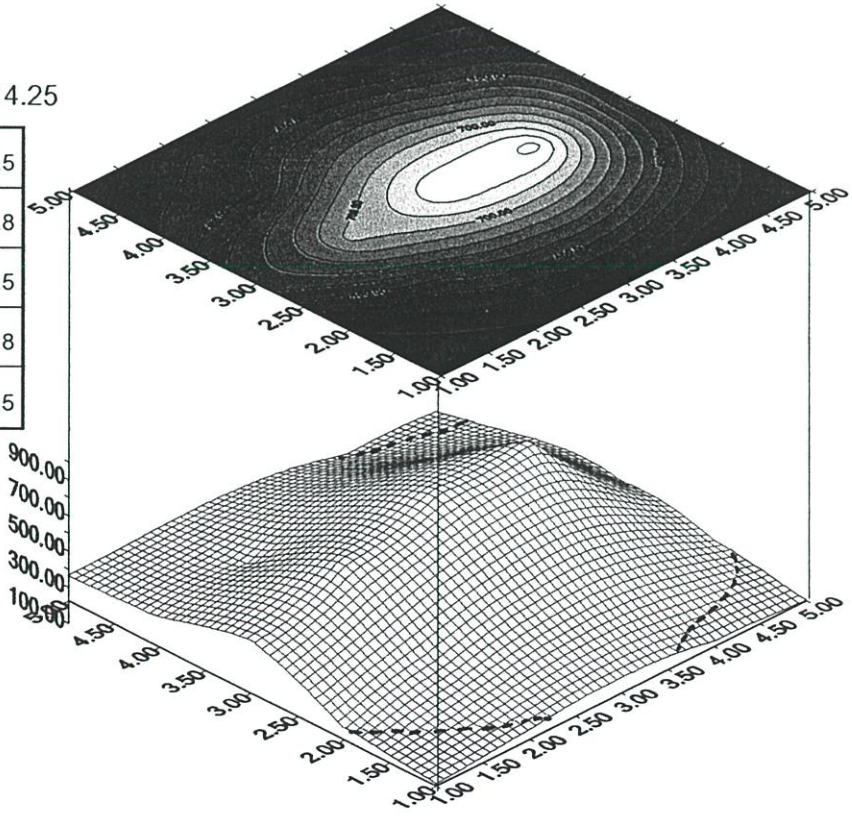


14.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 14.25

228	313.5	384.8	370.5	256.5
256.5	513	869.3	513	270.8
313.5	541.5	**840.8**	598.5	370.5
285	427.5	712.5	441.8	384.8
242.3	299.3	527.3	399	370.5

200 300 400 500 600 700 800

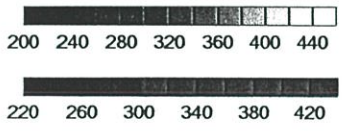
250 350 450 550 650 750

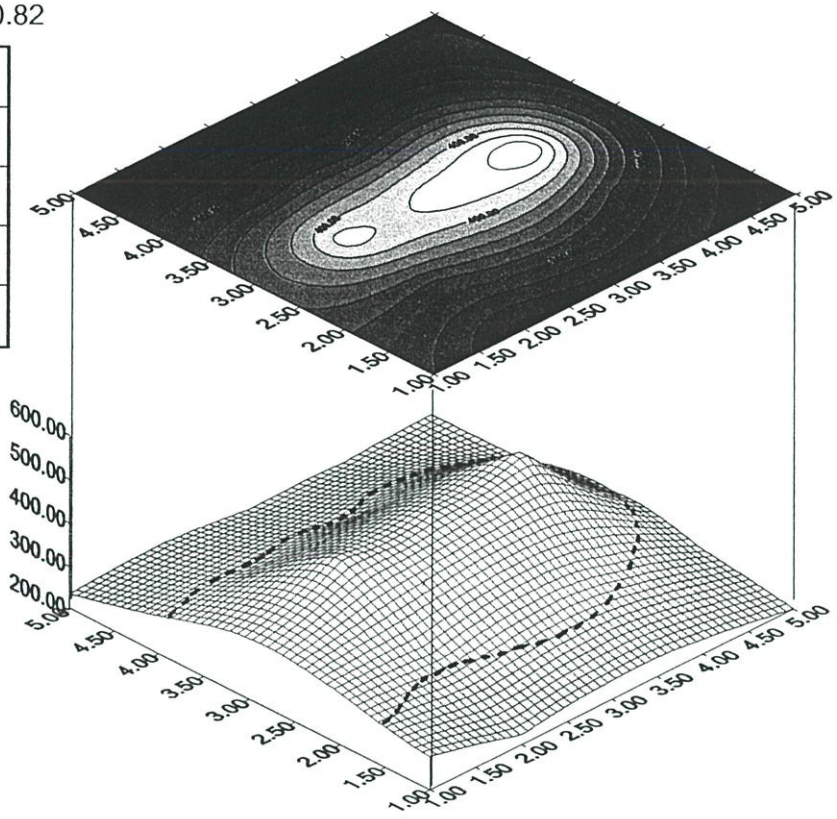


ตารางที่ 5.72(ต่อ) ตารางแสดงค่าความสว่างภายในเมื่อเปรียบเทียบค่าคงที่ตามตาราง5.71แล้ว

15.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 10.82

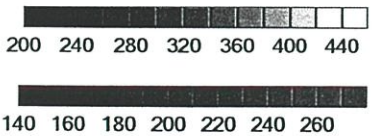
206	238	271	238	238
238	314	465	314	227
249	346	433	303	227
227	314	433	303	249
281	325	346	292	238

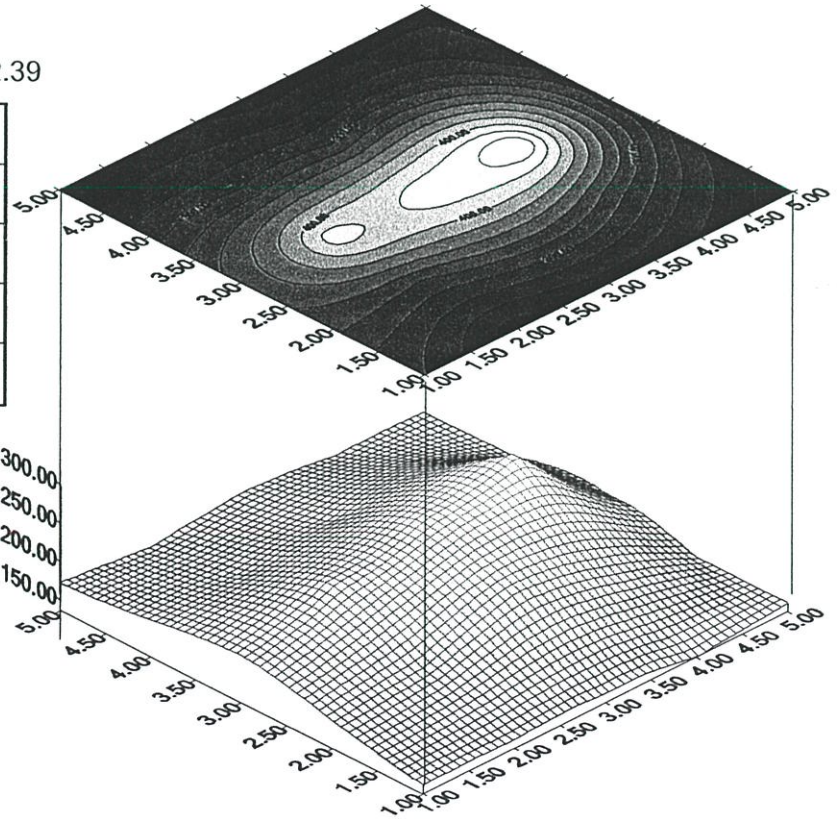




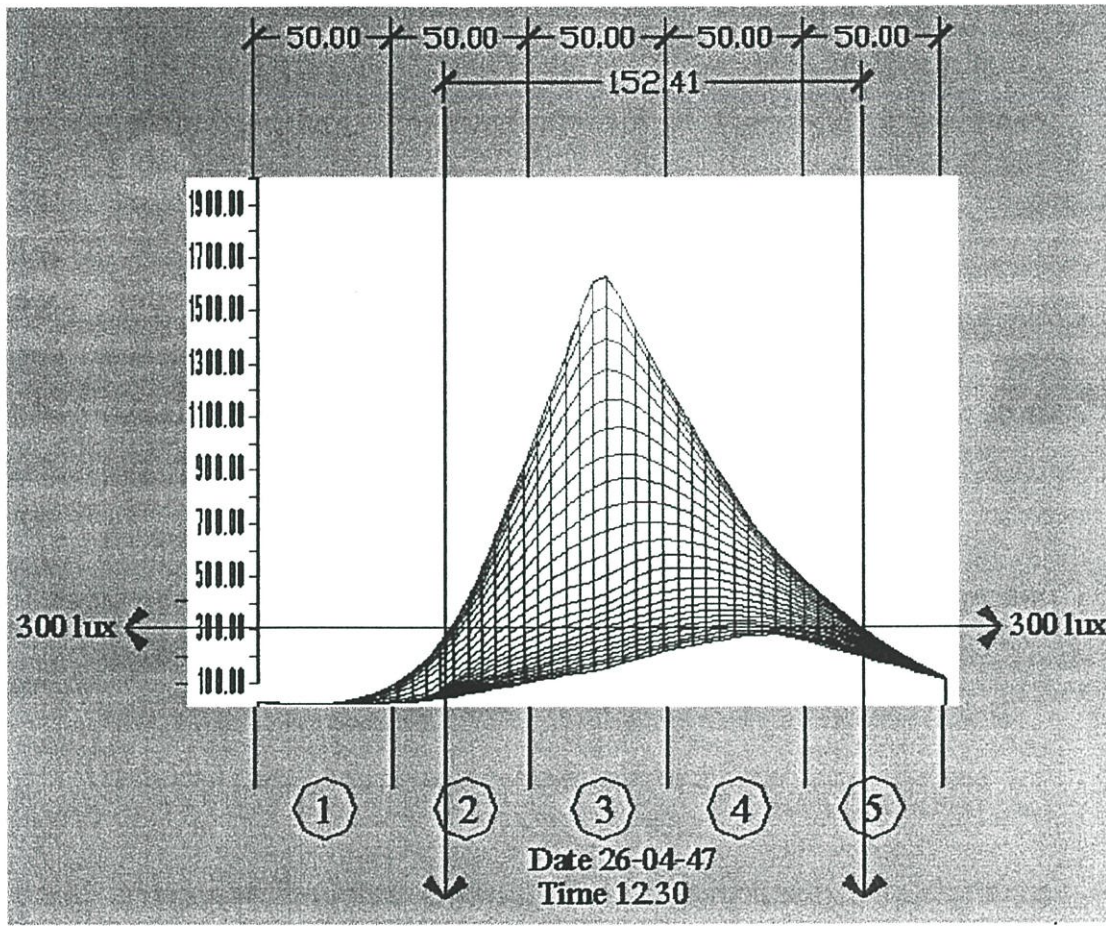
16.30 น. ตัวแปรคงที่ คือ 12.39

149	149	173	161	161
136	198	285	211	161
149	223	260	198	173
149	186	235	186	161
149	173	198	186	173





- จากตารางที่แสดงขอบเขตความสว่างจากประสิทธิภาพการนำแสงโดยปล่องนำแสงแบบ 1 ปล่องในรูปแบบตามเงื่อนไขที่ระบุข้างต้น ช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างสูงสุดคือ เวลา 12.30 น. มีขอบเขตความสว่างถึง 15.24 ซม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:10 หรือ 1.52 ม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:1



รูปที่ 5.13 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 1 ปล่อง

- ช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ ตั้งแต่เวลา 9.30 –15.30 น. (ในสภาพท้องฟ้าและตำแหน่งดวงอาทิตย์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้)
- จากผลการทดลองกราฟมีลักษณะรูปภูเขา จุดยอดสุดคือตำแหน่งปากปล่อง ซึ่งจะมีค่าความสว่างมากที่สุดในช่วงเวลา 12.30 น.
- จากผลการทดลองนี้ จะนำระยะขอบเขตความสว่างนี้ไปกำหนดระยะห่างของปล่องนำแสง เมื่อมีการใช้ปล่องหลายปล่อง
- ระดับความสว่าง ณ จุดสูงสุดกับระดับขอบเขต 300 Lux อาจมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจมีการนำแสงสว่างจากไฟฟ้าหรือตัวกระจายแสงเข้ามาช่วยเสริมเพื่อลดความแตกต่าง

5.9 การทดลองเพื่อหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่อง

5.9.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อศึกษาหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสง จำนวน 2 ปล่อง โดยมีการเปรียบเทียบค่าความสว่าง ระหว่างระยะปล่อง ห่างกัน 10 ซม. และ 15 ซม. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบความสว่าง แล้วนำไปศึกษารูปแบบการจัดวางปล่องนำแสงภายในอาคารต่อไป ดูภาพการทดลองที่รูป 5.12

5.9.2 วิธีและเงื่อนไขการทดสอบ

- หุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการวัดโดยหันทางทิศใต้ จำนวน 2 ตัว
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลมทำจากแสตนเลสค่าการสะท้อนแสง 60 %ยาว 60 ซม.
- ปล่องนำแสงจำนวน 2 ปล่อง ห่างกันระยะ 10 ซม. และ 15 ซม.
- ห้องขนาด 80 ซม X 60 ซม. สูง 35 ซม. ปล่องสูงระดับ 30 ซม.
- ปากปล่องรับแสงหน้าตัด สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 5X5 ซม. โค้ง 90 องศา ทำจากแสตนเลสเงา มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 60 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา) ที่ระดับ Working Plane

5.9.3 การทดลองเพื่อหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่อง ระยะห่าง กัน 15 ซม.

ตารางที่ 5.73 แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 15 ซม.)
การทดลอง วันที่ 16-04-47

เวลา 9.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

171	210	342	237	171	382	276	158
316	276	579	369	342	632	434	171
184	355	724	355	289	553	355	171
171	316	487	289	342	527	395	197
158	197	369	237	224	355	316	210

เวลา 10.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

118	180	348	224	186	342	174	105
112	236	635	323	386	623	205	112
174	280	1420	990	1233	1376	224	137
155	224	965	454	442	747	174	112
118	199	610	442	392	554	155	80

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

ตารางที่ 5.73(ต่อ) แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด1:10(ปล่องห่างกัน ระยะ 15 ซม.)

เวลา 11.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

129	378	2721	1017	751	2694	708	124
135	432	4917	1406	757	3186	2813	238
140	384	**6178**	1563	1157	**3981**	1568	200
135	243	2353	1536	1152	2845	1720	183
135	151	541	302	389	589	481	162

เวลา 12.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

1327	8082	10737	5080	3463	14432	14490	1731
1270	9987	13855	11315	3694	34522	27768	4329
1616	4618	**36947**	10449	5484	**52707**	26902	2713
1674	4272	10391	3463	3521	11430	16453	2309
1731	2540	3694	2597	4214	4156	3983	3232

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 13.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

1642	5454	4958	867	1425	2169	1859	774
2417	5423	10133	4276	4276	4586	4741	2572
1611	3842	**3811**	1394	4989	**4090**	6074	3006
898	2386	2603	1146	1394	2541	2107	1425
712	774	743	712	1115	1549	1425	898

เวลา 14.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

285	327	513	342	384	456	313	256
270	413	840	513	726	1011	541	427
242	399	**826**	498	598	**855**	570	370
270	299	541	441	527	384	413	285
228	242	270	299	384	513	356	313

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 15.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

129	205	421	238	281	443	173	162
151	227	367	227	205	400	324	183
162	259	**346**	292	281	**367**	313	194
151	194	335	216	292	324	227	183
173	173	292	248	227	270	205	194

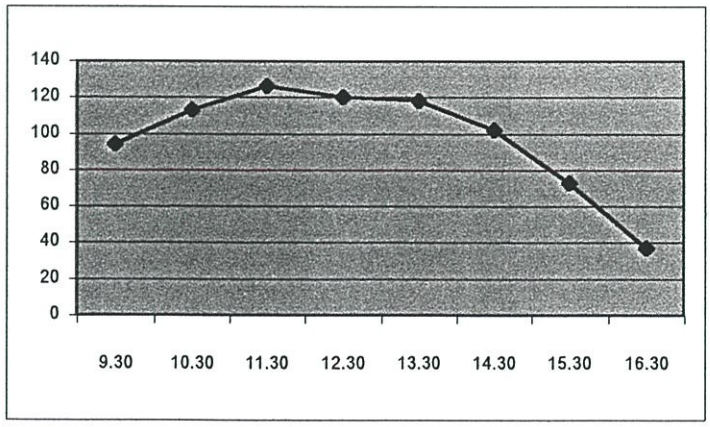
เวลา 16.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

198	161	272	223	148	260	136	136
148	210	334	223	322	359	297	123
148	185	**384**	185	210	**322**	223	161
136	198	272	235	198	309	173	136
161	185	235	161	185	235	161	136

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

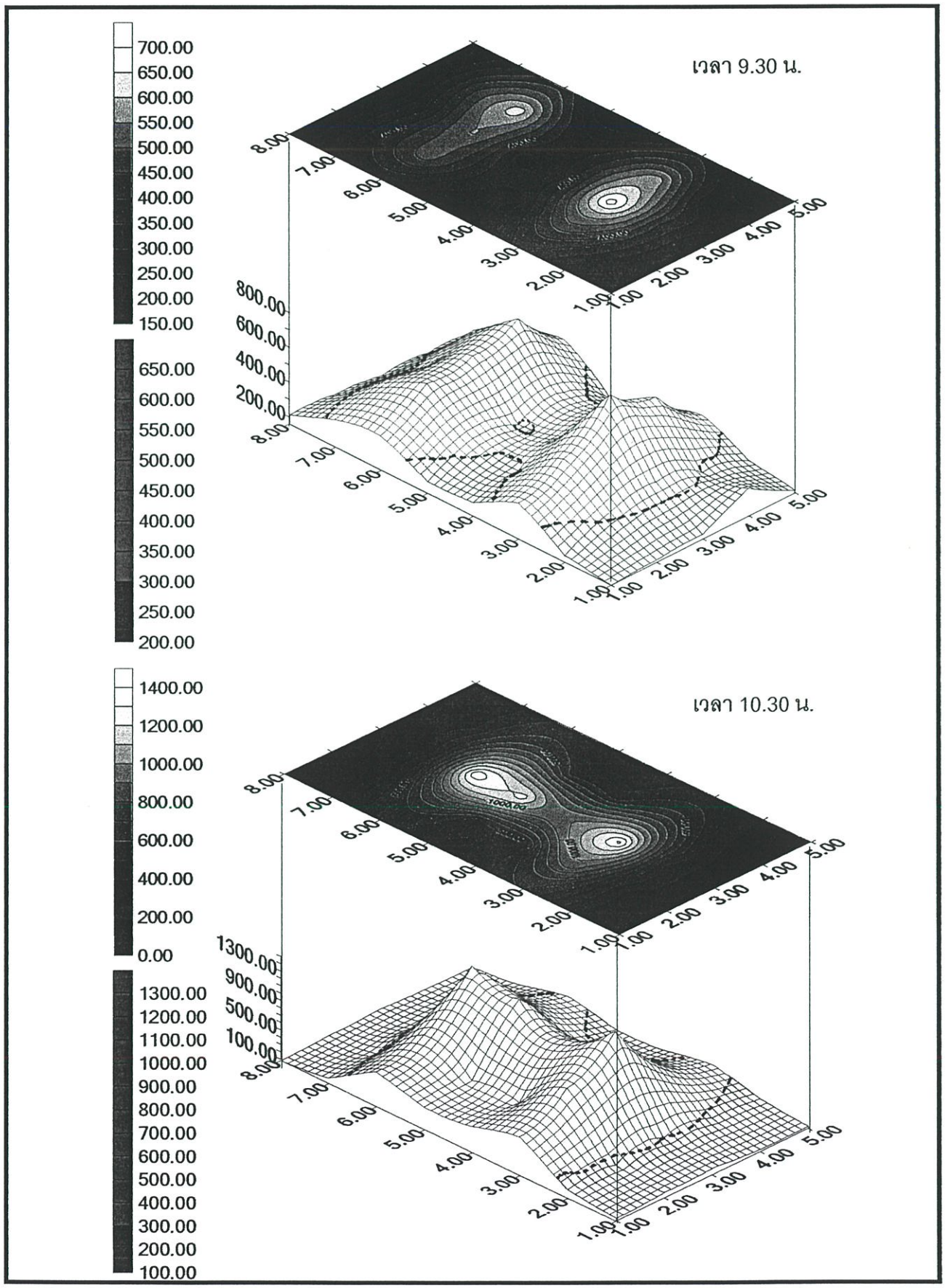
Time	klux
9.30	94
10.30	113
11.30	126
12.30	120
13.30	118
14.30	102
15.30	73
16.30	37

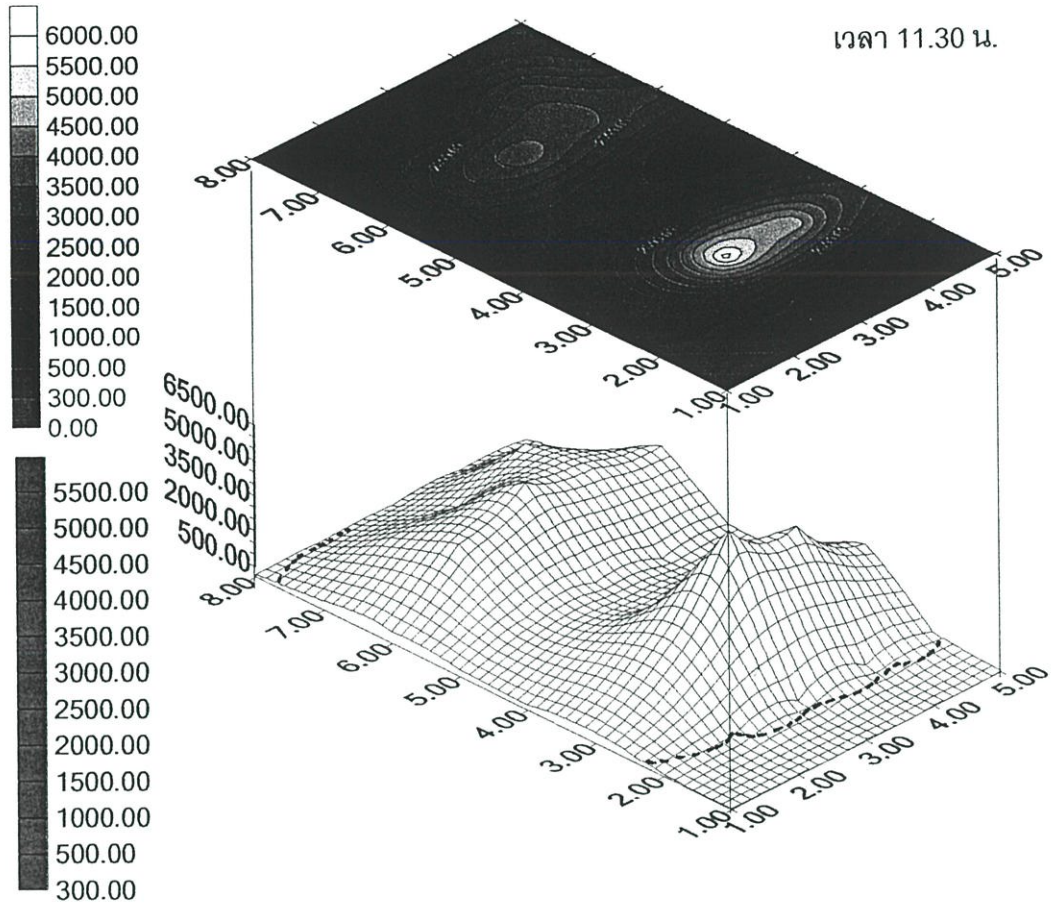
กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก (klux) ของวันที่ 16-04-47

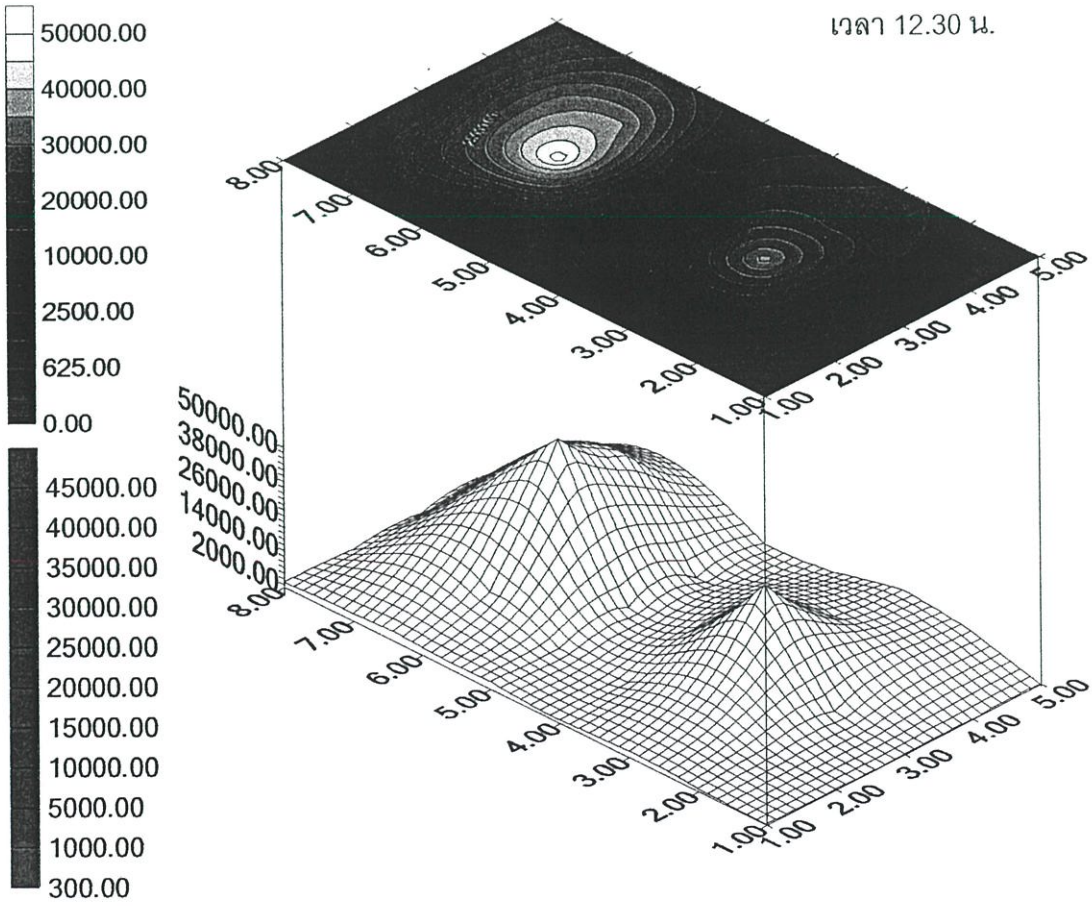


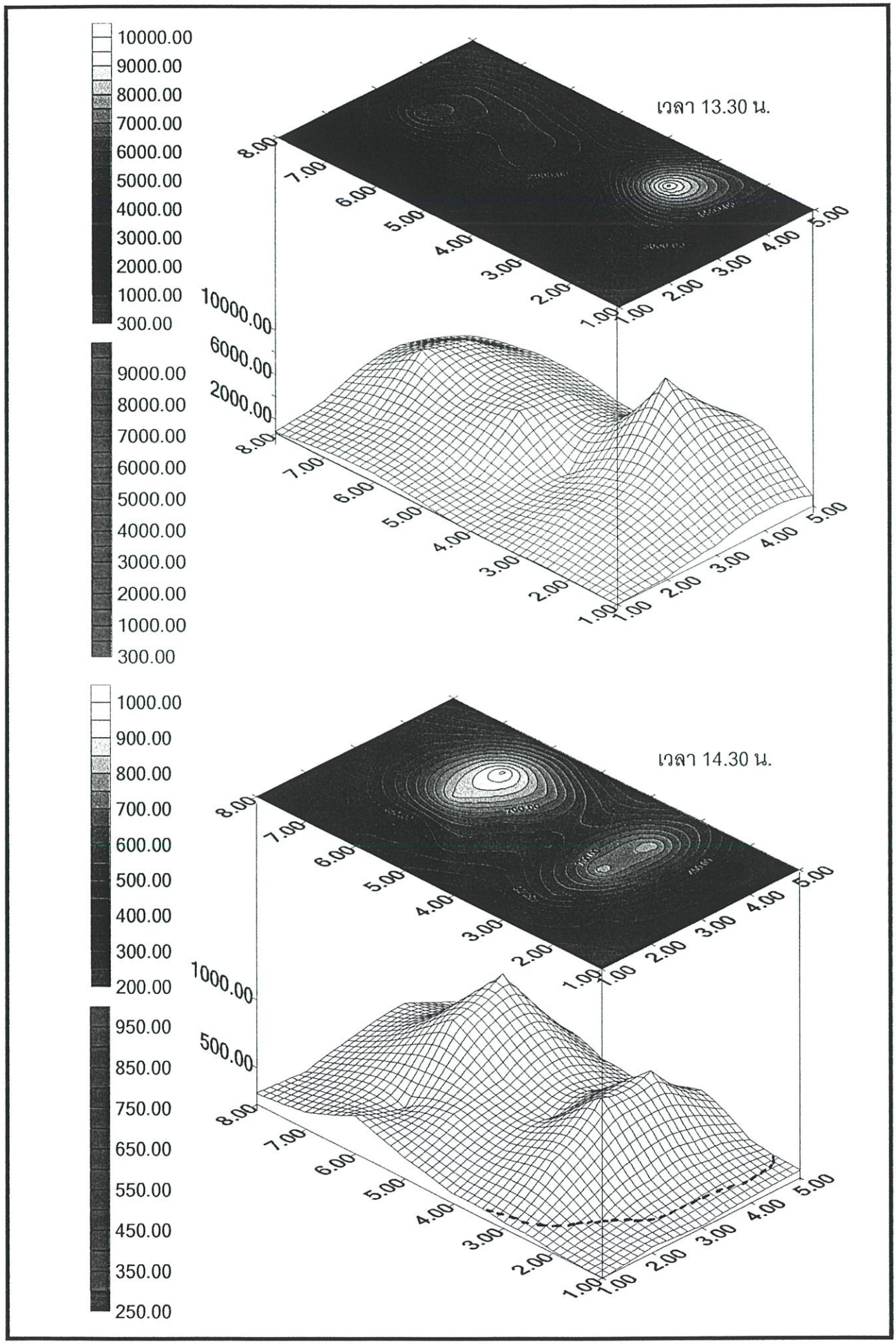
กราฟแสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด1:10(ปล่องห่างกัน ระยะ 15 ซม.)

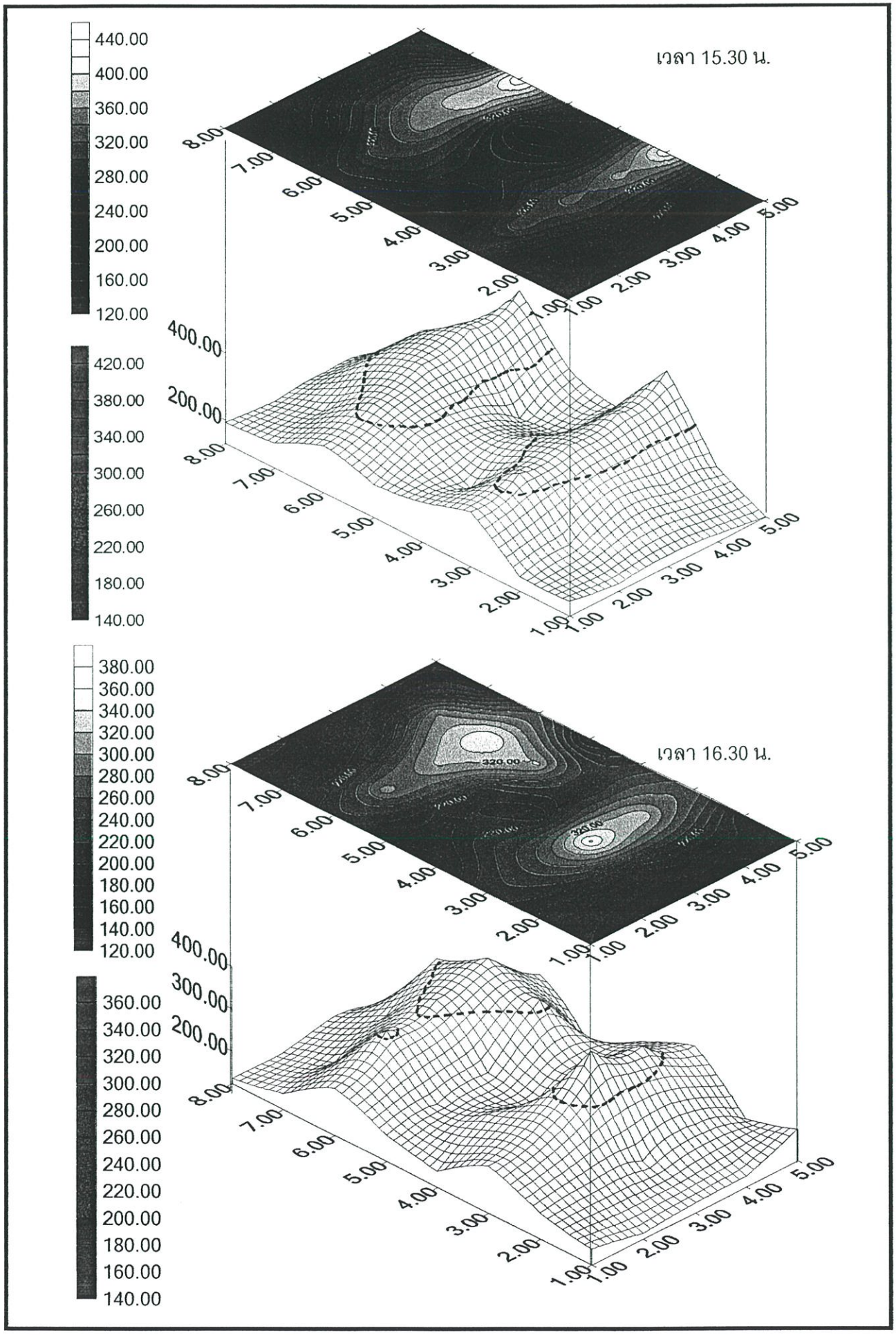
การทดลอง วันที่ 16-04-47




6000.00
5500.00
5000.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
300.00
0.00
เวลา 11.30 น.
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6500.00
5000.00
3500.00
2000.00
500.00
5500.00
5000.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
300.00


50000.00
40000.00
30000.00
20000.00
10000.00
2500.00
625.00
0.00
เวลา 12.30 น.
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
50000.00
38000.00
26000.00
14000.00
2000.00
45000.00
40000.00
35000.00
30000.00
25000.00
20000.00
15000.00
10000.00
5000.00
1000.00
300.00


10000.00
9000.00
8000.00
7000.00
6000.00
5000.00
4000.00
3000.00
2000.00
1000.00
300.00
เวลา 13.30 น.
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
10000.00
6000.00
2000.00
9000.00
8000.00
7000.00
6000.00
5000.00
4000.00
3000.00
2000.00
1000.00
300.00
1000.00
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
เวลา 14.30 น.
1000.00
500.00
950.00
850.00
750.00
650.00
550.00
450.00
350.00
250.00


เวลา 15.30 น.
440.00
400.00
360.00
320.00
280.00
240.00
200.00
160.00
120.00
420.00
380.00
340.00
300.00
260.00
220.00
180.00
140.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
400.00
200.00
เวลา 16.30 น.
380.00
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
400.00
300.00
200.00

ตารางที่ 5.74 แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 15 ซม.)

การทดลอง วันที่ 17-04-47

เวลา 9.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

158	316	355	237	237	342	224	144
197	342	593	329	382	514	263	171
184	303	645	303	329	448	144	197
171	237	434	289	289	382	224	171
184	210	276	224	237	316	210	131

เวลา 10.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

180	404	442	305	193	429	137	112
137	305	517	330	392	436	249	130
124	342	560	423	386	517	348	124
99	242	355	299	255	336	211	149
99	130	249	130	180	255	155	112

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 11.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

194	454	2764	632	568	2158	1395	167
167	854	5404	1850	930	2310	1769	270
146	697	5020	1201	779	2542	1184	205
135	281	2510	605	611	1493	973	227
119	146	822	210	275	800	497	194

เวลา 12.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

1443	4907	13393	5484	9063	29615	22226	2136
1731	5080	54843	24708	7620	58191	53746	2424
2309	3810	57672	11603	8313	57441	19974	2309
1443	3290	10968	6177	6985	26093	8486	2020
1327	2251	10910	5137	5599	11430	3463	2193

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 13.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

712	1332	2076	1642	1456	2262	1208	433
836	2448	3191	2665	4183	5237	3068	495
588	1673	3687	1735	2231	3563	3006	1146
588	1053	1983	1084	2045	2510	1146	929
619	836	712	774	1363	1487	836	650

เวลา 14.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

228	327	655	327	541	684	356	313
270	413	840	456	513	726	413	399
256	427	954	498	584	883	598	413
242	413	726	498	527	584	498	356
213	313	441	356	384	427	356	313

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 15.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

119	205	346	248	281	367	173	97
129	216	357	238	238	346	162	119
140	302	443	216	216	421	140	140
129	194	302	162	194	270	129	86
108	129	238	129	162	216	108	75

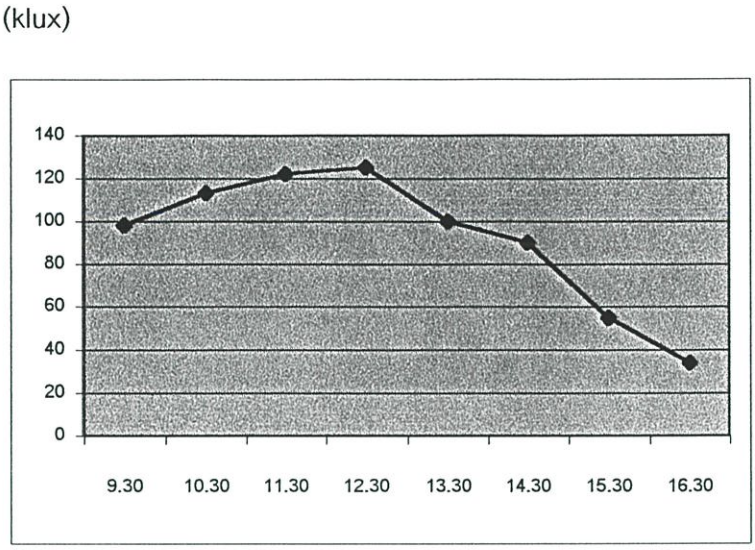
เวลา 16.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

148	247	371	235	210	384	223	136
235	223	396	235	223	396	173	161
247	272	507	334	371	520	185	148
161	185	346	223	198	346	198	161
148	173	247	173	198	272	161	136

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

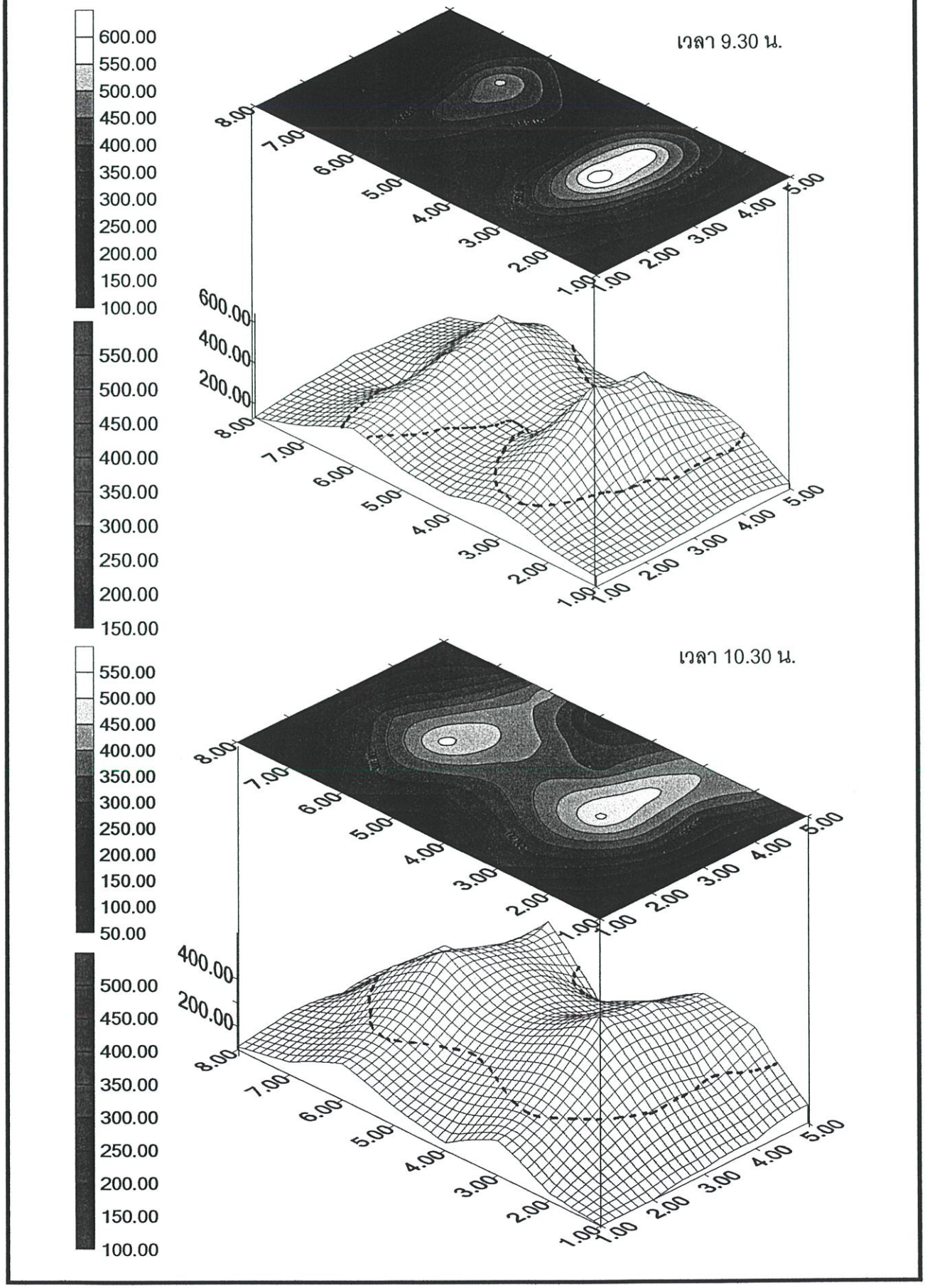
กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 17-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

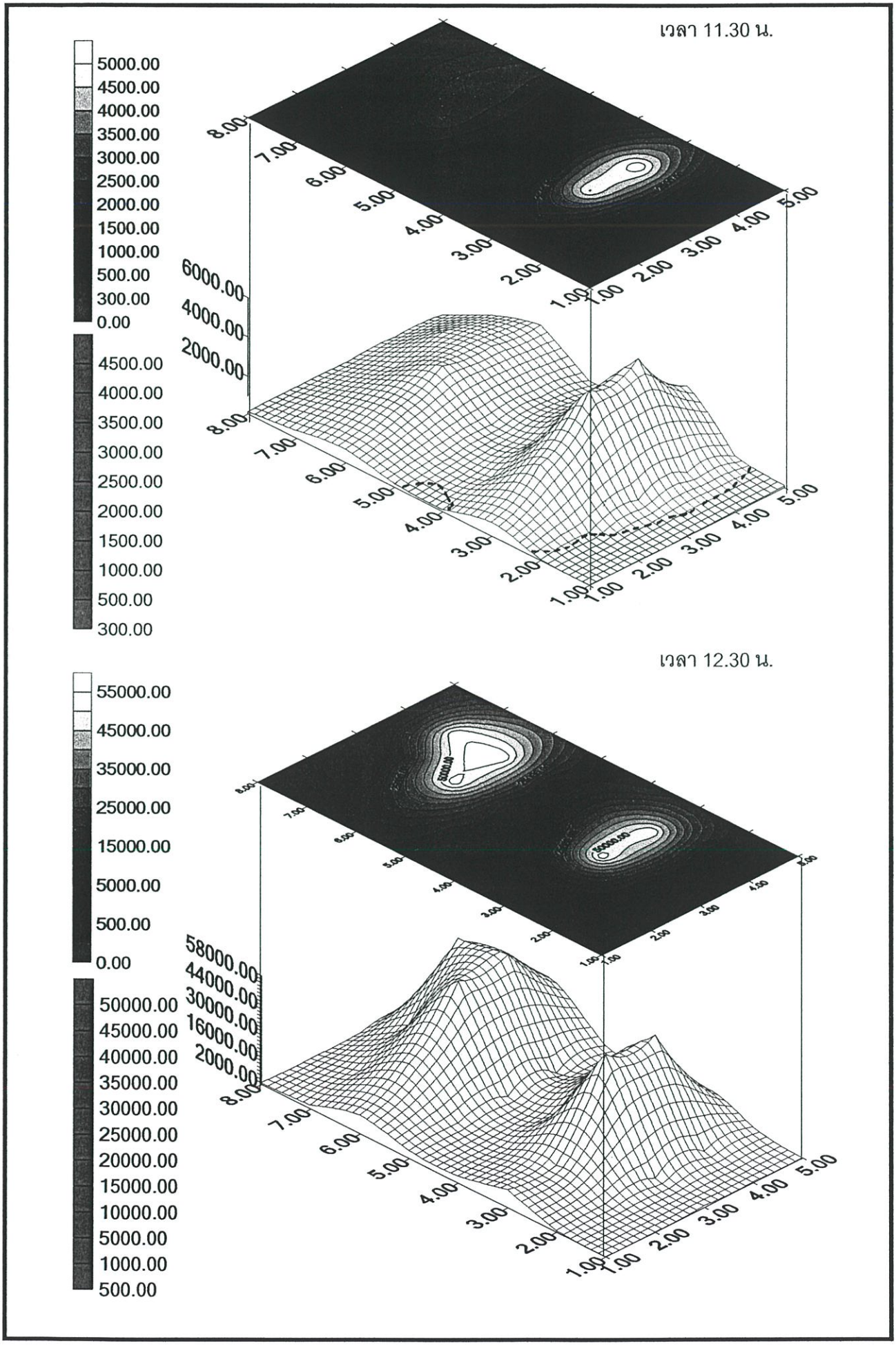
Time	klux
9.30	98
10.30	113
11.30	122
12.30	125
13.30	100
14.30	90
15.30	55
16.30	34

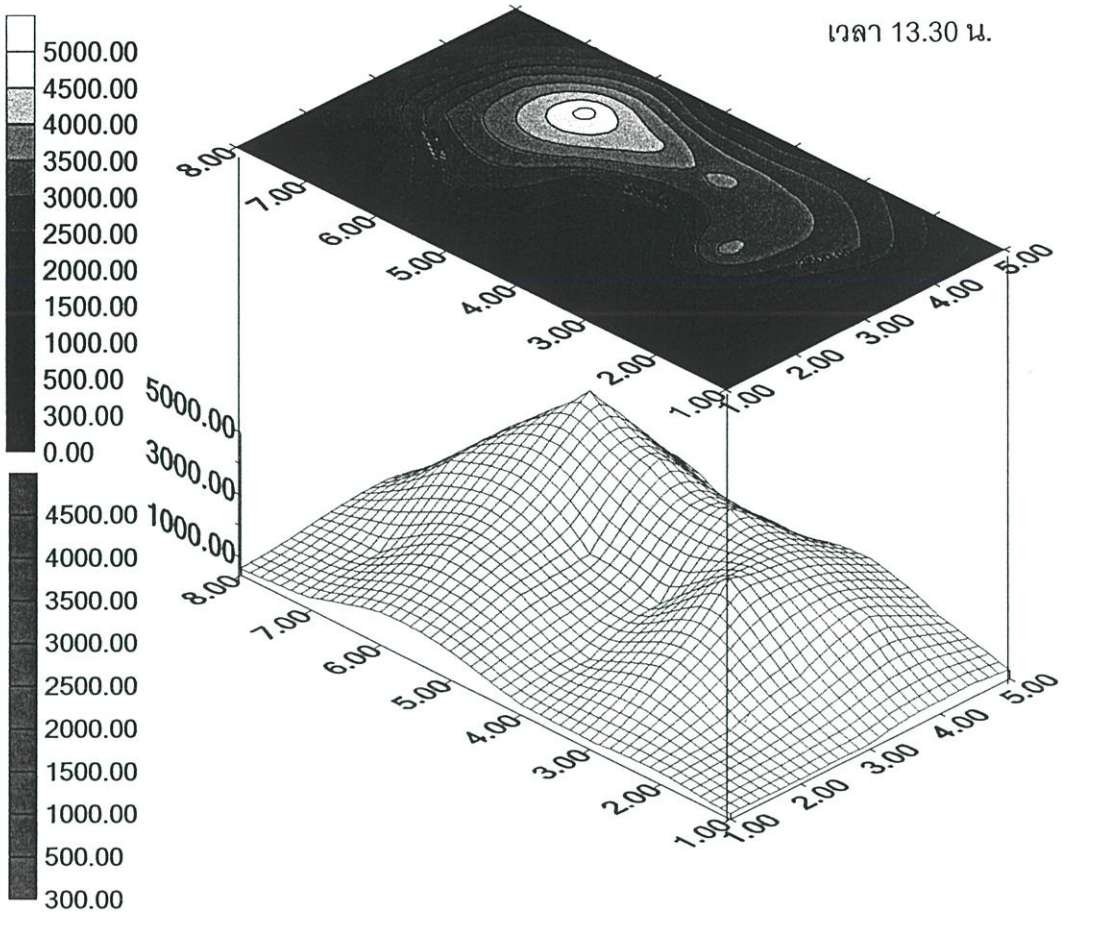


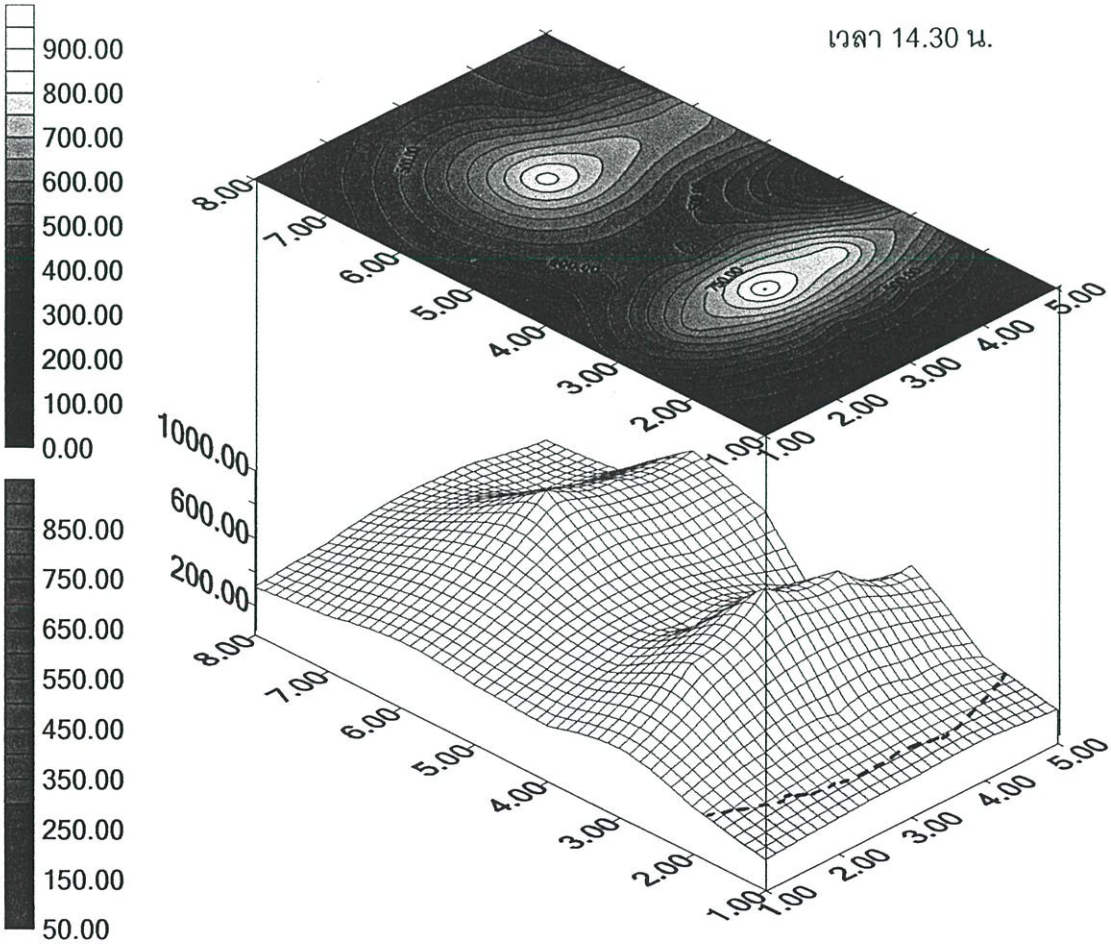
กราฟแสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 15 ซม.)

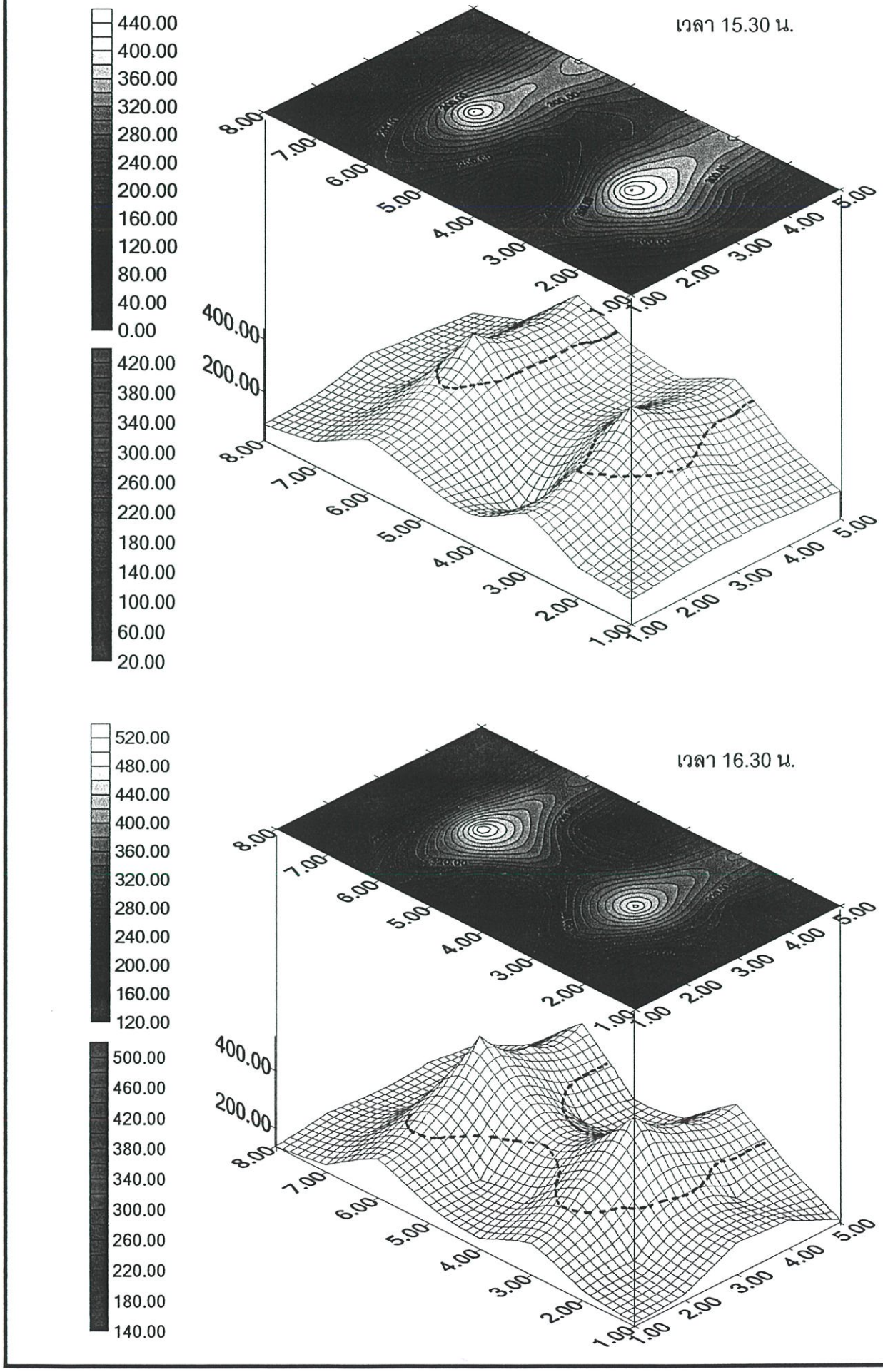
การทดลอง วันที่ 17-04-47




เวลา 11.30 น.
5000.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
300.00
0.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
300.00
6000.00
4000.00
2000.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
เวลา 12.30 น.
55000.00
45000.00
35000.00
25000.00
15000.00
5000.00
500.00
0.00
50000.00
45000.00
40000.00
35000.00
30000.00
25000.00
20000.00
15000.00
10000.00
5000.00
1000.00
500.00
58000.00
44000.00
30000.00
16000.00
2000.00

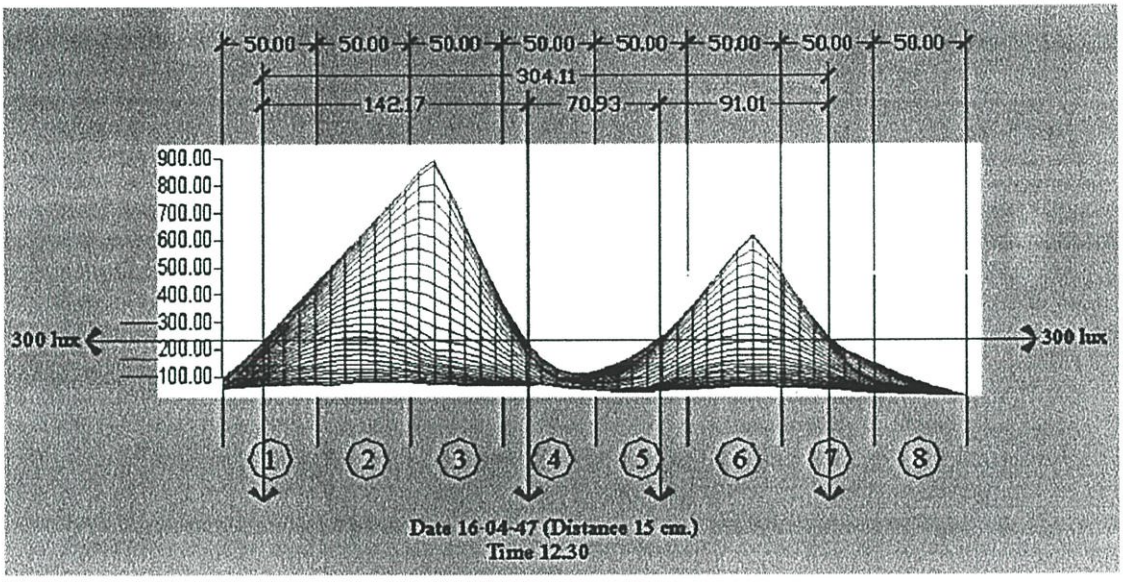

เวลา 13.30 น.
5000.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
300.00
0.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
5000.00
3000.00
1000.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
300.00


เวลา 14.30 น.
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
1000.00
600.00
200.00
850.00
750.00
650.00
550.00
450.00
350.00
250.00
150.00
50.00


เวลา 15.30 น.
440.00
400.00
360.00
320.00
280.00
240.00
200.00
160.00
120.00
80.00
40.00
0.00
420.00
380.00
340.00
300.00
260.00
220.00
180.00
140.00
100.00
60.00
20.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
400.00
200.00
เวลา 16.30 น.
520.00
480.00
440.00
400.00
360.00
320.00
280.00
240.00
200.00
160.00
120.00
500.00
460.00
420.00
380.00
340.00
300.00
260.00
220.00
180.00
140.00

5.9.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

- จากตารางที่แสดงขอบเขตความสว่างจากประสิทธิภาพการนำแสงโดยปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่องระยะห่าง 15 ซม. ในรูปแบบตามเงื่อนไขที่ระบุข้างต้น ช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างสูงสุดคือ เวลา 12.30 น. มีขอบเขตความสว่างถึง 30.41 ซม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:10 หรือ 3.04 ม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:1



รูปที่ 5.14 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่องโดยระยะระหว่างปล่อง15 ซม.

- ช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ (บริเวณปากปล่องและบริเวณพื้นที่ระหว่างปล่อง) ตั้งแต่เวลา 9.30 –14.30 น. (ในสภาพท้องฟ้าและตำแหน่งดวงอาทิตย์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้)
- จากผลการทดลองกราฟมีลักษณะรูปภูเขา จุดยอดสุดคือตำแหน่งปากปล่อง ซึ่งจะมีค่าความสว่างมากที่สุดในช่วงเวลา 12.30 น. ซึ่งมีความชันสูงสุด
- ระดับความสว่าง ณ จุดสูงสุดกับระดับขอบเขต 300 Lux อาจมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจมีการนำแสงสว่างจากไฟฟ้าเข้ามาช่วยเสริมเพื่อลดความแตกต่าง

5.9.5 การทดลองเพื่อหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่อง ระยะห่างกัน 10 ซม.

ตารางที่5.75 แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 10 ซม.)
การทดลอง วันที่ 23-04-47

เวลา 9.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

250	487	579	579	553	342	184
303	909	1107	1067	909	474	289
382	869	1173	1186	1107	474	289
329	527	803	803	883	408	303
316	434	487	461	540	329	263

เวลา 10.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

168	436	380	361	323	242	323
361	753	803	697	442	118	224
249	778	1152	803	959	236	93
161	778	517	498	442	149	87
161	778	186	255	186	93	130

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 11.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

102	578	1119	1244	1141	946	156
183	1931	2694	2304	1969	2218	200
162	2542	7303	3056	6762	265	108
156	1347	3181	2115	1406	178	108
124	670	1395	838	589	119	146

เวลา 12.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

1270	5830	7331	7158	8139	1500	981
1558	12816	21995	23784	53400	3348	1154
1847	23553	87865	44740	86537	8544	1212
1789	11084	60616	30019	32617	2828	1212
1558	6350	29615	13277	16279	1905	1212

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 13.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

2603	2975	960	1425	867	588	774
2293	10009	10567	5764	8832	1456	1084
2665	17509	38086	9575	36568	5516	1022
1983	13542	15866	12705	28262	4865	1146
836	3439	9513	9420	11311	3315	1332

เวลา 14.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

213	285	256	185	199	142	128
242	498	456	399	370	156	128
213	527	570	527	427	171	171
199	399	441	541	541	156	199
171	242	313	342	327	228	213

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

ตารางที่5.75(ต่อ) แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 10 ซม.)

เวลา 15.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

119	162	151	119	108	97	108
129	270	259	216	238	129	129
129	292	302	270	292	151	119
119	238	238	259	281	151	151
140	162	173	162	259	183	151

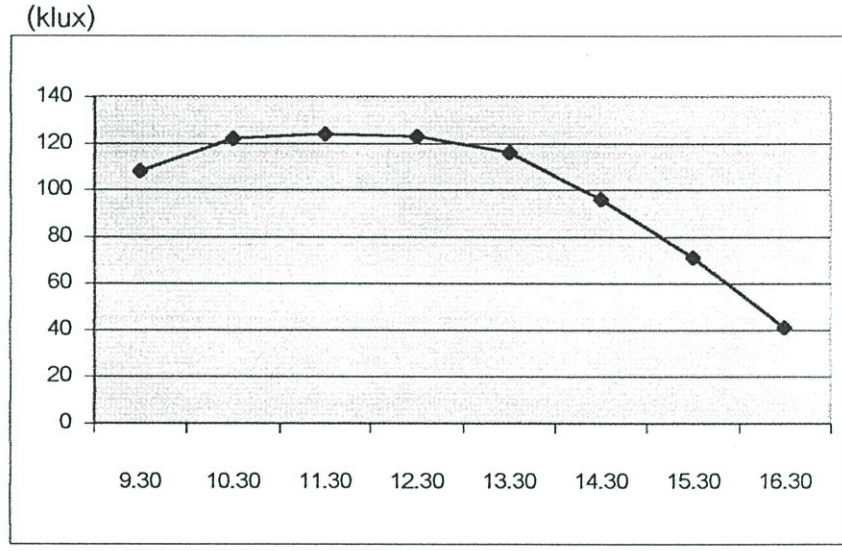
เวลา 16.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

99	123	148	148	123	148	99
99	210	210	173	185	99	99
111	223	247	210	223	99	99
161	148	198	185	210	235	148
111	136	148	136	148	198	173

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

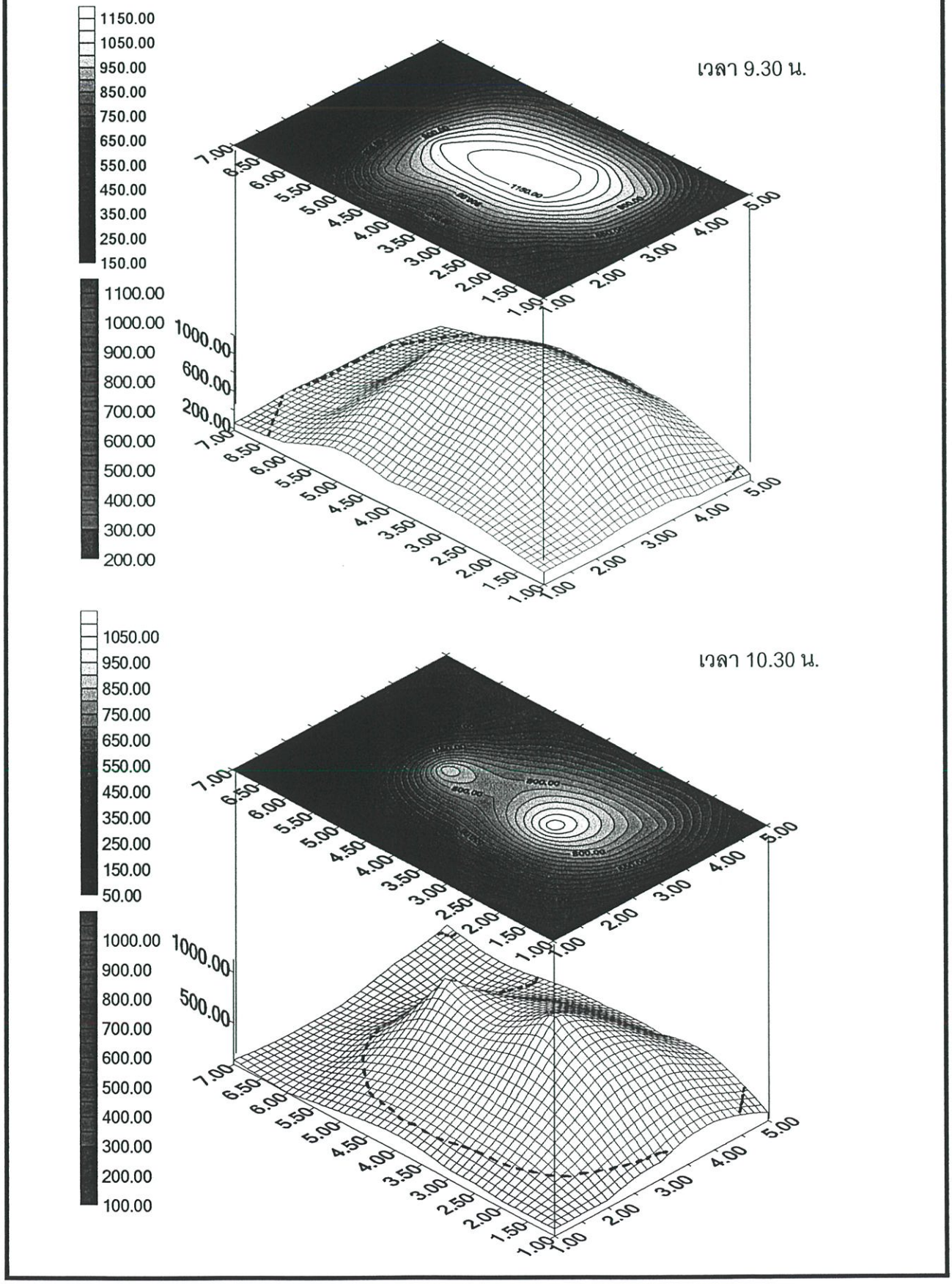
กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 23-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

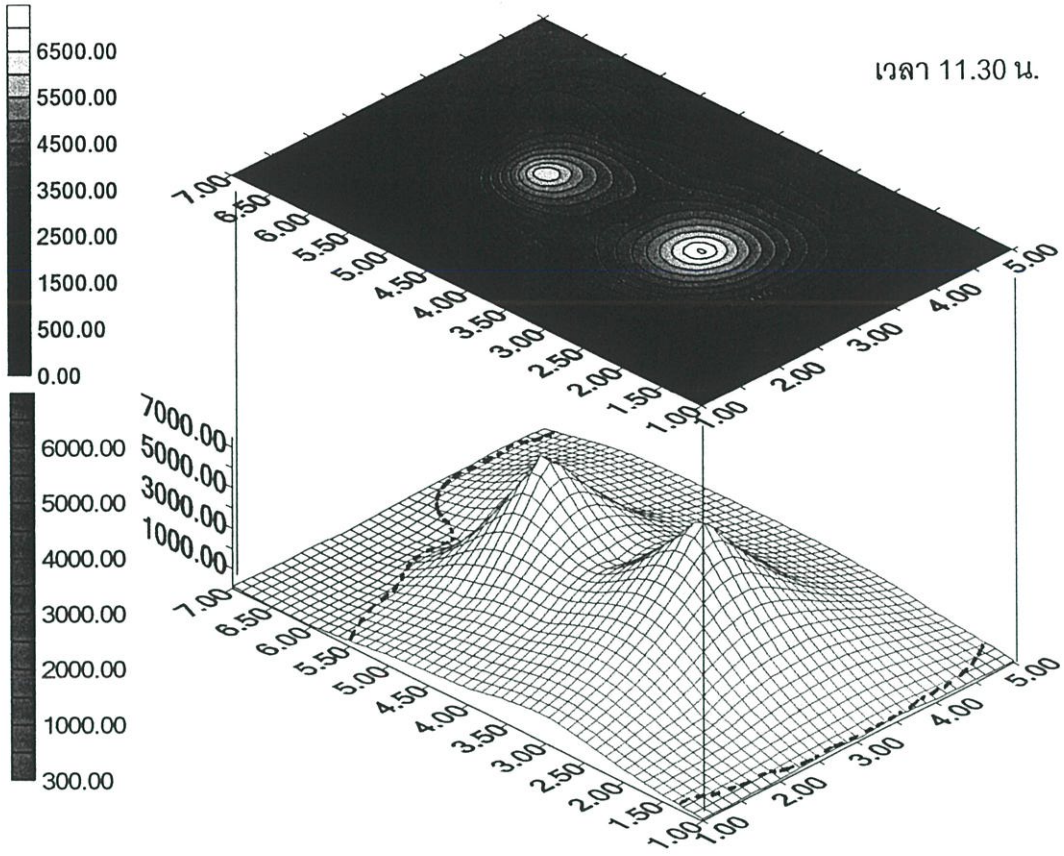
Time	klux
9.30	108
10.30	122
11.30	124
12.30	123
13.30	116
14.30	96
15.30	71
16.30	41

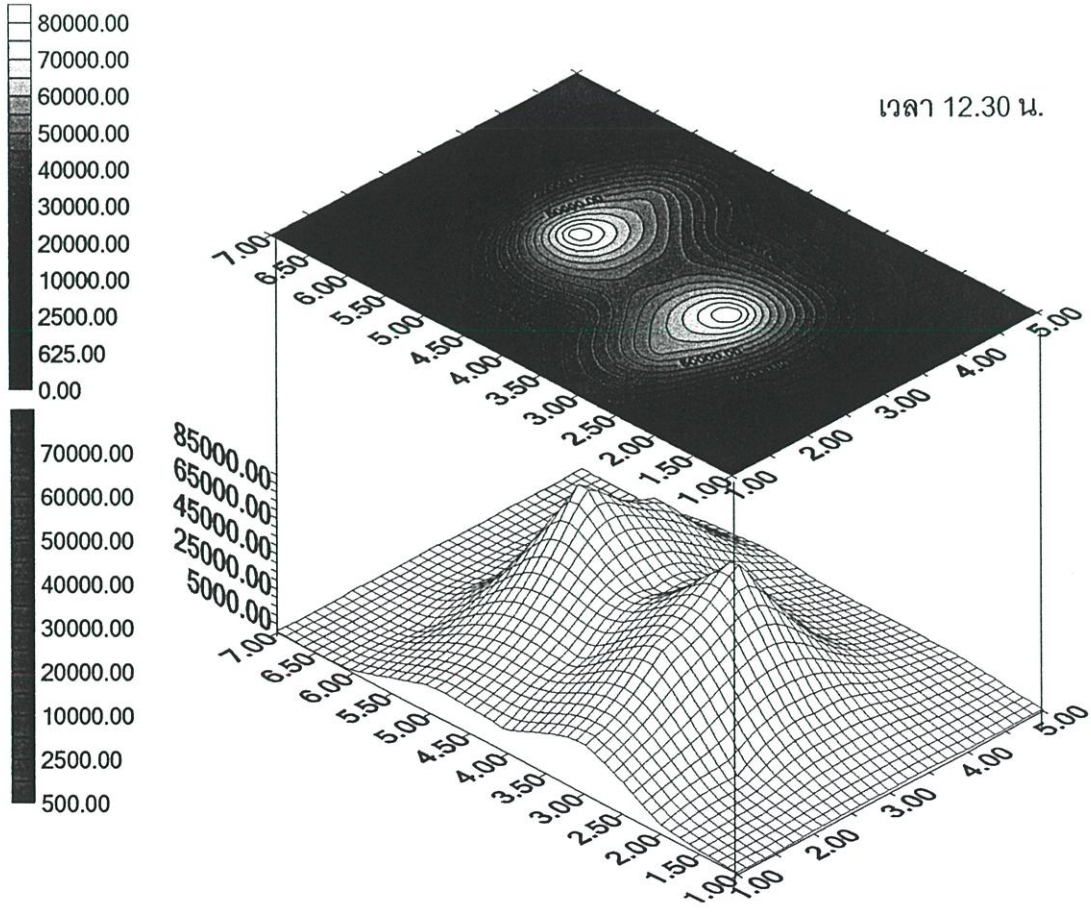


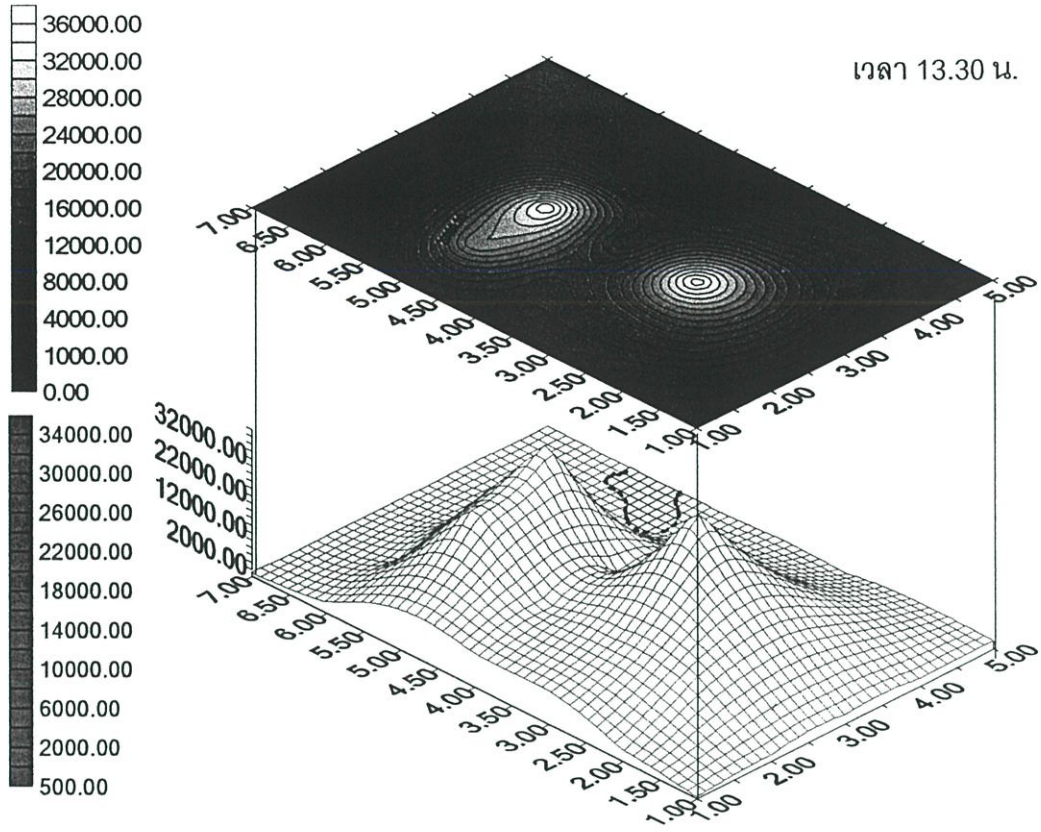
กราฟแสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 10 ซม.)

การทดลอง วันที่ 23-04-47

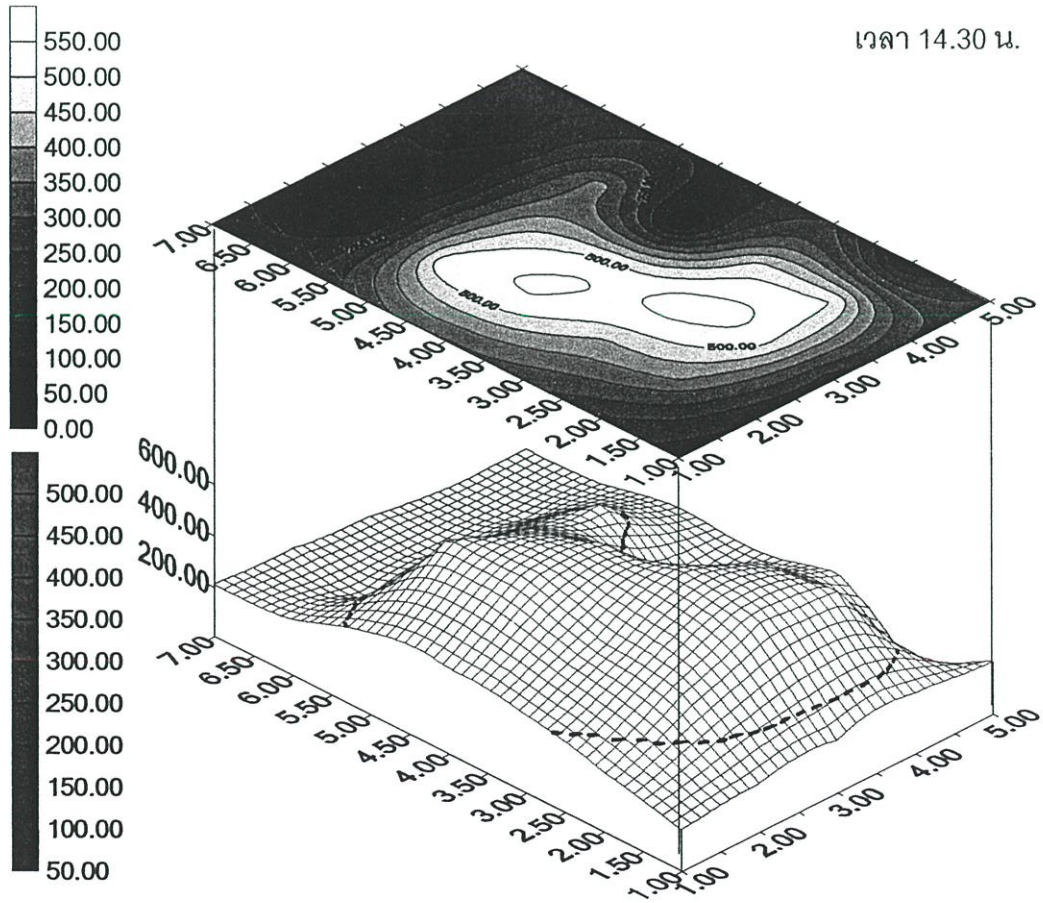



6500.00
5500.00
4500.00
3500.00
2500.00
1500.00
500.00
0.00
6000.00
5000.00
4000.00
3000.00
2000.00
1000.00
300.00
เวลา 11.30 น.
7000.00
5000.00
3000.00
1000.00


80000.00
70000.00
60000.00
50000.00
40000.00
30000.00
20000.00
10000.00
2500.00
625.00
0.00
70000.00
60000.00
50000.00
40000.00
30000.00
20000.00
10000.00
2500.00
500.00
เวลา 12.30 น.
85000.00
65000.00
45000.00
25000.00
5000.00

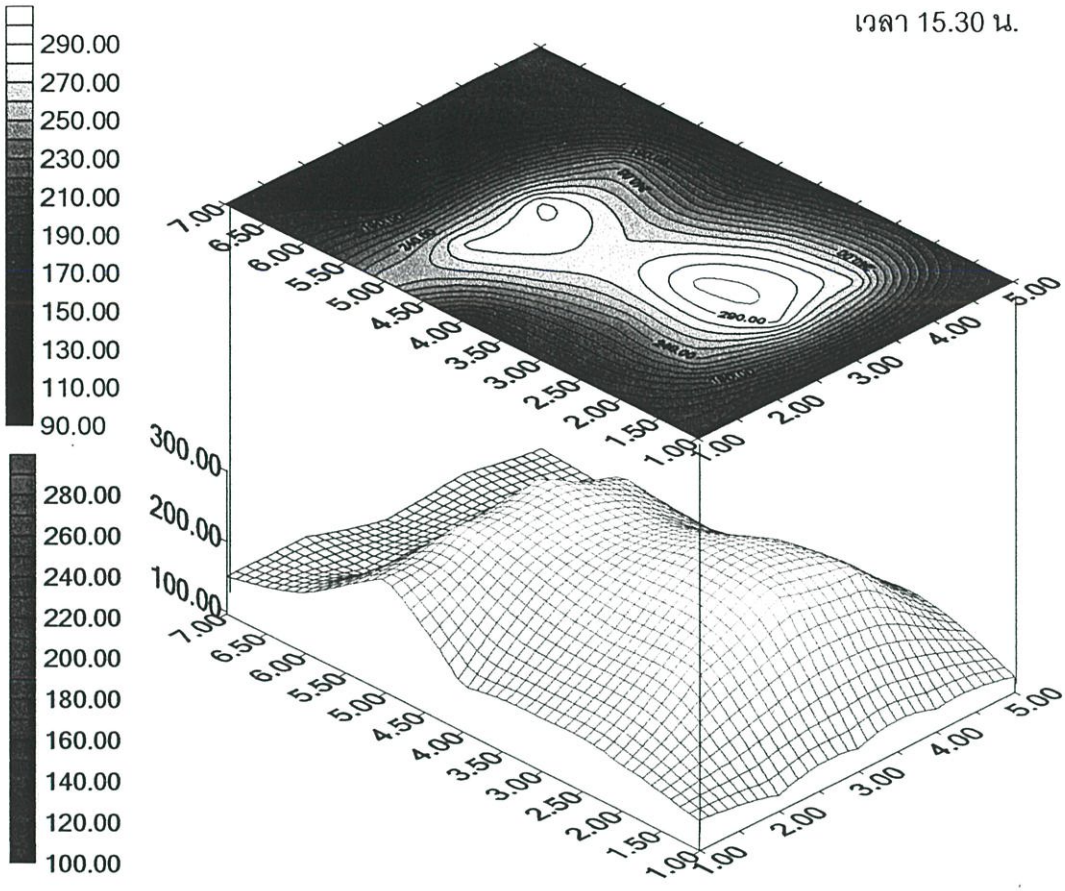


เวลา 13.30 น.

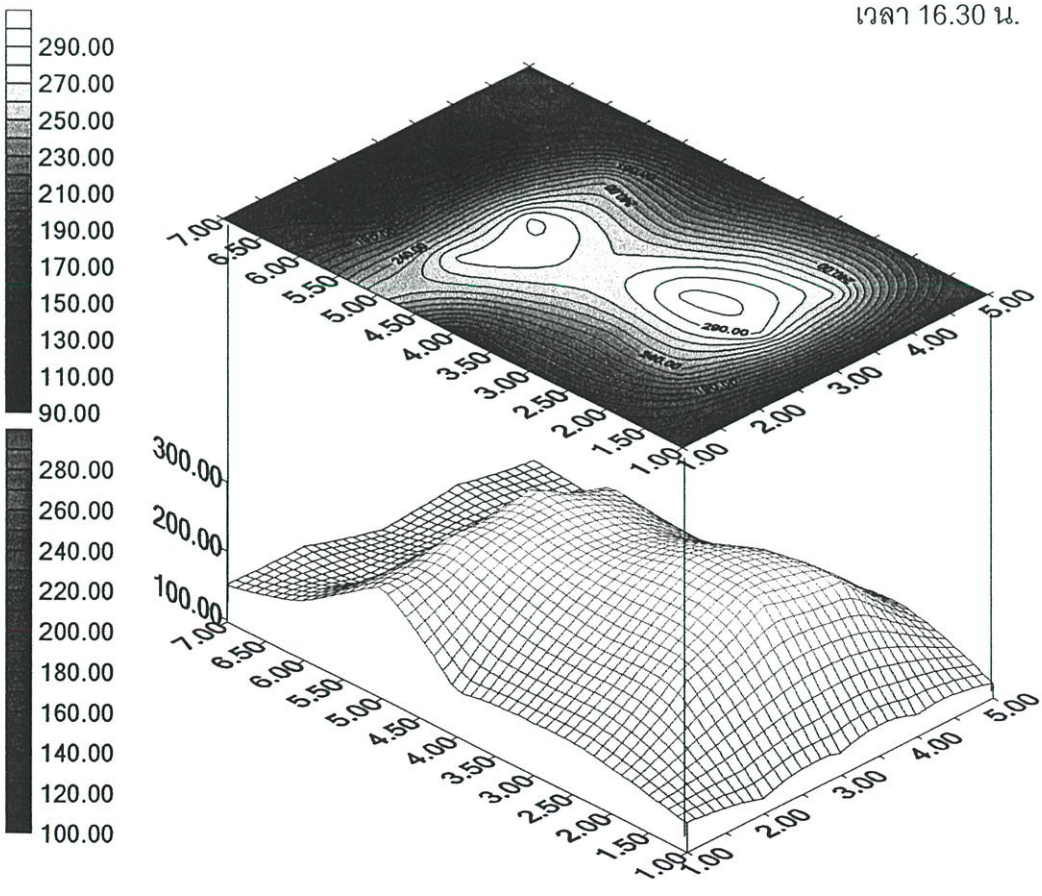


เวลา 14.30 น.

เวลา 15.30 น.



เวลา 16.30 น.



ตารางที่ 5.76 แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 10 ซม.)
การทดลอง วันที่ 26-04-47

เวลา 9.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

263	474	461	434	514	303	224
329	869	856	711	869	474	263
342	1054	1199	1107	1291	540	263
289	672	685	738	1001	355	276
289	514	527	461	527	329	250

เวลา 10.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

168	380	249	230	261	168	118
230	573	523	510	529	323	124
230	666	809	884	747	404	137
161	423	573	529	616	355	161
155	292	280	286	330	180	124

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 11.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

135	703	1076	757	1536	898	135
183	1520	513	1428	2932	973	162
162	854	5680	2115	6924	2964	265
156	459	4192	1725	3841	1471	178
135	248	1579	806	1320	795	146

เวลา 12.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

1558	6927	3579	3463	8659	5773	1212
1789	17954	17434	6408	22341	12931	1731
2366	22456	83708	10102	73374	21071	1731
2078	20782	31462	7216	20782	15702	2424
1500	8486	22514	3694	9756	4214	1385

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 13.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

1549	1673	2107	2882	2572	619	495
3718	6321	16579	5733	7778	1177	526
2014	10598	23707	8708	23087	1580	619
1177	5919	13945	10908	14875	1983	588
774	2169	6445	6879	6074	2138	557

เวลา 14.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

171	327	327	427	313	270	213
270	655	726	669	598	199	171
256	384	798	741	726	242	185
242	399	612	726	684	228	199
256	327	342	584	498	199	213

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 15.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

119	183	183	183	151	151	97
119	248	302	259	313	119	119
183	216	346	313	281	129	129
140	259	302	335	346	129	119
173	173	194	270	97	140	140

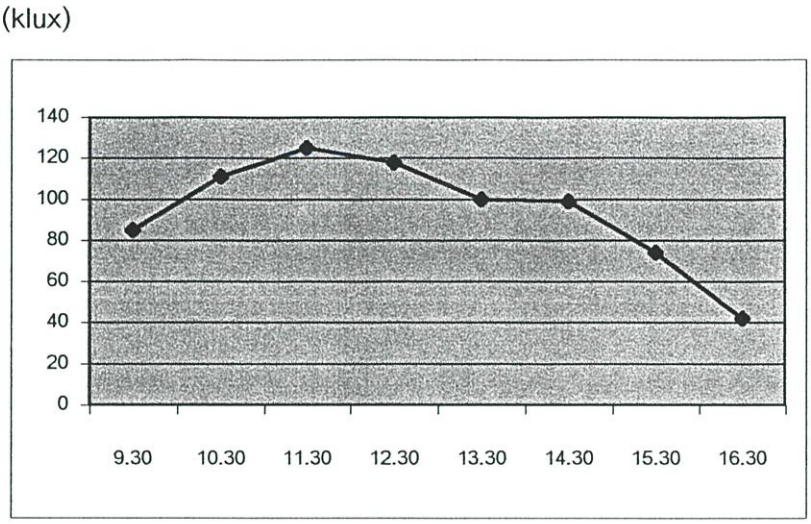
เวลา 16.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

123	173	161	148	136	173	123
148	235	247	334	371	148	185
148	210	297	297	272	185	148
148	173	223	260	260	161	173
173	148	148	198	161	173	173

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

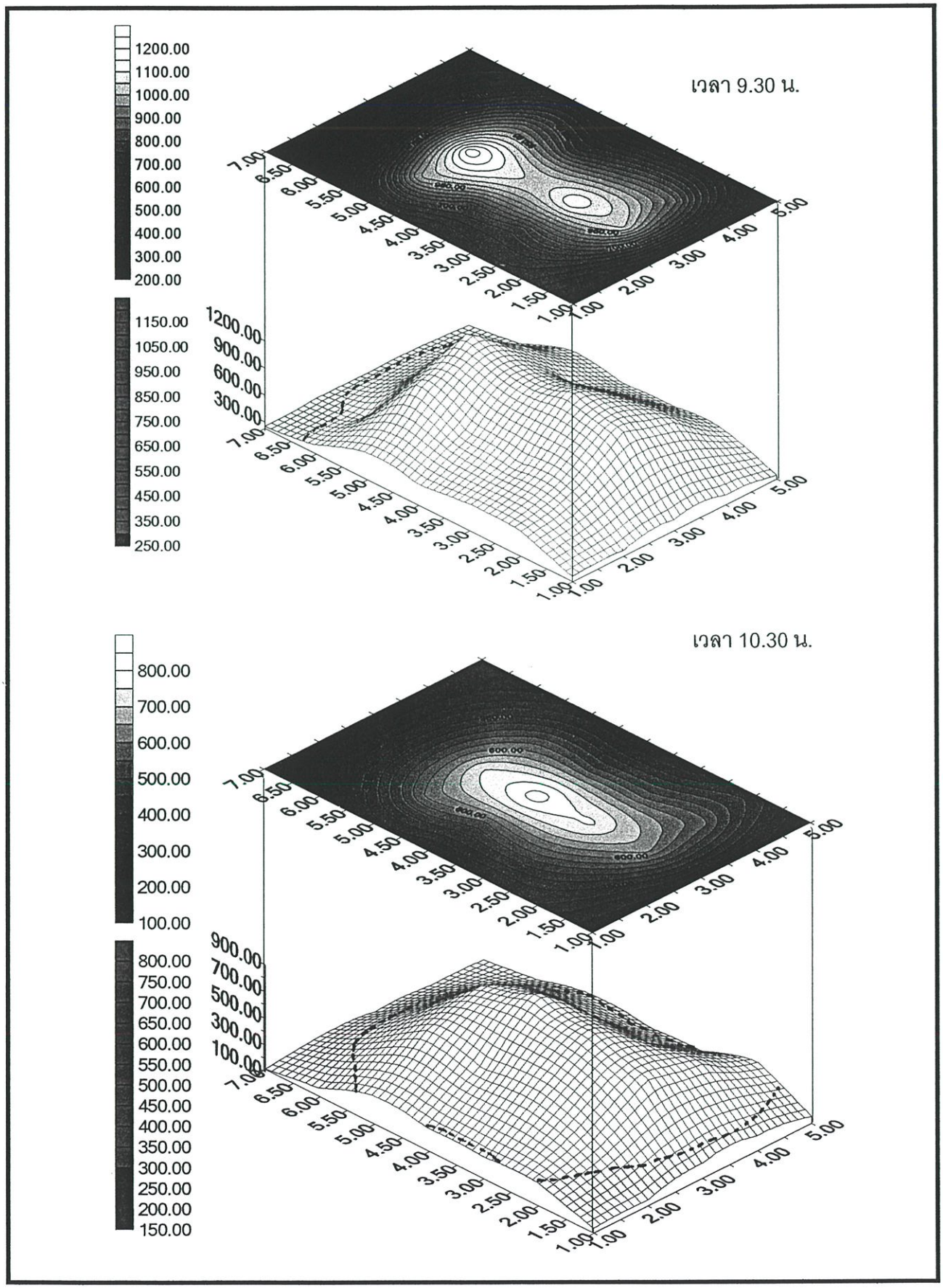
กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 26-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

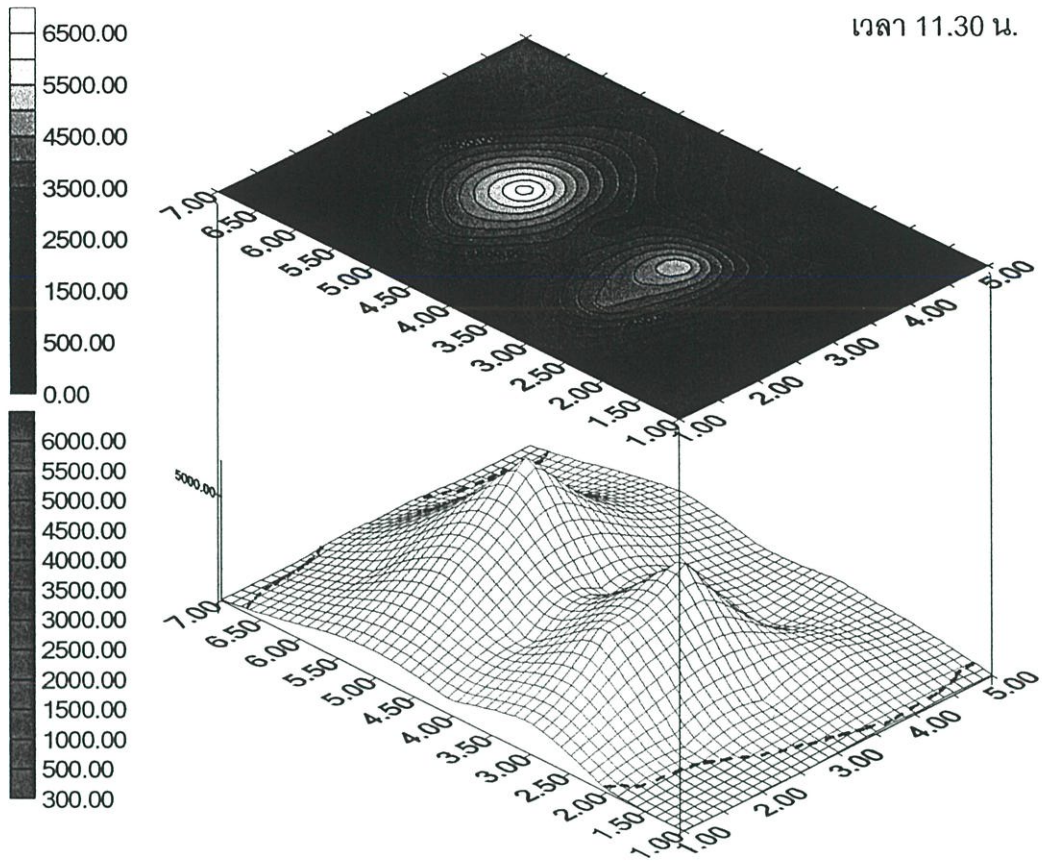
Time	klux
9.30	85
10.30	111
11.30	125
12.30	118
13.30	100
14.30	99
15.30	74
16.30	42

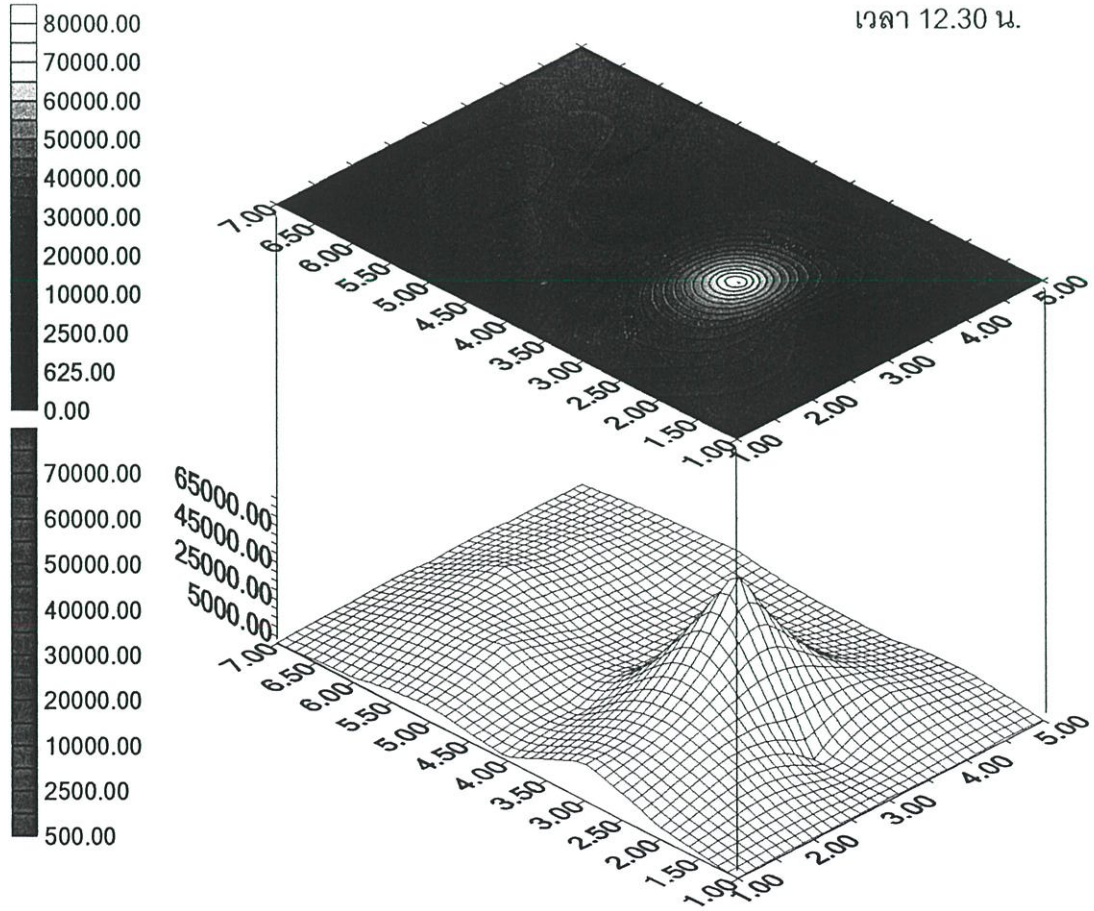


กราฟแสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ปล่องห่างกัน ระยะ 10 ซม.)

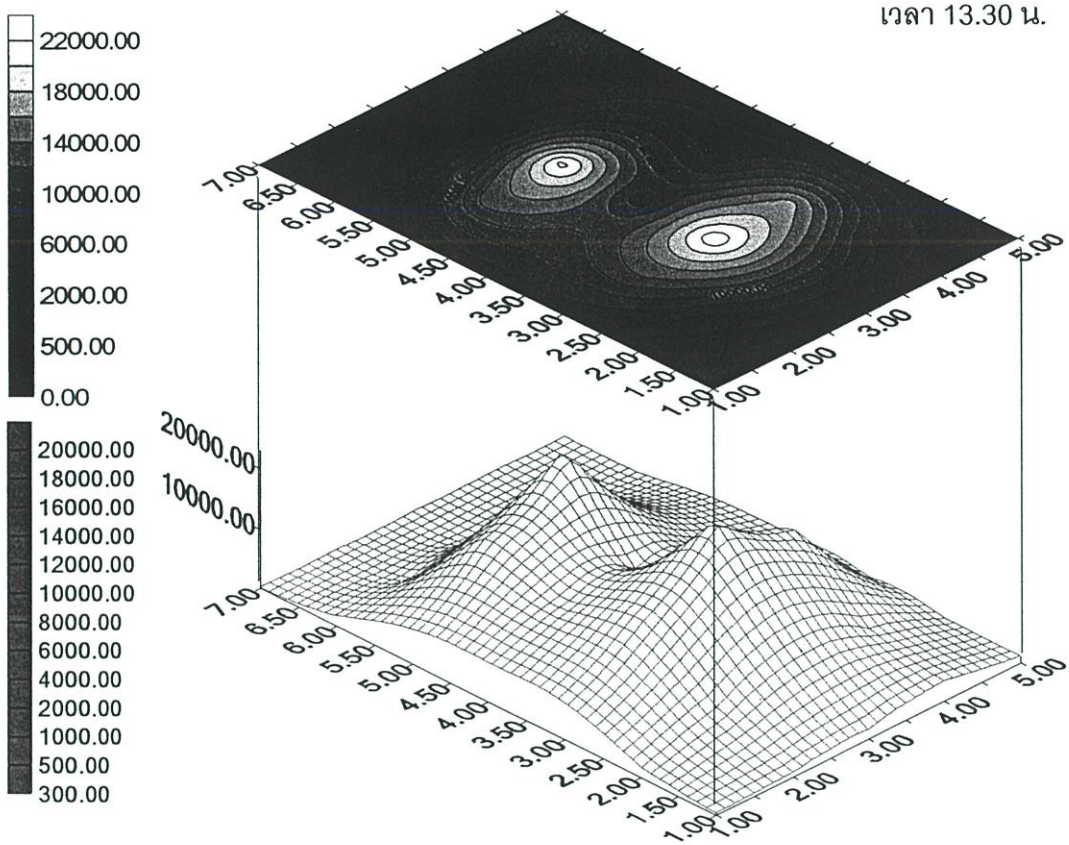
การทดลอง วันที่ 26-04-47



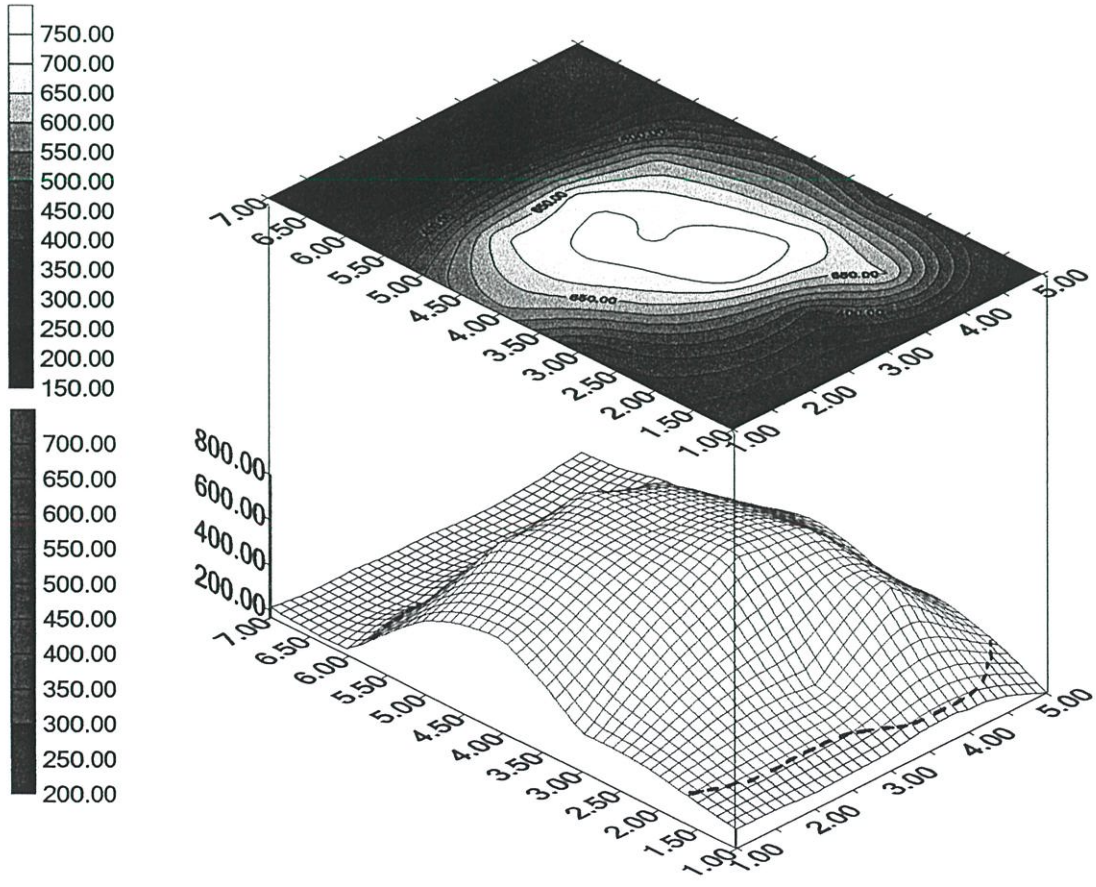

เวลา 11.30 น.
6500.00
5500.00
4500.00
3500.00
2500.00
1500.00
500.00
0.00
6000.00
5500.00
5000.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
300.00
5000.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00

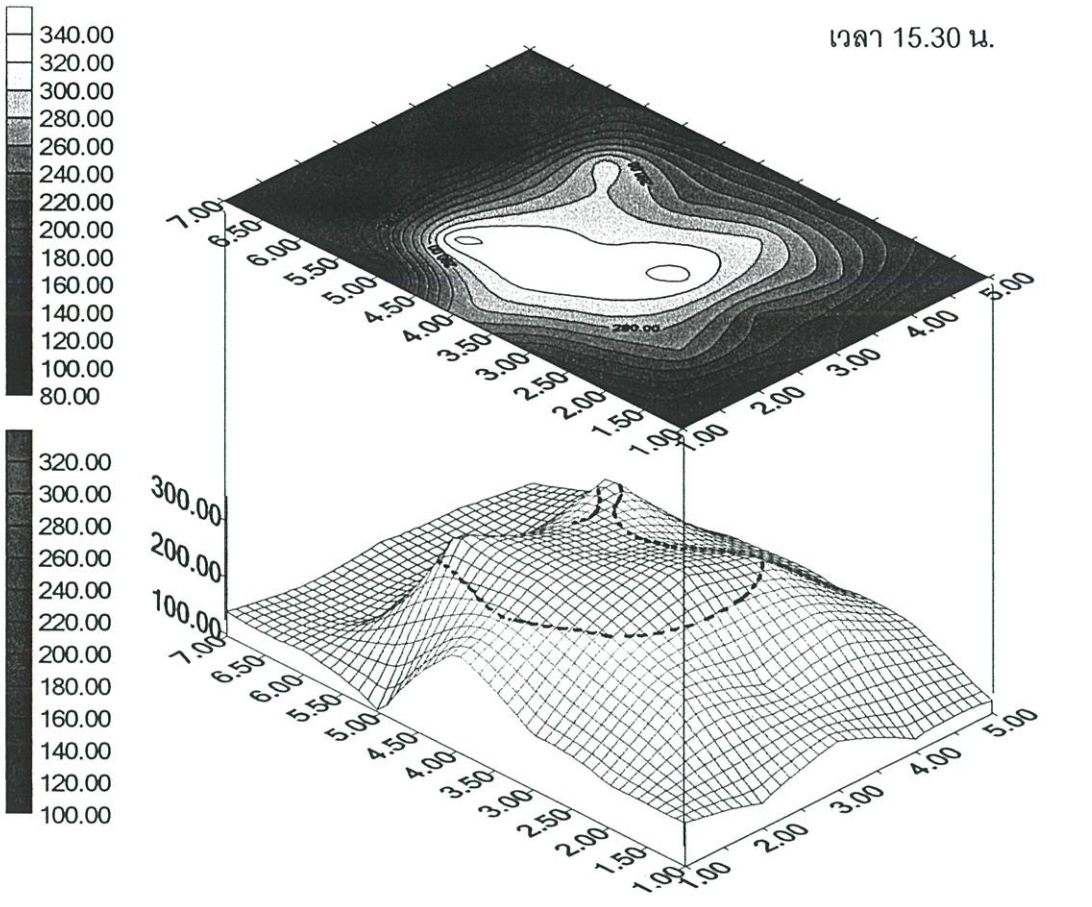

เวลา 12.30 น.
80000.00
70000.00
60000.00
50000.00
40000.00
30000.00
20000.00
10000.00
2500.00
625.00
0.00
70000.00
60000.00
50000.00
40000.00
30000.00
20000.00
10000.00
2500.00
500.00
65000.00
45000.00
25000.00
5000.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00

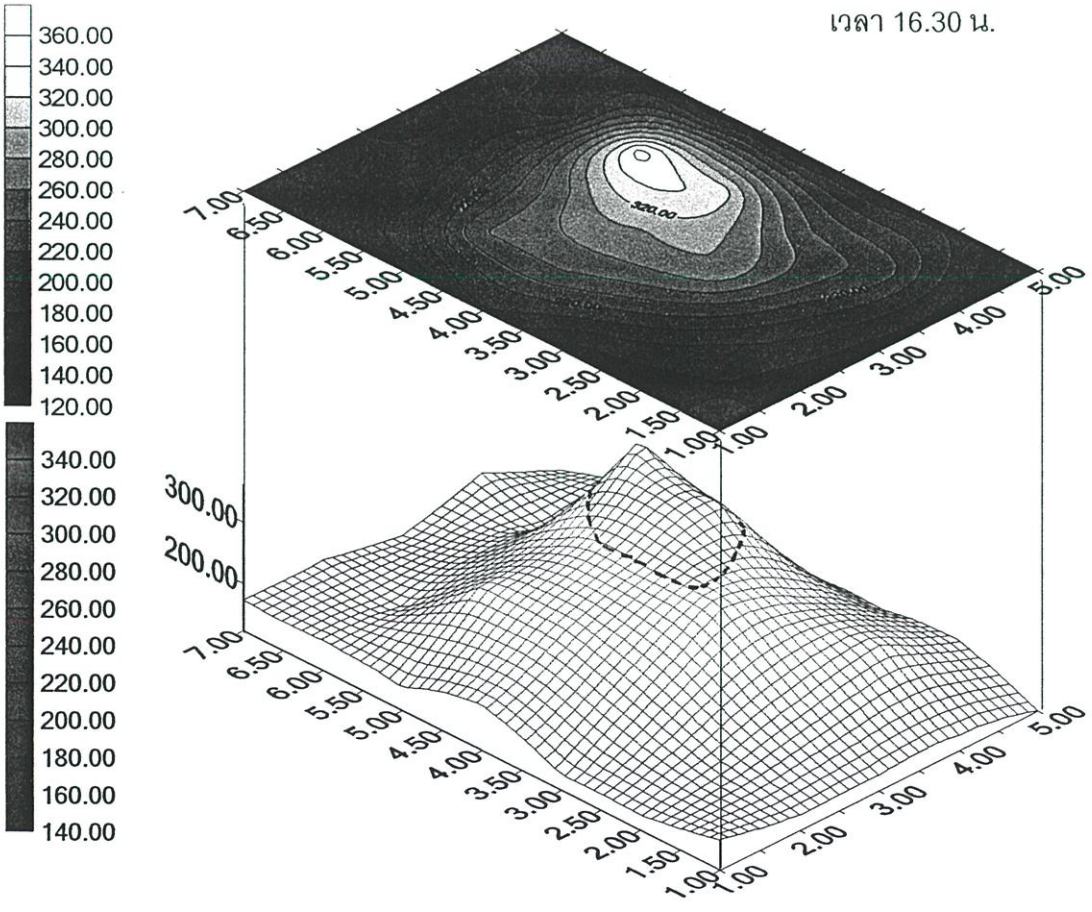
เวลา 13.30 น.



เวลา 14.30 น.

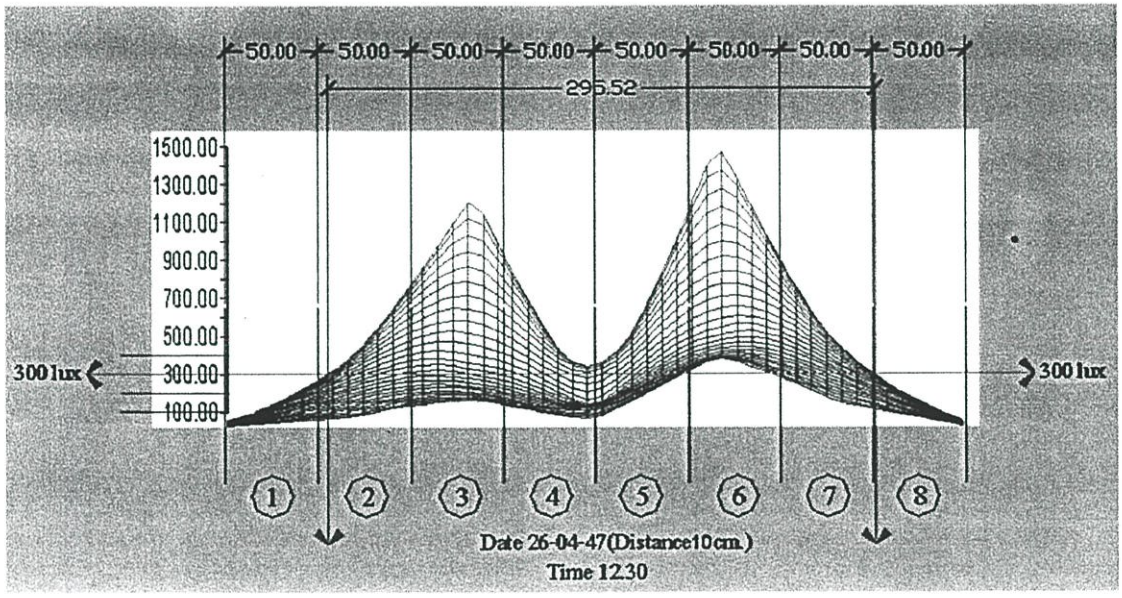



เวลา 15.30 น.
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
100.00
80.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
100.00
300.00
200.00
100.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00


เวลา 16.30 น.
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
300.00
200.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00

5.9.6 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

- จากตารางที่แสดงขอบเขตความสว่างจากประสิทธิภาพการนำแสงโดยปล่องนำแสงแบบ 2 ปล่องระยะห่าง 10 ซม. (รูปแบบตามเงื่อนไขที่ระบุข้างต้น) ช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างสูงสุดคือ เวลา 12.30 น. มีขอบเขตความสว่างถึง 29.55 ซม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:10 หรือ 2.95 ม.หรือ ประมาณ 3.00 ม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:1



รูปที่ 5.15 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงแบบ 2ปล่องโดยระยะระหว่างปล่อง10 ซม.

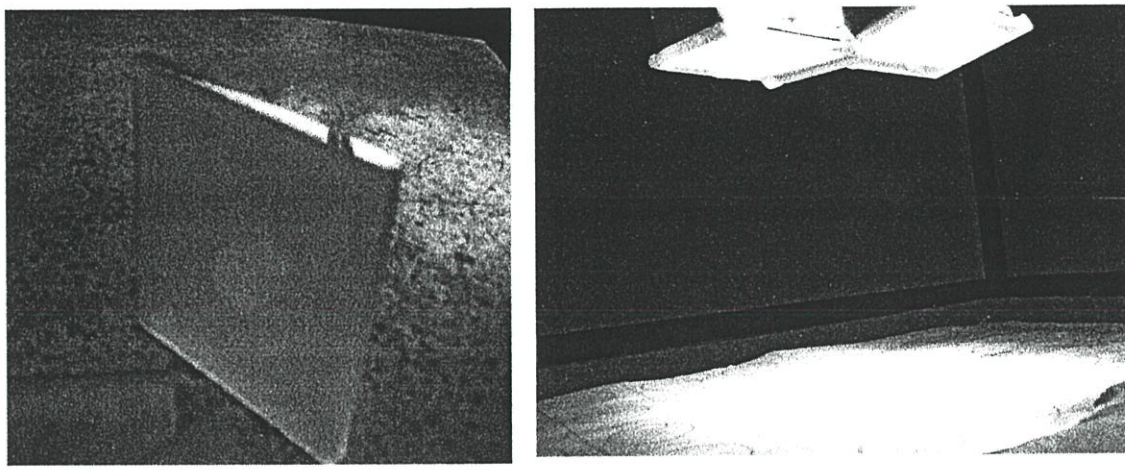
- ช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ (บริเวณปากปล่องและบริเวณพื้นที่ระหว่างปล่อง) ตั้งแต่เวลา 9.30 –15.30 น. (ในสภาพท้องฟ้าและตำแหน่งดวงอาทิตย์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้)
- จากผลการทดลองกราฟมีลักษณะรูปภูเขา จุดยอดสุดคือตำแหน่งปากปล่อง ซึ่งจะมีค่าความสว่างมากที่สุดในช่วงเวลา 12.30 น. ซึ่งมีความชันสูงสุด
- ระดับความสว่าง ณ จุดสูงสุดกับระดับขอบเขต 300 Lux อาจมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจมีการนำแสงสว่างจากไฟฟ้าเข้ามาช่วยเสริมเพื่อลดความแตกต่าง

จากผลการทดสอบหาขอบเขตความสว่างของการจัดตำแหน่งปล่องนำแสงระยะ 10 ซม. และ 15 ซม. ปล่องนำแสงที่ระยะ 15 ซม. ให้ขอบเขตความสว่างมากกว่า เพียงประมาณ 30.4 ซม. และระยะเวลาการใช้งานได้เพียง 14.30 น. ส่วนขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงระยะ 10 ซม. ได้ขอบเขตความสว่างที่ 30.0 ซม. ซึ่งให้ค่าความสว่างเกือบตลอดทั้งวันตามเวลาการใช้งานที่ได้กำหนดไว้ แต่ทั้ง 2 รูปแบบนี้ มีค่าความแตกต่างของความสว่างระหว่างปากปล่องและบริเวณโดยรอบ มากเกินกว่า 30 % ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีแก้ไขต่อไป ซึ่งอาจนำไฟฟ้าแสงสว่างเข้ามาช่วย หรือ ใส่ตัวกระจายแสง เพื่อช่วยกระจายแสงไปพื้นที่โดยรอบและยังลดปริมาณแสงบริเวณปากปล่องได้ด้วย ซึ่งถ้านำตัวกระจายแสงนี้มาประยุกต์ใช้กับรูปแบบปล่องที่ระยะ 10 ซม. จะทำให้ขอบเขตความสว่างมากขึ้นและได้ระยะเวลาการใช้งานตลอดทั้งวันด้วย

5.10 การทดสอบประยุกต์ใช้วัสดุกระจายแสงกับปล่องนำแสง

5.10.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อศึกษาหาขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสง โดยมีการประยุกต์ใช้แผ่นกระจายแสงกับปล่องนำแสง จำนวน 2 ปล่องที่ระยะปล่อง ห่างกัน 10 ซม. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบความสว่าง แล้วนำไปศึกษารูปแบบการจัดวางปล่องนำแสงภายในอาคารต่อไป



รูปที่ 5.16 แสดงภาพวัสดุกระจายแสงและการประยุกต์ใช้กับปล่องนำแสง

5.10.2 วิธีและเงื่อนไขการทดสอบ

- หุ่นจำลองขนาด 1:10 ทำการวัดโดยหันทางทิศใต้ จำนวน 1 ตัว
- ปล่องนำแสงหน้าตัดรูปวงกลม ทำจากแสตนเลสค่าการสะท้อนแสง 60 % ยาว 60 ซม.
- ปล่องนำแสงจำนวน 2 ปล่อง ห่างกันระยะ 10 ซม.
- ปากปล่องภายในปิดแผ่นกระจกฝ้าขนาด 5 ซม. X 5 ซม. หนา 6 มม.
- ห้องขนาด 80 ซม X 60 ซม. สูง 35 ซม. ปล่องสูงระดับ 30 ซม.
- ปากปล่องรับแสงหน้าตัด สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 5X5 ซม. โค้ง 90 องศา ทำจากแสตนเลสเงา มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 60 %
- ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.30 – 16.30 ของทุกวันที่ทำการทดลอง (เวลาที่พิจารณานี้เป็นเวลาการใช้งานของอาคารกรณีศึกษา) ที่ระดับ Working Plane

5.10.3 การทดลองการประยุกต์ตัวกระจายแสงกับปล่องนำแสงเพื่อหาขอบเขตความสว่างภายใน

ตารางที่ 5.77 แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ใส่แผ่นกระจายแสง)

การทดลอง วันที่ 27-04-47

เวลา 9.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

158	277	409	343	290	198	119
198	343	580	554	501	343	158
171	382	567	593	567	382	185
185	264	409	448	501	343	185
185	211	250	277	290	237	158

เวลา 10.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

125	218	299	343	280	218	106
156	461	629	716	660	417	137
156	374	611	779	773	492	162
118	237	361	461	486	330	118
112	150	193	218	274	181	93

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 11.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

243	417	525	530	509	200	114
384	893	1444	1098	1131	346	179
460	974	1482	1628	1894	487	157
325	774	963	1169	1066	379	151
195	373	465	498	433	233	114

เวลา 12.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

2309	4561	6235	5715	5542	2887	1328
2887	10853	15298	13971	12874	5715	2078
2713	15010	21071	20783	19224	9121	2482
2656	8660	12758	13047	13278	6004	2309
1790	3406	5080	7159	7447	3752	1616

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 13.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

713	1116	1116	961	992	682	403
1147	2107	2293	1921	1642	1054	589
682	1921	2789	2355	1952	1333	465
682	1147	1890	1735	1240	930	496
558	775	992	930	837	558	465

เวลา 14.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

228	285	299	285	242	200	185
242	399	499	428	385	242	200
257	385	542	456	442	242	171
228	285	399	399	385	271	214
228	257	257	285	257	214	242

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

ตารางที่ 5.77(ต่อ) แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ใส่แผ่นกระจายแสง)

เวลา 15.30 น. ความสว่างภายใน (lux) **เวลา 16.30 น.** ความสว่างภายใน (lux)

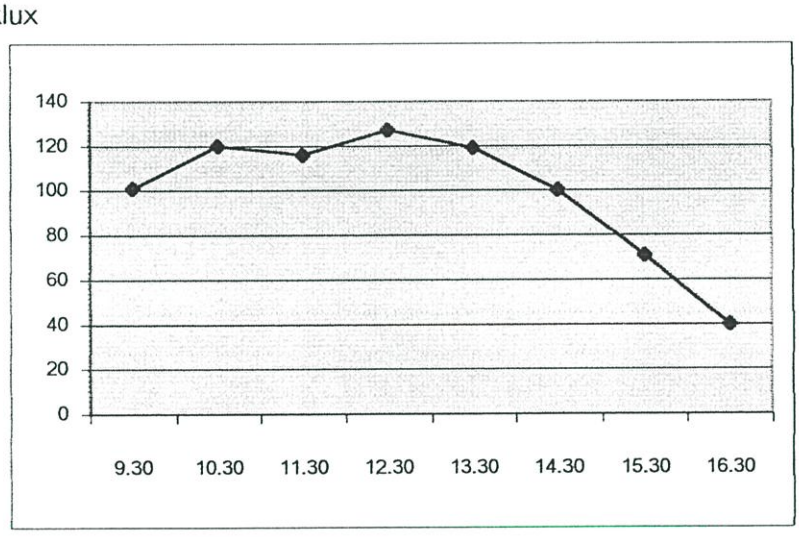
119	151	173	151	151	119	97
141	216	292	238	227	162	141
151	216	281	271	260	206	97
130	173	227	227	227	141	119
130	130	162	173	173	151	119

99	124	124	112	112	74	74
99	173	198	173	161	99	87
99	161	211	186	186	112	74
99	124	149	149	136	112	74
87	99	124	136	112	99	74

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

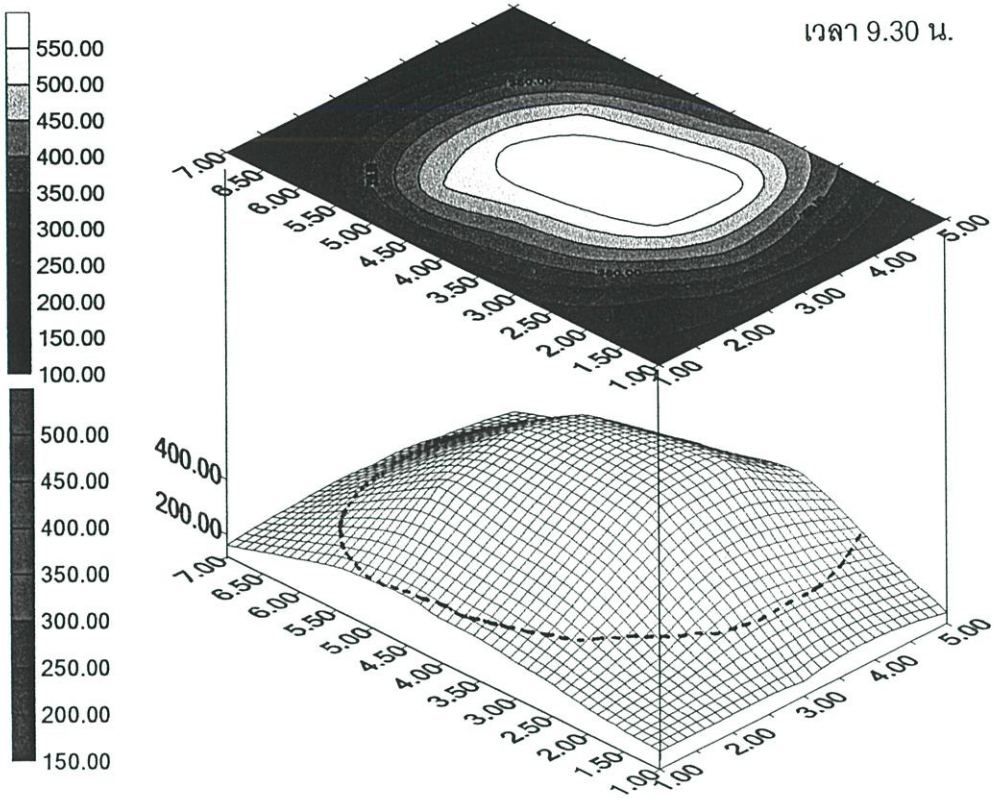
กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก ของวันที่ 27-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

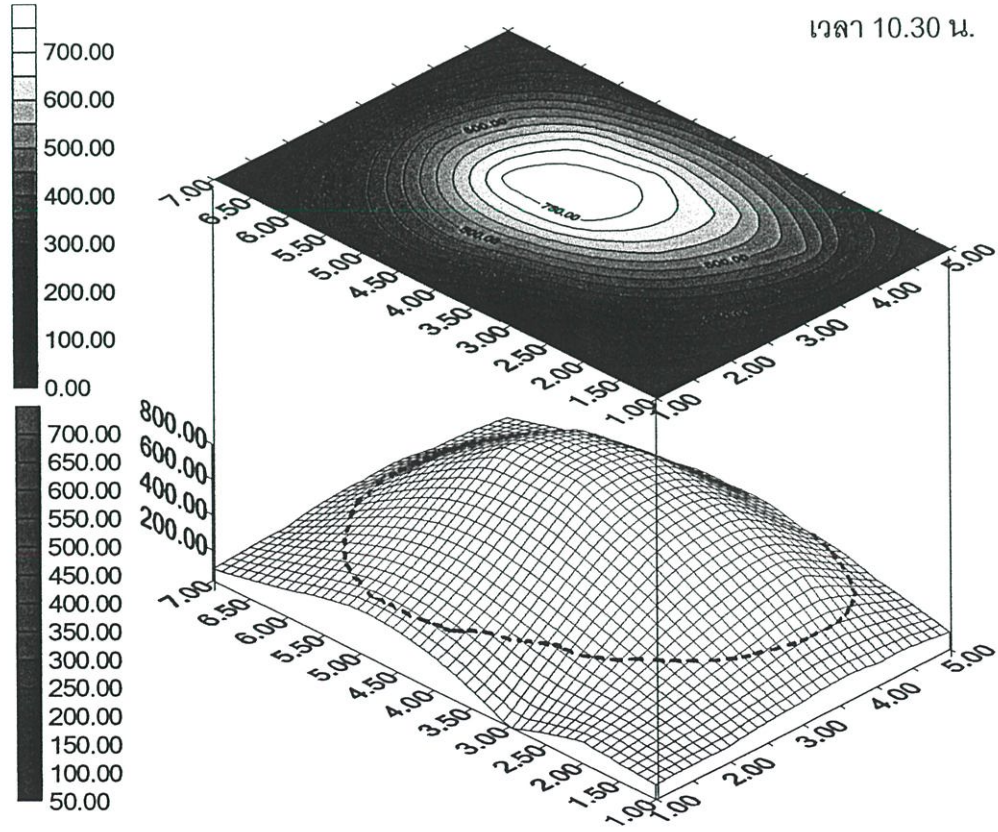
Time	klux
9.30	101
10.30	120
11.30	116
12.30	127
13.30	119
14.30	100
15.30	71
16.30	40

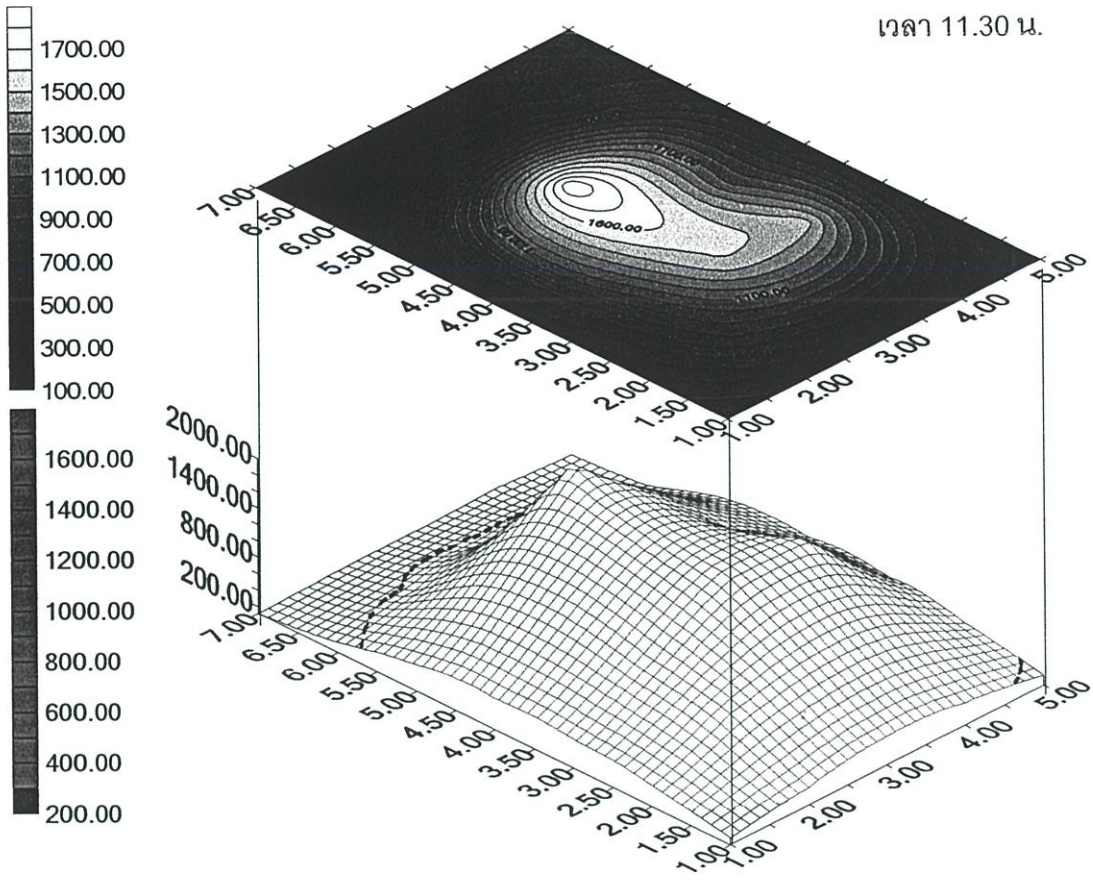


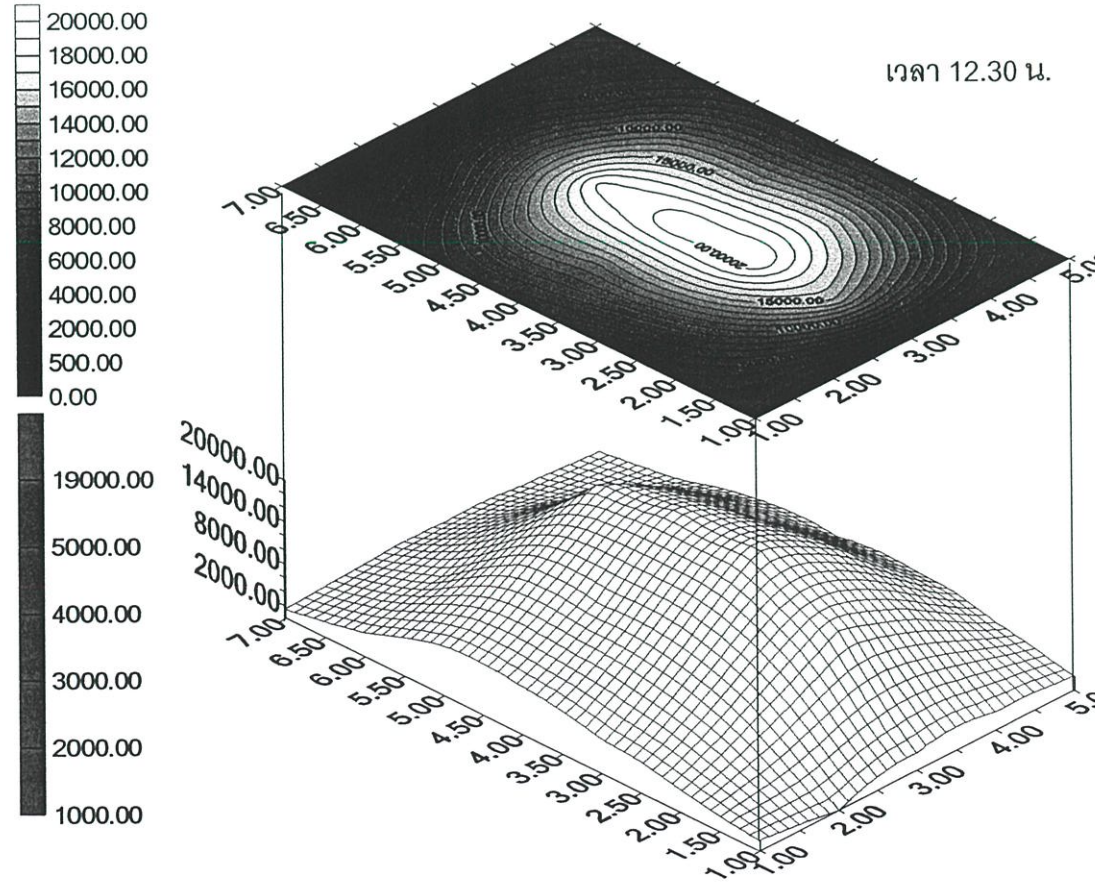
กราฟแสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10

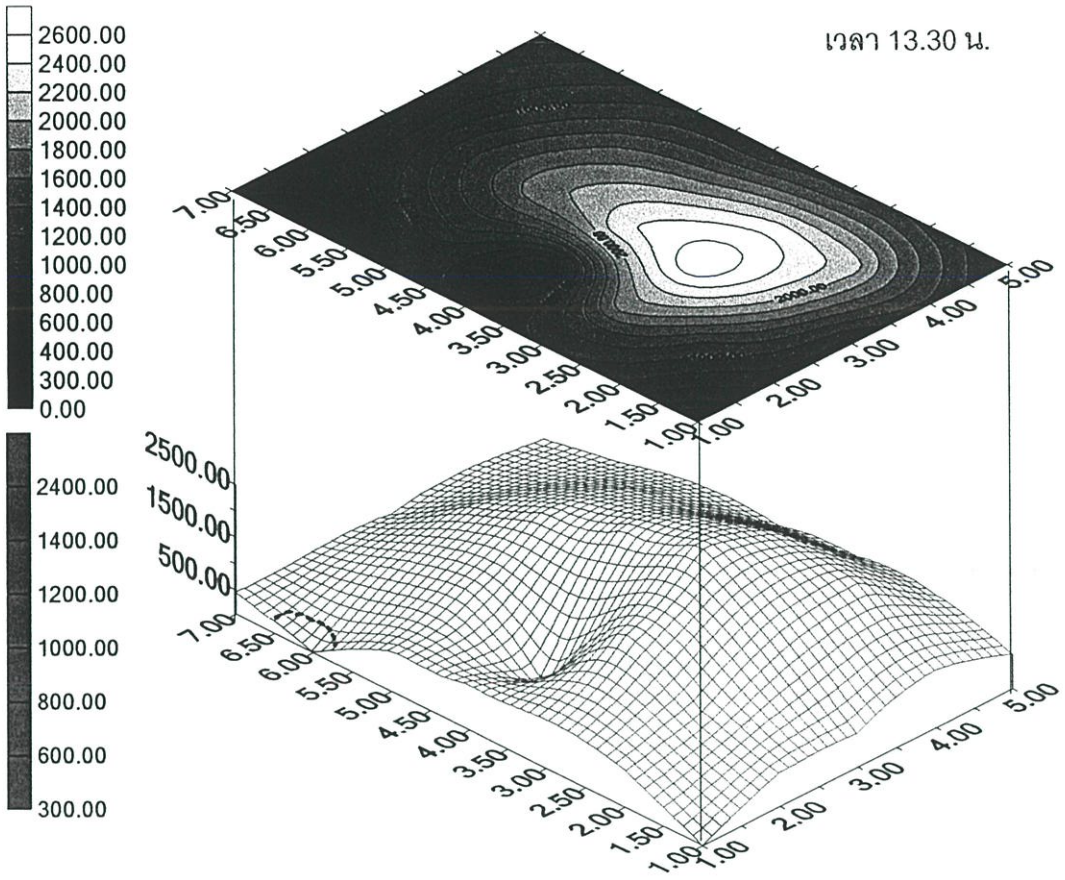
การทดลอง วันที่ 27-04-47

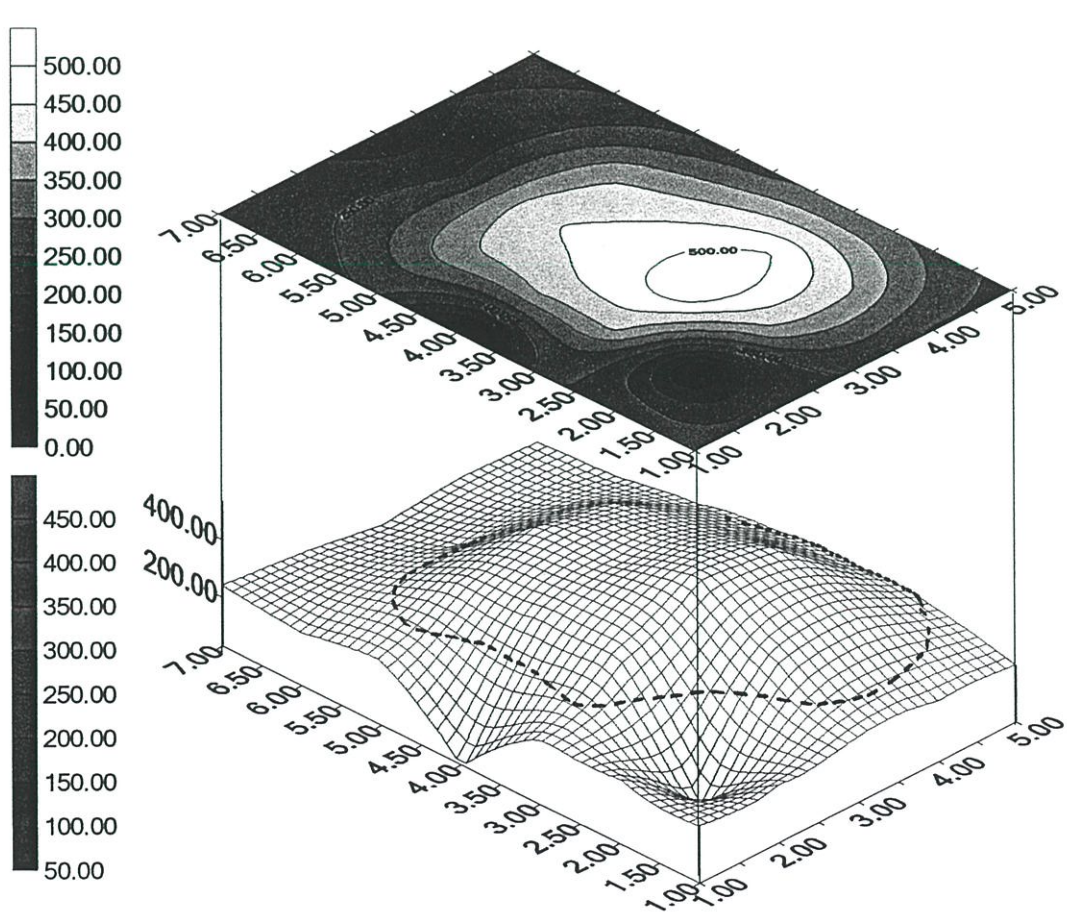




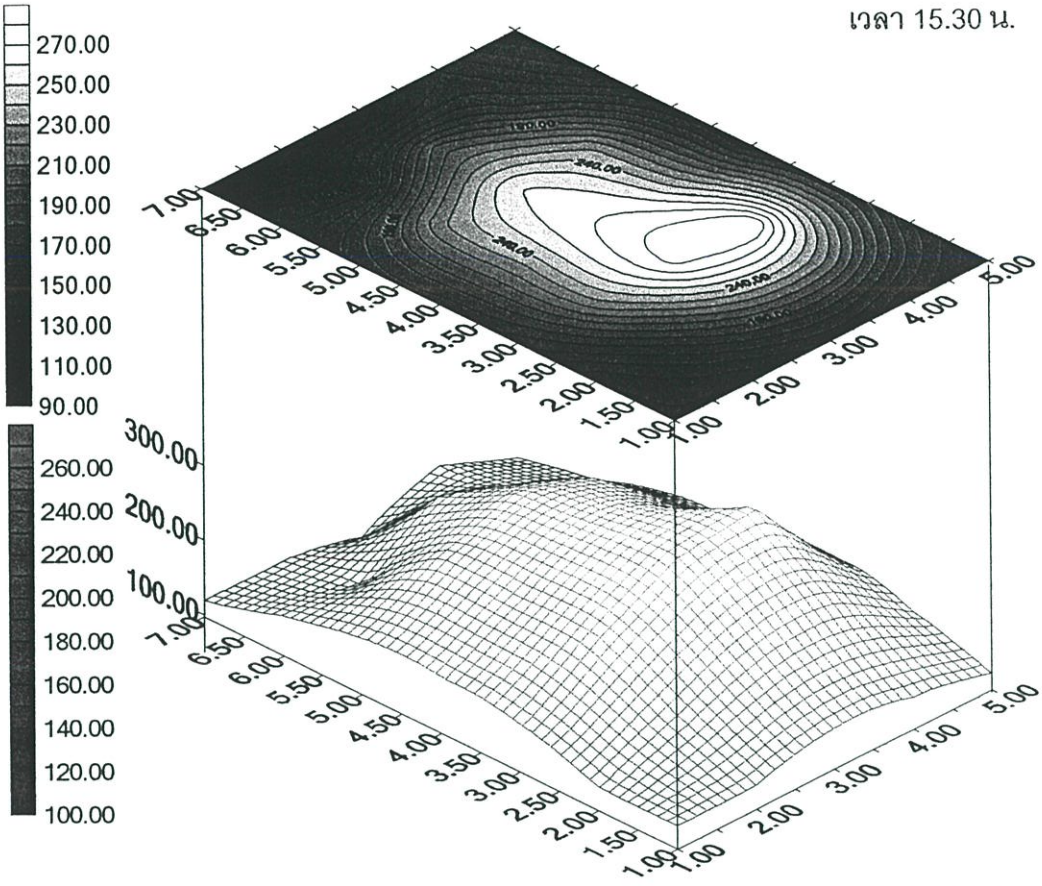

เวลา 11.30 น.
1700.00
1500.00
1300.00
1100.00
900.00
700.00
500.00
300.00
100.00
1600.00
1400.00
1200.00
1000.00
800.00
600.00
400.00
200.00
2000.00
1400.00
800.00
200.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00


เวลา 12.30 น.
20000.00
18000.00
16000.00
14000.00
12000.00
10000.00
8000.00
6000.00
4000.00
2000.00
500.00
0.00
19000.00
5000.00
4000.00
3000.00
2000.00
1000.00
20000.00
14000.00
8000.00
2000.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00

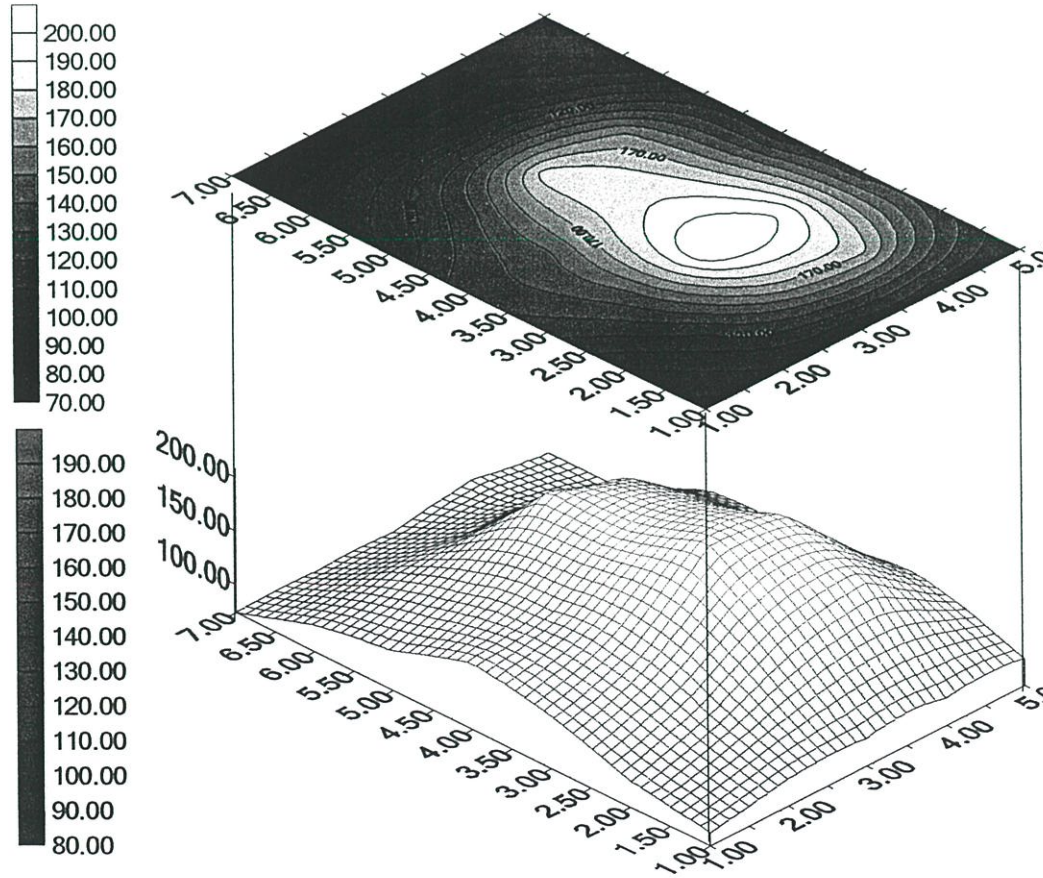

เวลา 13.30 น.
2600.00
2400.00
2200.00
2000.00
1800.00
1600.00
1400.00
1200.00
1000.00
800.00
600.00
400.00
300.00
0.00
2400.00
1400.00
1200.00
1000.00
800.00
600.00
300.00
2500.00
1500.00
500.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00


เวลา 14.30 น.
500.00
450.00
400.00
350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
450.00
400.00
350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
400.00
200.00
500.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00

เวลา 15.30 น.



เวลา 16.30 น.



ตารางที่ 5.78 แสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10 (ใส่แผ่นกระจายแสง)

การทดลอง วันที่ 30-04-47

เวลา 9.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

343	422	501	527	461	356	290
382	593	817	830	725	409	343
382	619	870	870	725	461	330
382	474	659	633	580	488	356
369	395	461	448	435	369	343

เวลา 10.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

162	187	324	405	361	417	218
212	467	829	760	991	928	392
218	542	935	1090	1277	1096	455
181	386	660	735	598	604	324
174	262	442	349	349	336	237

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 11.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

233	514	849	1028	1607	839	276
314	1001	2716	2532	2986	1212	384
319	947	2748	2916	2976	1461	362
384	757	1894	2386	2689	849	254
222	287	557	812	839	487	206

เวลา 12.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

2713	5484	8255	6639	8371	4272	2367
3579	13567	27364	20090	27710	8429	2713
3579	15241	34176	31809	30770	10103	2771
2944	8717	25574	26902	21360	6408	2598
2598	5080	14490	15933	12932	4792	2309

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 13.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

341	465	527	620	465	310	248
434	651	1178	1116	1023	465	341
434	744	1550	1797	1364	682	341
403	589	1116	1426	1333	558	341
341	465	775	806	682	434	279

เวลา 14.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

257	356	371	314	285	257	228
314	413	470	456	399	299	257
314	399	584	570	542	285	257
299	356	485	470	442	314	257
285	314	356	342	371	257	242

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

เวลา 15.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

151	173	238	184	151	119	108
141	162	303	281	195	141	119
151	162	390	271	249	162	119
151	141	314	292	238	151	130
141	162	216	195	173	141	130

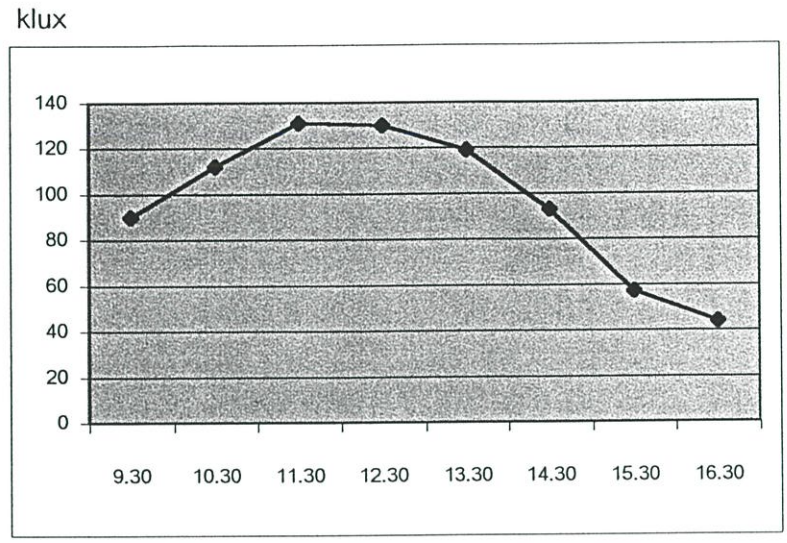
เวลา 16.30 น. ความสว่างภายใน (lux)

149	173	186	173	161	136	112
149	186	248	235	211	161	124
161	186	260	260	260	186	136
149	161	198	223	223	173	136
161	173	186	173	186	161	136

ตารางเก็บข้อมูล ช่องขนาด 5X5 ซม.จำนวน 40 ช่อง/1 ช่วงเวลา

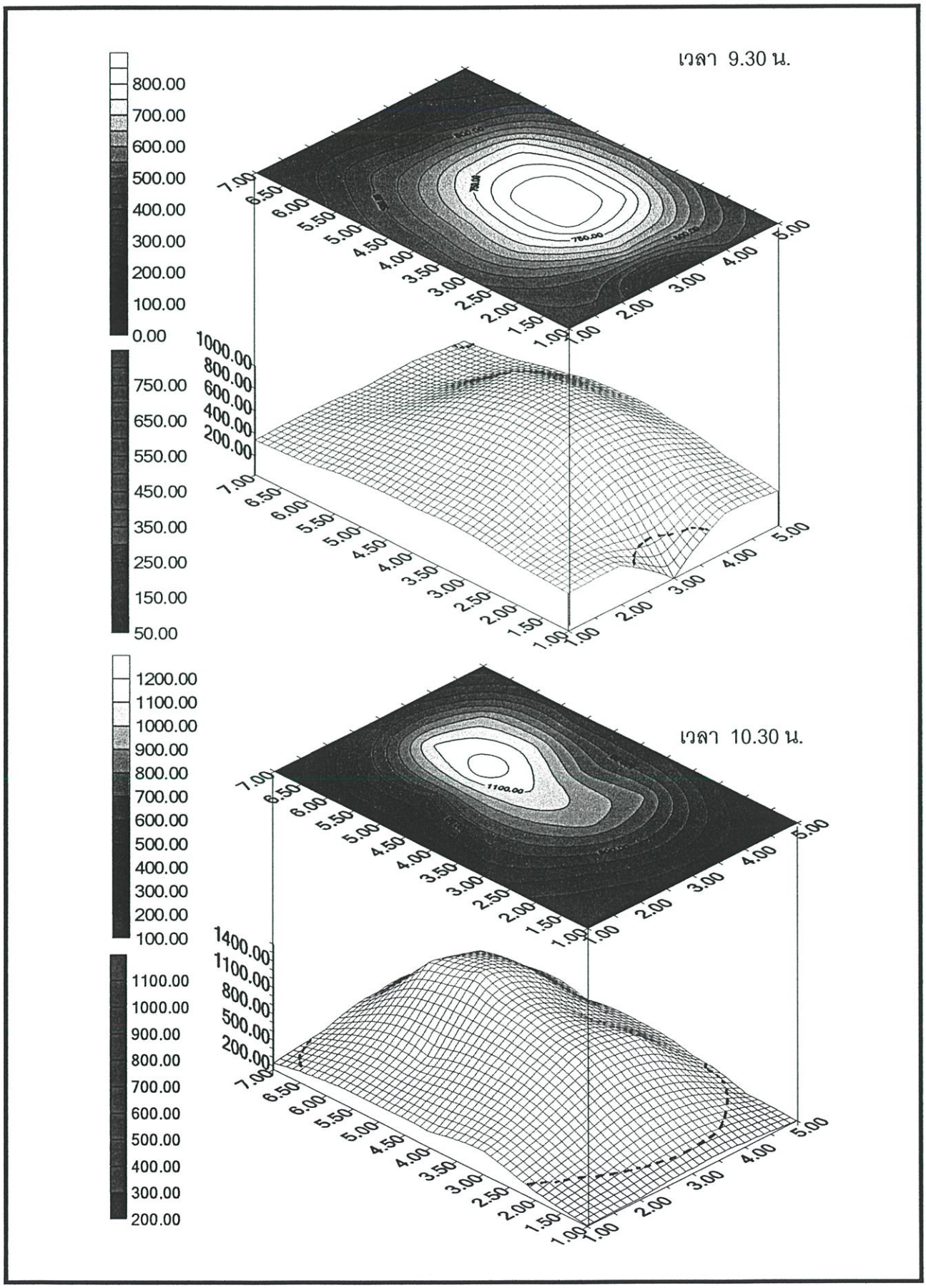
กราฟแสดงค่าความสว่างภายนอก(klux) ของวันที่ 30-04-47 ตั้งแต่เวลา 9.30-16.30 น.

Time	klux
9.30	90
10.30	112
11.30	131
12.30	130
13.30	119
14.30	93
15.30	57
16.30	44

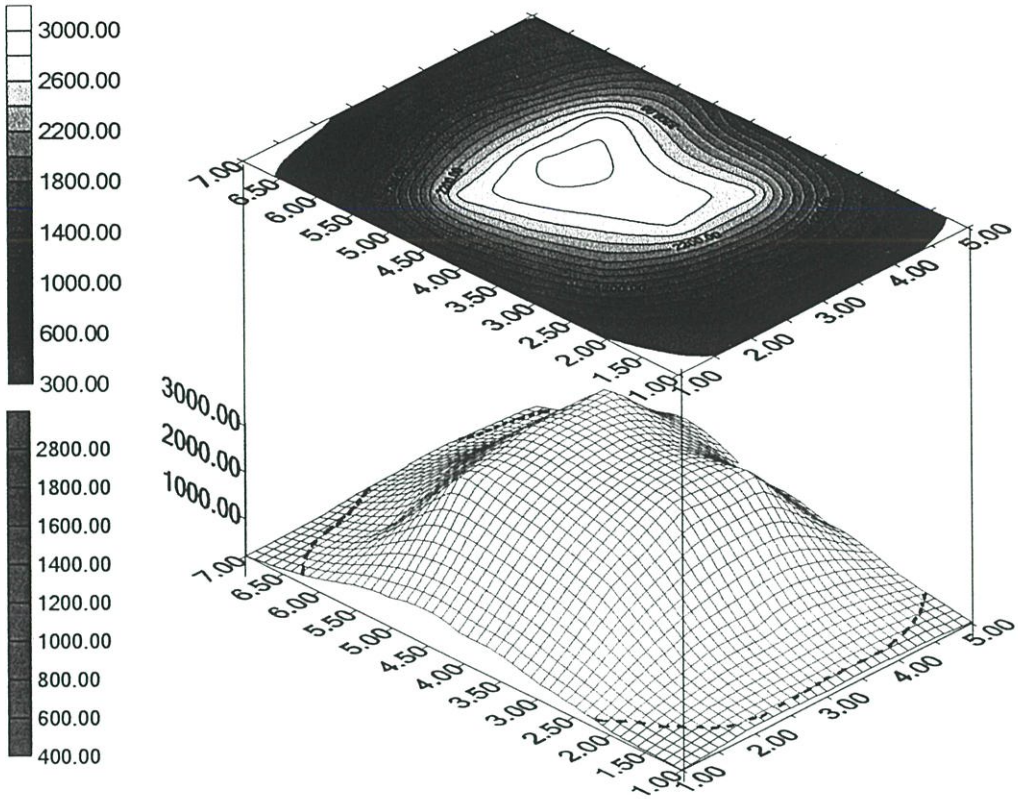


กราฟแสดงค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองขนาด 1:10

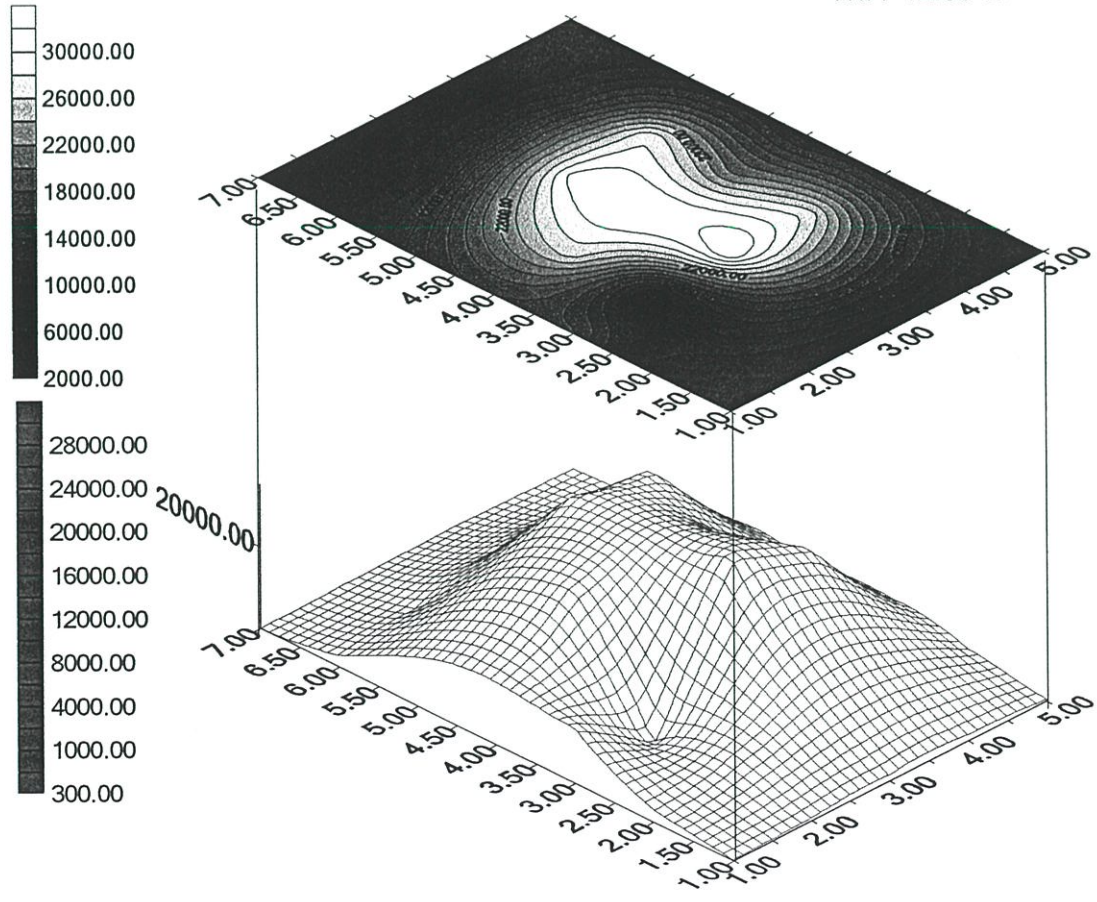
การทดลอง วันที่ 30-04-47

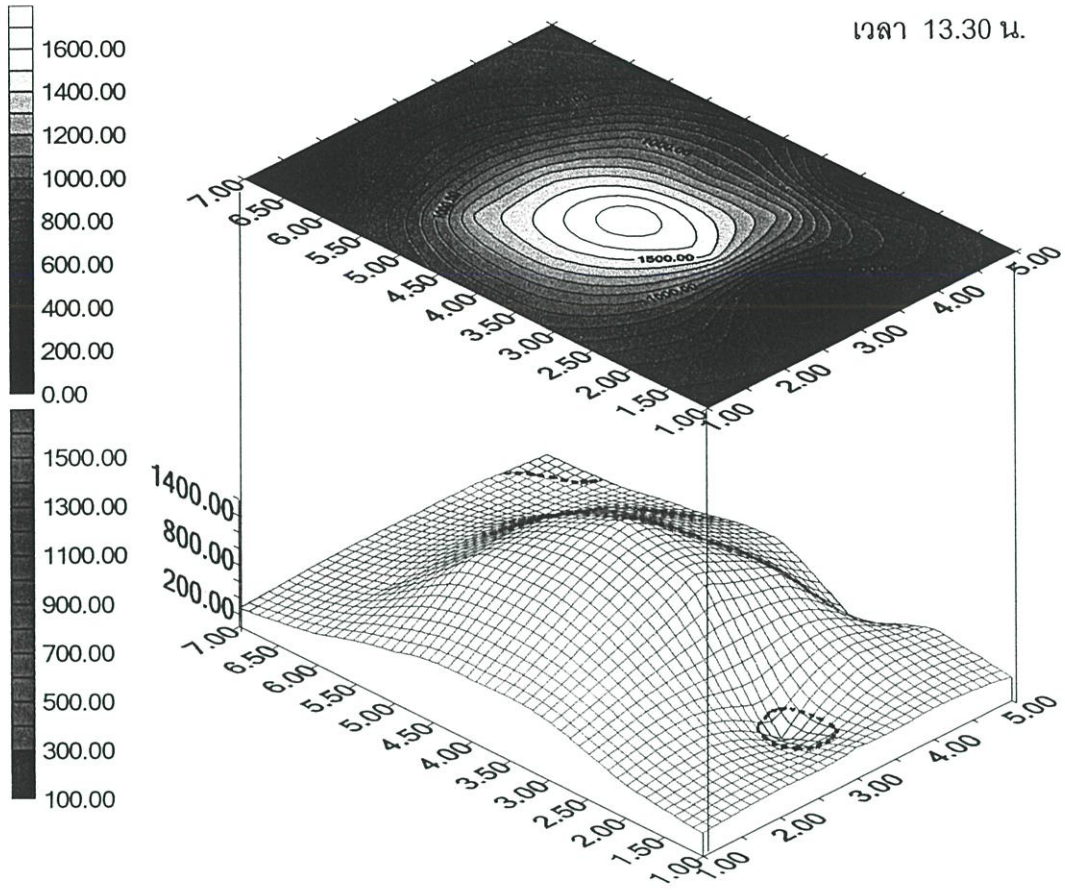


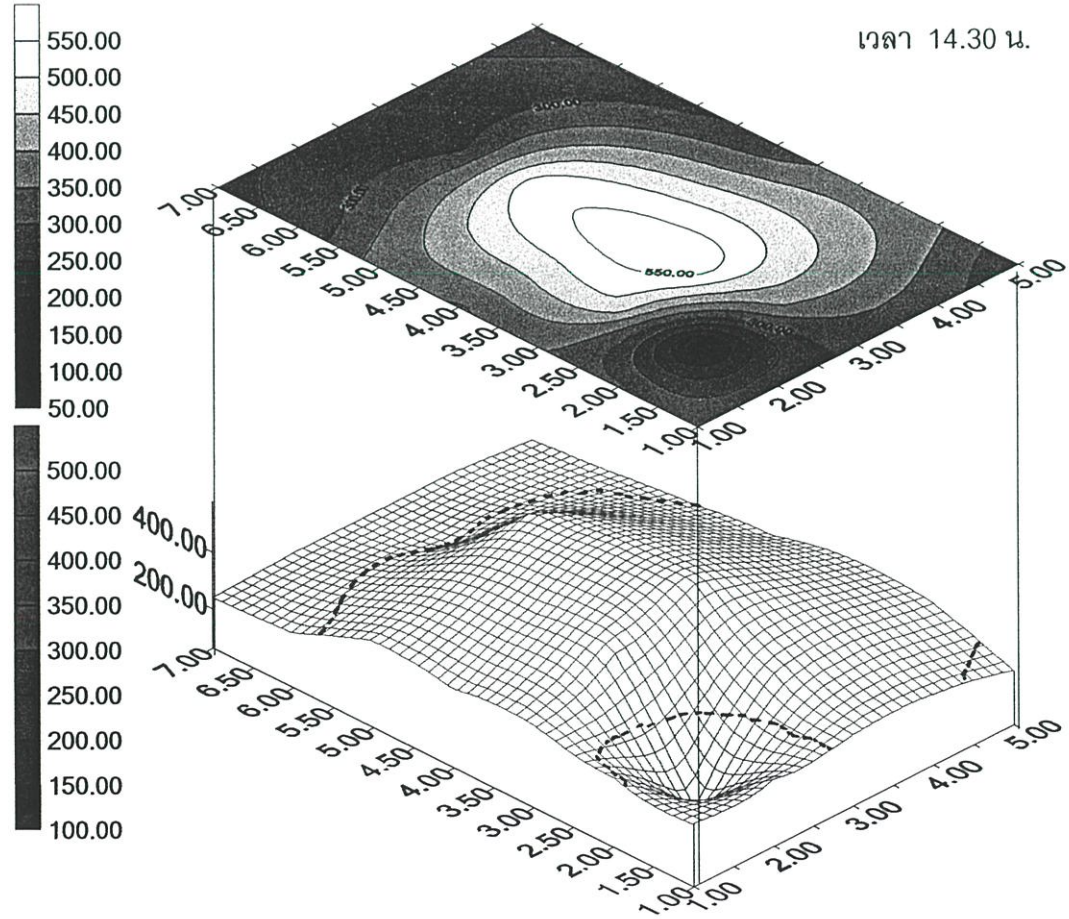
เวลา 11.30 น.

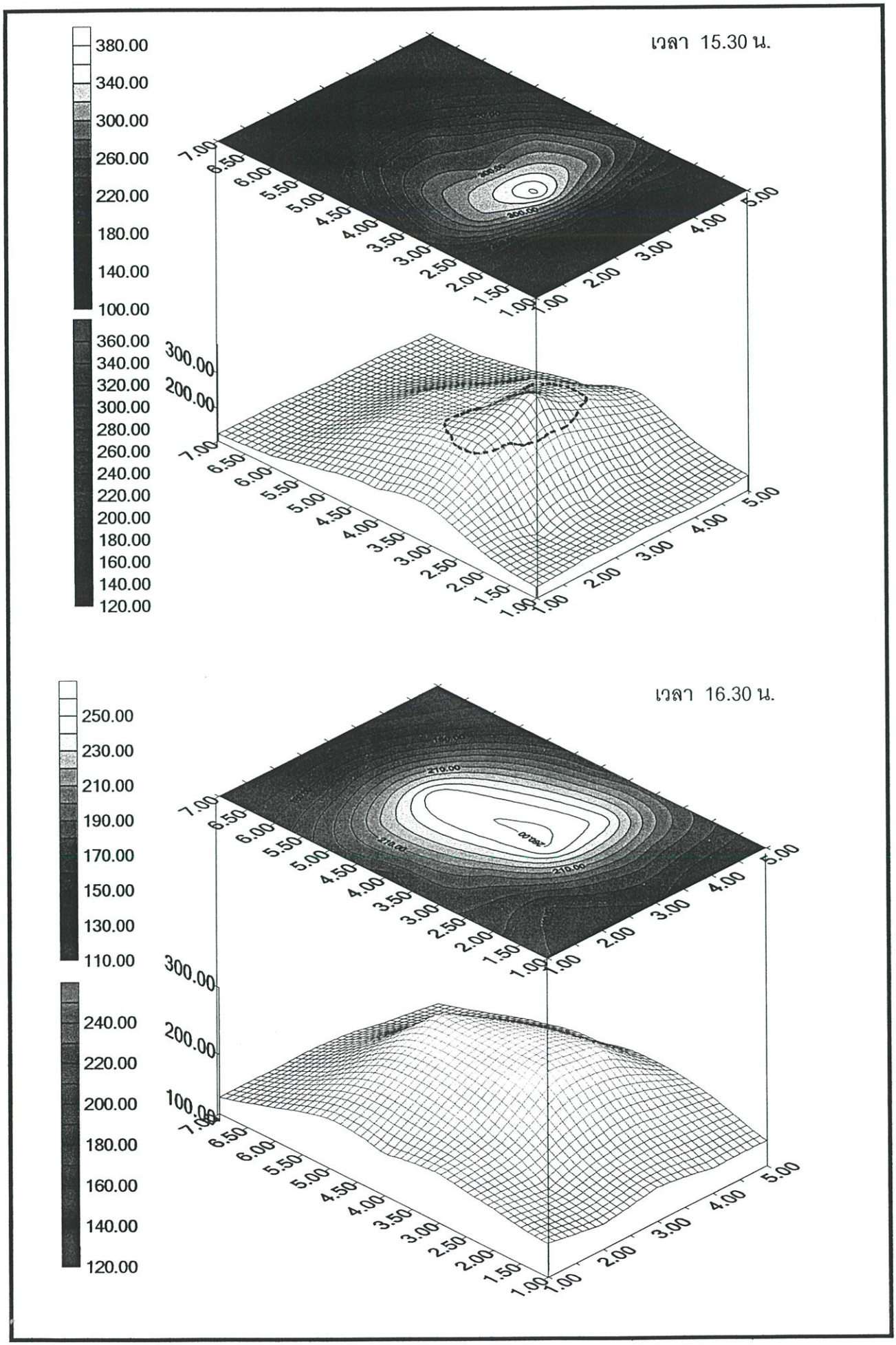


เวลา 12.30 น.



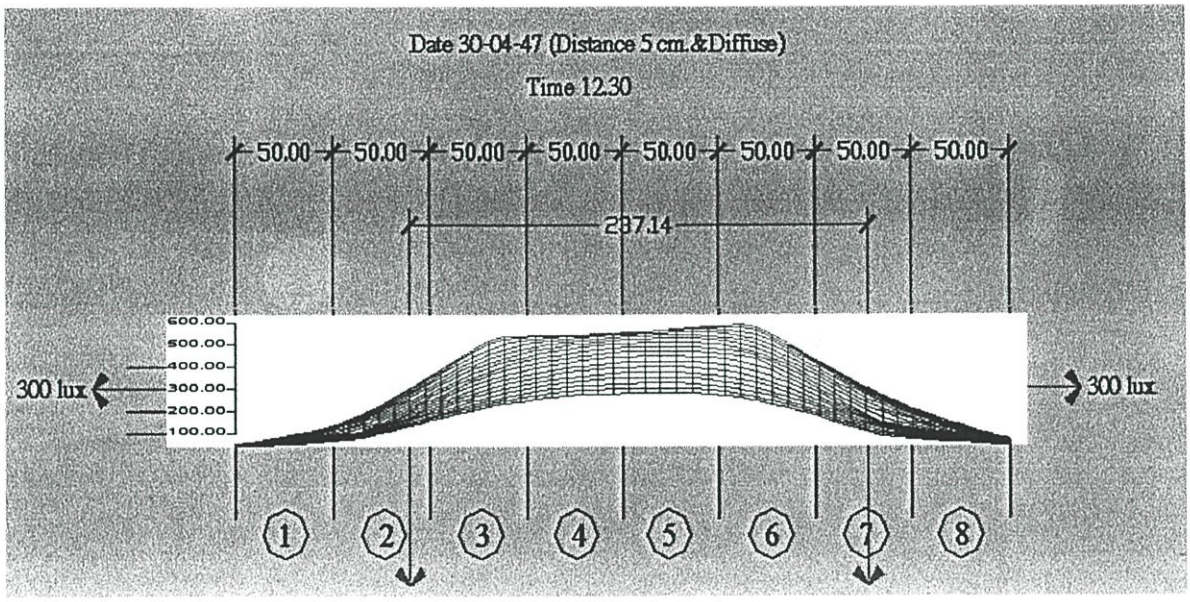

เวลา 13.30 น.
1600.00
1400.00
1200.00
1000.00
800.00
600.00
400.00
200.00
0.00
1500.00
1300.00
1100.00
900.00
700.00
500.00
300.00
100.00
1500.00
1400.00
800.00
200.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00


เวลา 14.30 น.
550.00
500.00
450.00
400.00
350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
500.00
450.00
400.00
350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
550.00
400.00
200.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00


เวลา 15.30 น.
380.00
340.00
300.00
260.00
220.00
180.00
140.00
100.00
360.00
340.00
320.00
300.00
280.00
260.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
300.00
200.00
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
เวลา 16.30 น.
250.00
230.00
210.00
190.00
170.00
150.00
130.00
110.00
240.00
220.00
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
300.00
200.00
100.00

5.10.5 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

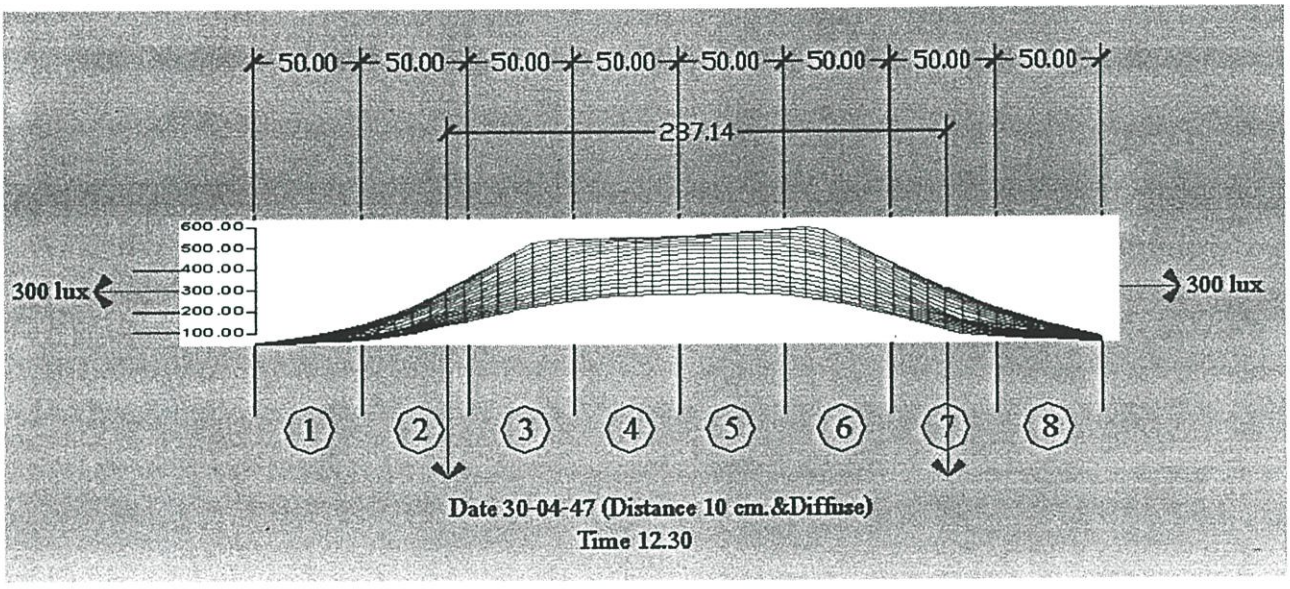
จากตารางที่แสดงขอบเขตความสว่างจากประสิทธิภาพการนำแสงโดยปล่องนำแสง ระยะห่าง 10 ซม. (รูปแบบตามเงื่อนไขที่ระบุข้างต้น) ติดแผ่นกระจายแสงเป็นกระจกฝ้า หนา 6 มม. ทำการทดสอบ 2 วัน เลือกวันที่ 30-04-47 มาวิเคราะห์ เนื่องจากมีความแปรปรวนของแสงสว่างน้อยที่สุดโดยช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างสูงสุดคือ เวลา 12.30 น. มีขอบเขตความสว่างถึง 23.70 ซม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:10 หรือ 2.37 ม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:1

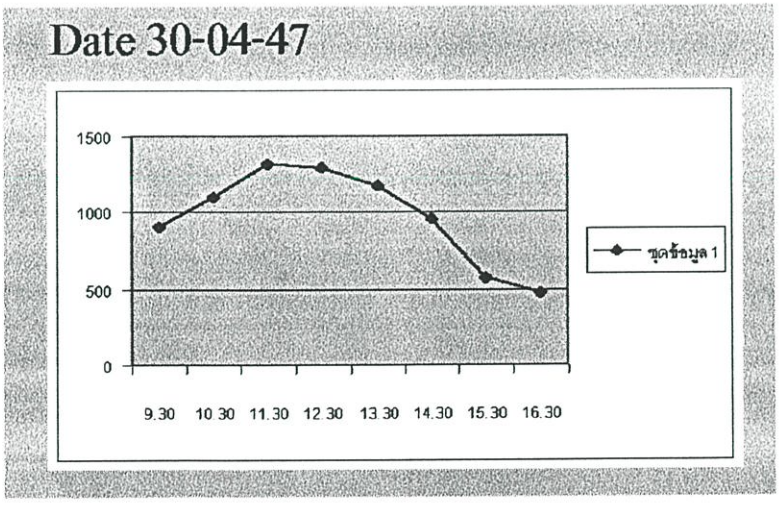


รูปที่ 5.17 แสดงขอบเขตความสว่างของปล่องนำแสงระยะระหว่างปล่อง 10 ซม. โดยติดตั้งแผ่นกระจายแสงภายใน

- ช่วงเวลาที่มีค่าความสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ (บริเวณปากปล่องและบริเวณพื้นที่ระหว่างปล่อง) ตั้งแต่เวลา 9.30 –14.30 น. (ในสภาพท้องฟ้าและตำแหน่งดวงอาทิตย์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้)
- จากผลการทดลองกราฟมีลักษณะรูปภูเขา แต่ไม่มีความชันมาก เนื่องจากการใช้แผ่นกระจายแสงช่วยกรองแสงสว่างระดับหนึ่ง ซึ่งจะมีค่าความสว่างมากที่สุดในช่วงเวลา 12.30 น. มีจุดยอดกราฟความสว่างในช่วงปากปล่องทั้ง 2 ข้างและบริเวณกึ่งกลางปล่อง อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งต่างกับการไม่ได้ใช้แผ่นกระจายแสง ทำให้ลดปัญหาความแตกต่างของแสงสว่างได้
- เนื่องจากการใช้แผ่นกระจายแสงทำให้ค่าความสว่างลดลงระดับหนึ่งและขอบเขตความสว่างลดลงประมาณ 70 ซม. (ในหุ่นจำลอง 1:1) แต่ลดปัญหาความแตกต่างของแสงสว่างได้ ระยะเวลาการใช้งานลดลง คือ ใช้ได้ในเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ตั้งแต่เวลา 9.30 –14.30 น.

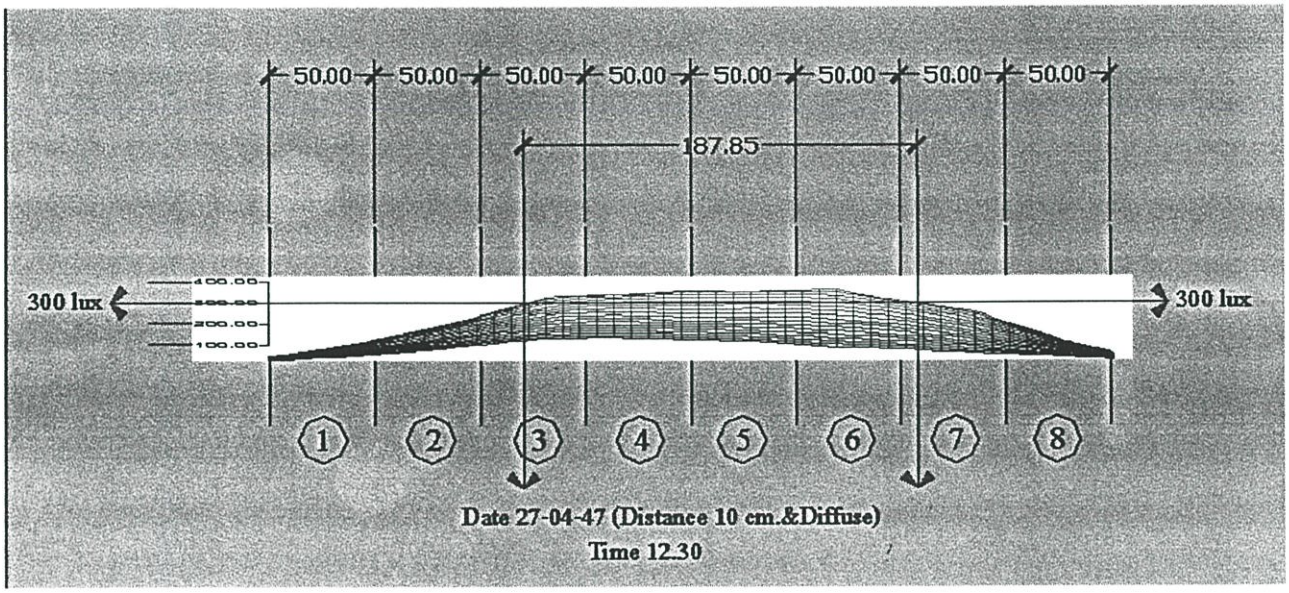
จากการทดลองนี้ได้ทำการทดสอบต่อ เกี่ยวกับสภาพท้องฟ้าที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อประสิทธิภาพการนำแสงของปล่องนำแสง(ในรูปแบบตามขอบเขตการศึกษา) อย่างไร ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบค่าความสว่างภายใน จากการวัดค่าความสว่างในเวลาเดียวกัน และ ค่าความสว่างใกล้เคียงกัน แต่ สภาพท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง ณ. เวลา 12.30 น.

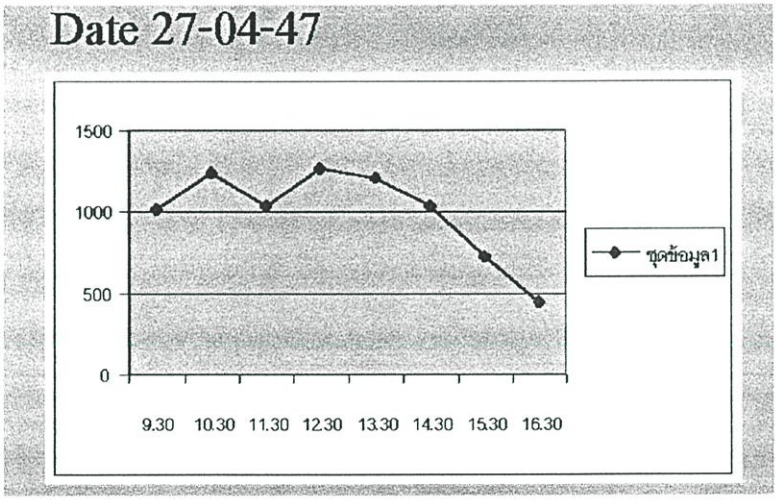




รูปที่ 5.18 แสดงค่าความสว่าง วันที่30-04-47 ณ. เวลา 12.30

กราฟแสดงค่าความสว่าง ภายใน และ ภายนอก วันที่ 27-04-47





รูปที่ 5.19 แสดงค่าความสว่าง วันที่ 27-04-47 ณ. เวลา 12.30

จากรูปที่ 5.18 และ 5.19 แสดงให้เห็นว่าเวลา 12.30 ของวันที่ 30-04-47 แสงสว่างภายนอกลดลง ทำให้ค่าความสว่างภายในปล่องลดลงตามลำดับ ซึ่งจากกราฟความสว่างภายนอกของทั้ง 2 กราฟมีลักษณะคล้ายกันและค่าความสว่าง ณ. เวลาอื่นใกล้เคียงกัน

บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการออกแบบปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในควบคู่กับการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อลดการใช้พลังงานโดยทำการศึกษาและทดสอบทางกายภาพต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการนำแสงของปล่องนำแสง โดยใช้หุ่นจำลองขนาด 1:1 และหุ่นจำลองขนาด 1:10 เปรียบเทียบความสว่าง เนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับงานวิจัยนี้จึงไม่สามารถทดสอบโดยใช้หุ่นจำลองขนาด1:1 ได้ทุกการทดสอบจึงทำการทดสอบเปรียบเทียบหาความแตกต่างของปริมาณแสงสว่างภายในจากขนาดของหุ่นจำลองที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบค่าความสว่างภายใน ในการทดสอบอื่นๆต่อไป โดยใช้หุ่นจำลองขนาด 1:10 ในเงื่อนไขต่างๆเป็นเครื่องมือในการทดสอบ และ ทำการเก็บข้อมูลเฉพาะวันที่มีสภาพท้องฟ้าแจ่มใส เนื่องจากข้อจำกัดทางการศึกษานี้ จึงไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลได้ตลอดทั้งปี และวันที่นำมาวิเคราะห์เป็นวันที่มีสภาพท้องฟ้าและค่าความสว่างภายนอกใกล้เคียงกัน(วันที่มีความแปรปรวนของสภาพท้องฟ้าน้อยที่สุด) และทำการเก็บข้อมูลปริมาณแสงสว่าง ภายในและภายนอก ที่ระดับ Working Plane โดยพิจารณาประสิทธิภาพการนำแสงตามมาตรฐาน IES และ CIE ซึ่งผลการทดสอบเป็นแนวทางดังนี้

จากงานวิจัยนี้ ปล่องนำแสงจะมีประสิทธิภาพการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ดีที่สุดเมื่อหันปล่องรับแสงทางด้านใต้ อาจเนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการทดสอบนี้เป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมทางทิศใต้ จึงส่งผลให้ทางทิศใต้มีประสิทธิภาพการนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ดีที่สุด ในรูปแบบปล่องนำแสงที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากพื้นที่รับแสงสะท้อนของหน้าตัดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ซึ่งรูปแบบหน้าตัดรูปวงกลมนี้สามารถนำแสงสว่างเข้าสู่ภายในได้ลึกที่สุด ซึ่งได้ถึงประมาณ 10 เมตร เมื่อเปรียบเทียบในหุ่นจำลองขนาด 1:1 ซึ่งจะมีค่าความสว่างภายในลดลงมากเมื่อความยาวเพิ่มขึ้น จึงเป็นข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้กับอาคารที่มีความลึกมากกว่า 10 เมตร และเมื่อนำปล่องมาทำการจัดวางจำนวน 2 ปล่อง ระยะที่ให้ช่วงเวลาที่ค่าความสว่างถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ เกือบตลอดทั้งวัน คือ การจัดวางปล่องระยะห่างกันประมาณ 1.00 ม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:1 สามารถสร้างขอบเขตความสว่างภายในที่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ ได้ถึงประมาณ 3.00 ม. ในหุ่นจำลองขนาด 1:1 แต่แสงสว่างที่เข้าสู่ภายในมีค่าความแตกต่าง กับ บริเวณโดยรอบเกินกว่า 30 % ต่อมาจึงได้ทำการประยุกต์ใช้แผ่นกระจกฝ้า ช่วยกระจายแสงและกรองแสงสว่างลงระดับหนึ่ง ซึ่งสามารถลดความแตกต่างลงได้มาก แต่ทำให้ช่วงเวลาค่าความสว่างถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์

ลดลงคือสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 9.00-14.30 น.เท่านั้น จากงานวิจัยนี้ได้เลือก แสตนเลสเป็นวัสดุที่ทำการสะท้อนแสงสว่างภายนอกเข้าสู่ภายในปล่อง มีค่าการสะท้อนแสงประมาณ 60% ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนวัสดุสะท้อนแสงที่มีค่าการสะท้อนแสงมากขึ้น เช่น เงิน อาจช่วยทำให้ค่าความสว่างภายในมากขึ้น และ ยืดช่วงเวลาค่าความสว่างที่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 300 ลักส์ ได้ตลอดทั้งวัน อีกทั้งรูปแบบและระบบการรับแสง ถ้าได้มีการพัฒนาระบบรับแสงให้สามารถหมุนทิศทางการรับแสงตามการโคจรของดวงอาทิตย์ จะช่วยเพิ่มปริมาณแสงสว่างที่เข้าสู่ภายในได้มาก และ ทำให้สามารถเพิ่มความยาวของปล่องนำแสงให้มีประสิทธิภาพนำแสงสว่างที่ถึงเกณฑ์มาตรฐานเข้าสู่ภายในได้ลึกมากขึ้นด้วย

6.1 ประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

จากการศึกษาการนำแสงธรรมชาติเข้าสูภายในโดยเทคนิคปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดาน เพื่อช่วยเพิ่มความสว่างภายในห้อง ร่วมกับการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง ในบริเวณที่แสงสว่างธรรมชาติเข้าไม่ถึงหรือบริเวณที่ไม่มีช่องเปิด เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และให้ค่าความสว่างภายในอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเหมาะสมในการใช้งาน จากการศึกษาครั้งนี้ปล่องนำแสงเหนือฝ้าเพดานสามารถใช้งานได้เกือบตลอดทั้ง เนื่องจากข้อจำกัดทางการศึกษาจึงไม่สามารถทำการทดสอบและศึกษาได้ตลอดทั้งปี ดังนั้น ถ้าการศึกษาเทคนิคปล่องนำแสงนี้ได้มีการศึกษาต่อไปในอนาคต จะสามารถให้ประสิทธิภาพการนำแสงที่มากขึ้นและสามารถใช้ได้ตลอดทั้งวัน อีกทั้งยังนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทต่างๆได้อีกมากมายที่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่องเปิดรับแสงธรรมชาติ เช่น แกลเลอรี่ เครื่องประดับ ,อาคารจอดรถ , โรงงานอุตสาหกรรม , ทางเดินระหว่างห้อง และสถานีรถไฟใต้ดิน เป็นต้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ มี ข้อจำกัดทางการศึกษา เกี่ยวกับ ระยะเวลาการทำวิจัย , ทุนในการทำวิจัย , เครื่องมือในการเก็บข้อมูล และอื่นๆอีมากมาย จึงทำให้เกิดขอบเขตในการศึกษา ดังนั้นจึงขอเสนอคำแนะนำและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยและการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคปล่องนำแสง ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพท้องฟ้าและตำแหน่งดวงอาทิตย์ ในประทศไทยตลอดทั้งปี อย่างละเอียด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและครบถ้วนมากขึ้น
2. ระบบการรับ-รวมแสง ของปล่องนำแสงมีความสำคัญมากมีผลต่อปริมาณแสงที่เข้าสู่ภายใน จึงควรมีการศึกษาระบบนี้อย่างละเอียด รวมทั้งเทคนิค การรับแสงจากดวงอาทิตย์โดยหมุนตามการโคจรเพื่อสามารถรับแสงได้ตลอดทั้งวัน

3. ระบบการกระจายแสง ของปล่องนำแสง มีอิทธิพลต่อการใช้งานภายใน ซึ่งควรทำการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ และ รูปแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานจะทำให้ไม่เกิดปัญหาความแตกต่างของแสงสว่างภายใน
4. รูปแบบ และ ขนาดปล่องนำแสงที่นำมาทำการทดลองควรได้มาตรฐาน เพราะถ้ามีความแตกต่างเพียงเล็กน้อย จะส่งผลต่อปริมาณแสงและทิศทางของแสงที่สะท้อนเข้ามา ทำให้ผลการศึกษาคลาดเคลื่อนได้
5. ความ คลาดเคลื่อนของเครื่องมือที่นำมาเก็บข้อมูลนั้น อาจมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งควรมีการตรวจเช็ค เพื่อให้ความคลาดเคลื่อนนั้นไม่ควรเกินกว่า 20 LUX
6. ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเพียงในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร ซึ่ง ถ้ามีการเก็บข้อมูล ณ. พื้นที่อื่น ควรทำการเก็บข้อมูลของพื้นที่นั้น เนื่องจากความแตกต่างของตำแหน่งดวงอาทิตย์และสภาพท้องฟ้าที่ต่างกัน ทำให้ข้อมูลที่ได้ต่างกัน
7. ควรมีการทดสอบ และคำนวณทางคณิตศาสตร์ และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อข้อมูลจะมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปในหัวข้อเดียวกัน ควรที่จะศึกษารูปแบบ และระบบของปล่องนำแสงให้ครบทั้งระบบและทำการเก็บข้อมูลตลอดทั้งปี รวมทั้งเปรียบเทียบข้อมูลความสว่าง ในสภาพท้องฟ้าที่ต่างกันเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปล่องนำแสง และเปรียบเทียบค่าความสว่างจากขนาดของหุ่นจำลองให้มีความน่าเชื่อถือมากกว่านี้ โดยการใช้ สูตรทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาสนับสนุน การพิสูจน์ด้วย.

บรรณานุกรม

เกียรติ อัชรพงศ์. มปป. การออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรุงเทพฯ

ชำนาญ ห่อเกียรติ, ดร. มปป. เทคนิคการส่องสว่าง กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรึงใจ บูรณสมภพ , ศ.ดร. ,2539 , การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน กรุงเทพฯ

ธีรมน ไวโรจนกิจ , รศ. , 2542 , สภาพแวดล้อมด้านแสงสว่าง , เอกสารการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2544. การออกแบบระบบแสงสว่าง . กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พิรัส เหล่าไพศาลศักดิ์ , 2541 การนำแสงธรรมชาติสู่อาคาร , สาระศาสตร์สถาปัตย์ วาระสารวิชาการ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไพศาล จันเตยูร , ผศ. 2539 Climatic Design in Tropical Housing & Building , เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มงคล ทองสงคราม, 2536 วิศวกรรมการส่องสว่าง , กรุงเทพฯ : รามาการพิมพ์

เรณู ด่านกุล, 2545, การออกแบบหิ้งสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในสถานศึกษาในเขตกรุงเทพฯ , กรุงทพฯ

นายอานนท์ วัชรพาหะ, การออกแบบอาคารสำนักงานโดยการนำแสงธรรมชาติมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ , กรุงเทพฯ

นายรัฐพล รุญเจริญ ,2542, การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยใช้ระบบท่อนำแสง , กรุงเทพฯ

Chirarattananon, S. and Chaiwiwatwatworakul, P. 2001. Daylight availability models And diffuse horizontal Illuminance and Irradiance and models for sky luminance for bangkok. The national energy conservation fund. Bangkok : Asian institute of technology.

Evans, B.H. 1981. Daylighting in architecture. New York : AIA.

Egan, D.M. 1983. Concepts in architectural lighting. New York : McGraw – Hill.

Hien ,V.D. , Daylighting for building in the tropicII.Bangkok . Asian institute of technology.

Lechner, N. 1991. Heating cooling lighting design methods for architect. Canada : A wile interscience publication.

Reynolds,J.S. andstein,B.1992, Mechanical and Electrical Equipment for builiding .8th ed.New York : John Wiley& Son,

Stein, B and Raynolds, J.S. 1992. Mechanical and electrical equipment for Building. 7 ed. New York : John Wiley & Son.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แสดงภาพของสภาพท้องฟ้าที่ทำการทดสอบ

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 30-01-47

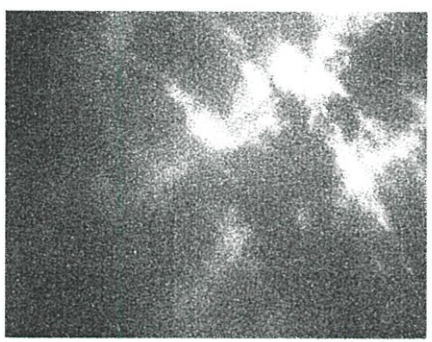
9.30 น.

10.30 น.

11.30 น.

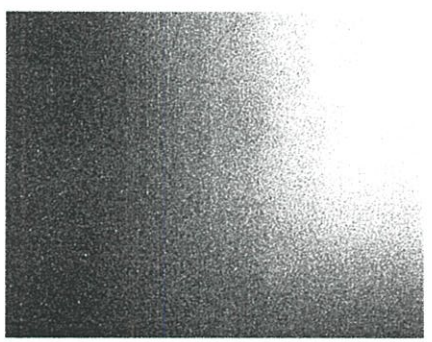
12.30 น.

13.30 น.



14.30 น.

15.30 น.

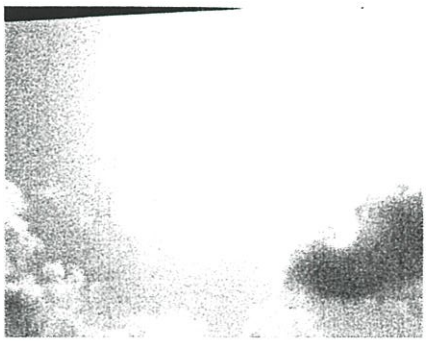


16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 31-01-47

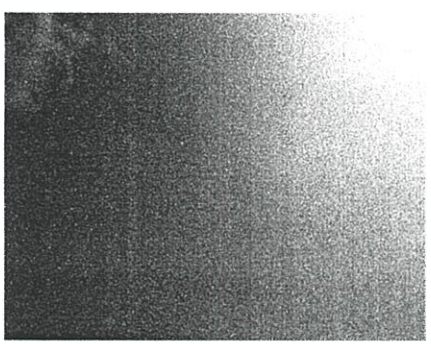
9.30 น.

10.30 น.

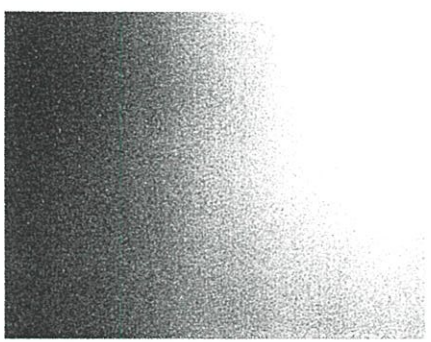


11.30 น.

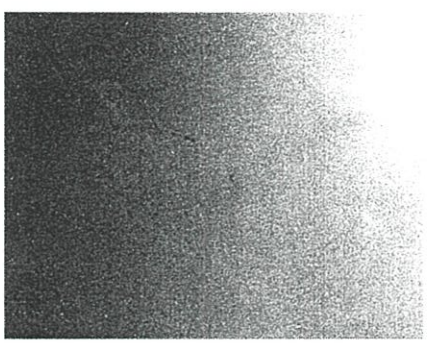
12.30 น.



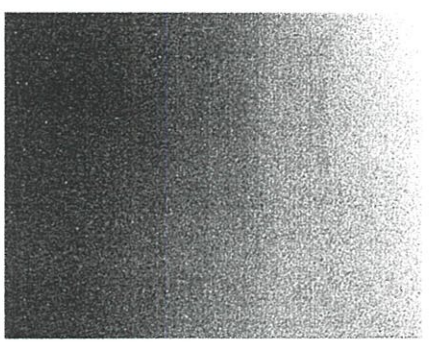
13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.



16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 1-02-47

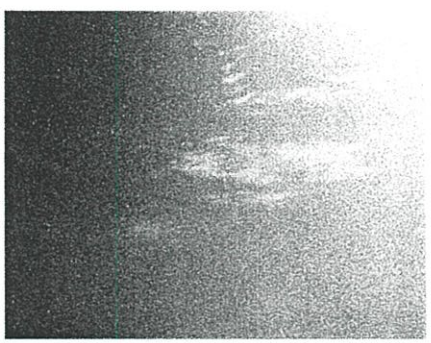
9.30 น.

10.30 น.

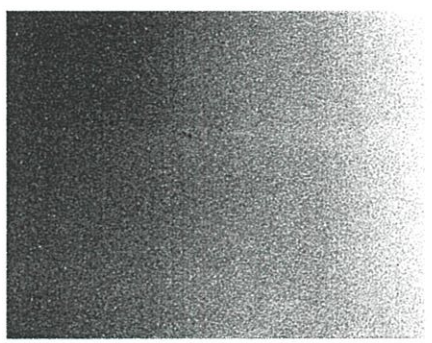
11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.



14.30 น.

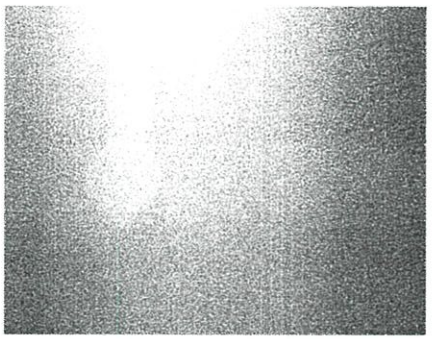


15.30 น.

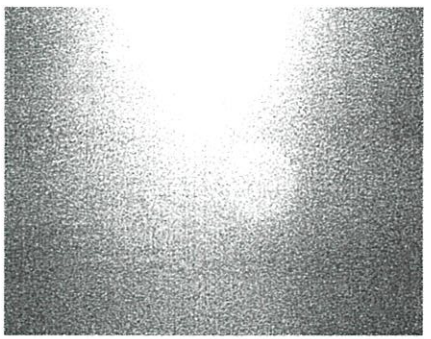
16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 2-02-47

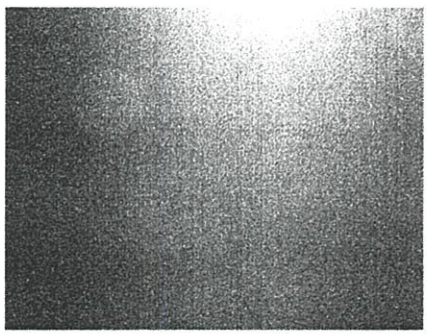
9.30 น.



10.30 น.

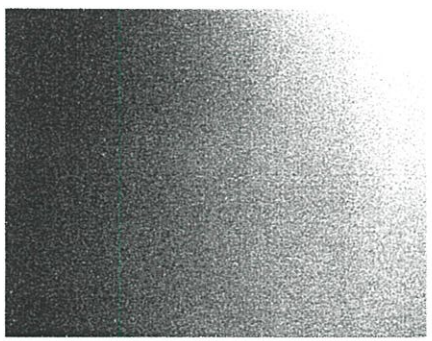


11.30 น.

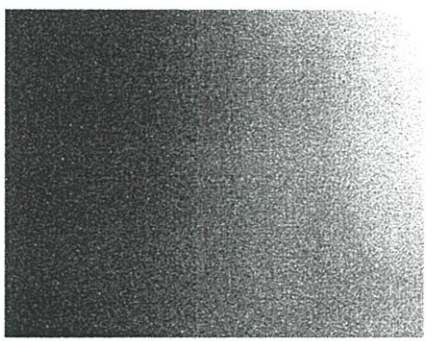


12.30 น.

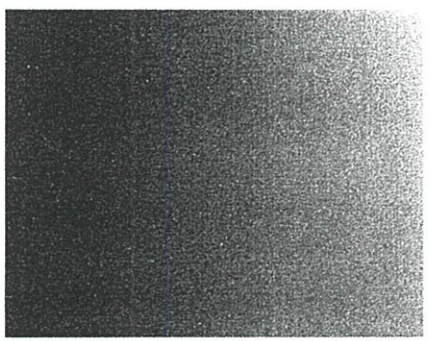
13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.



16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 3-02-47

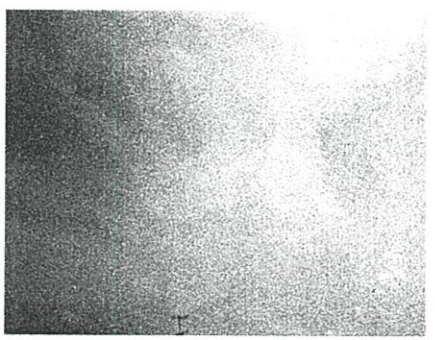
9.30 น.

10.30 น.

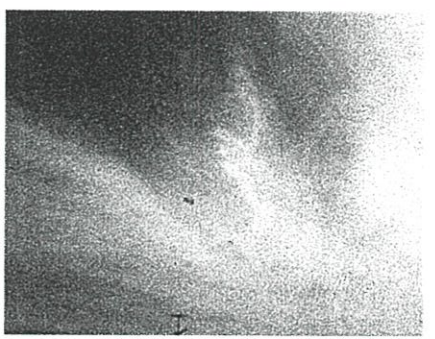
11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 5-02-47

9.30 น.

10.30 น.

11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.

14.30 น.

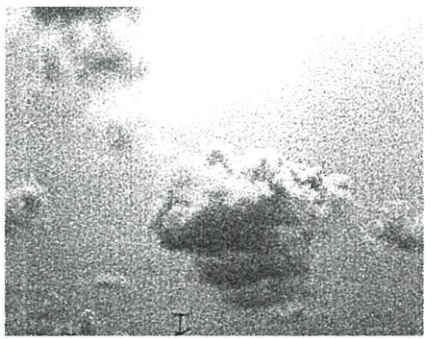
15.30 น.

16.30 น.

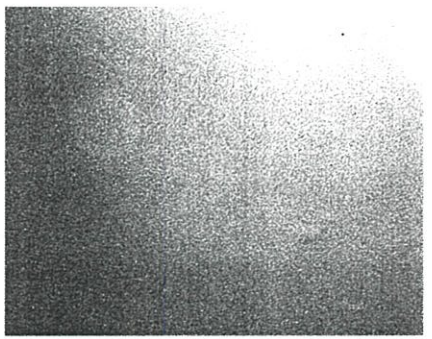
รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 5-03-47

9.30 น.

10.30 น.



11.30 น.



12.30 น.

13.30 น.

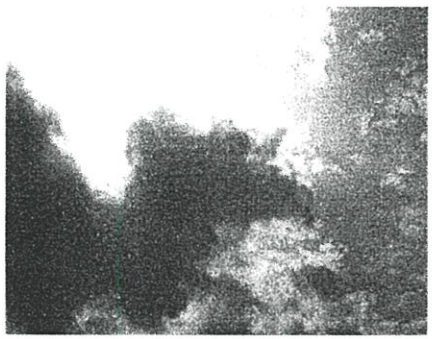
14.30 น.

15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 6-03-47

9.30 น.



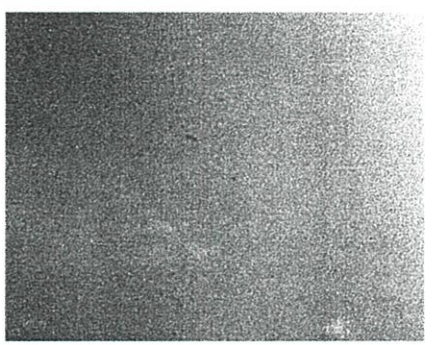
10.30 น.

11.30 น.

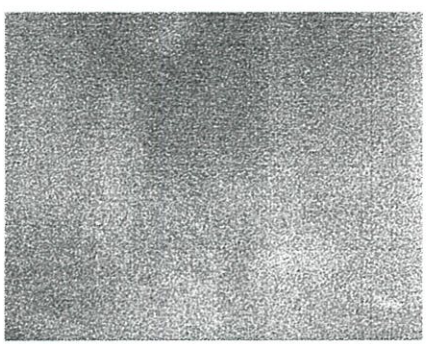
12.30 น.

13.30 น.

14.30 น.



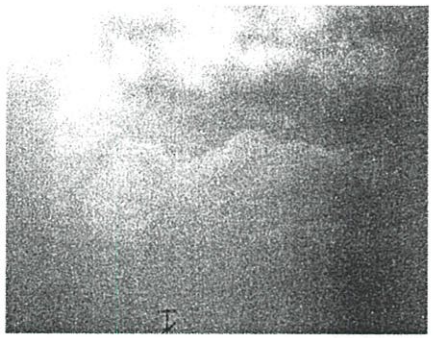
15.30 น.



16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 11-03-47

9.30 น.

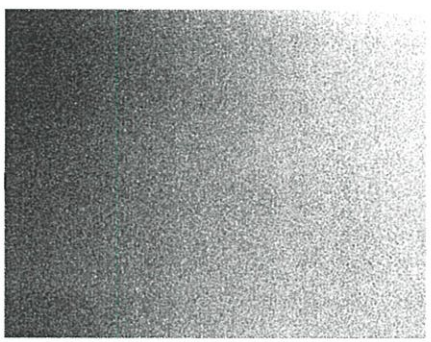


10.30 น.

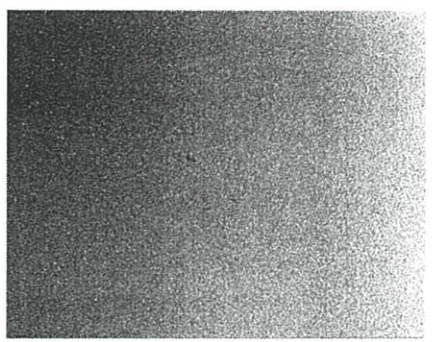
11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.

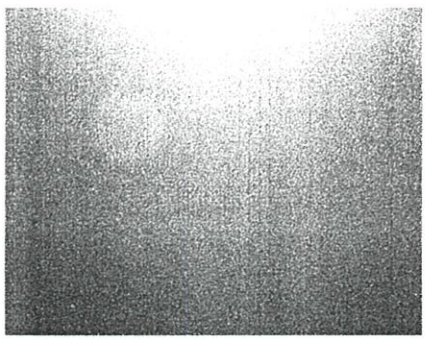
16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 12-03-47

9.30 น.

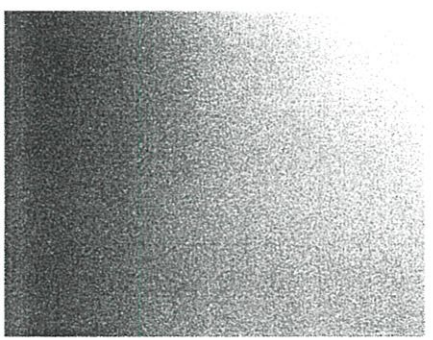
10.30 น.

11.30 น.

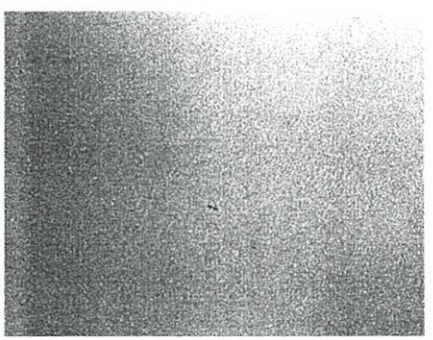


12.30 น.

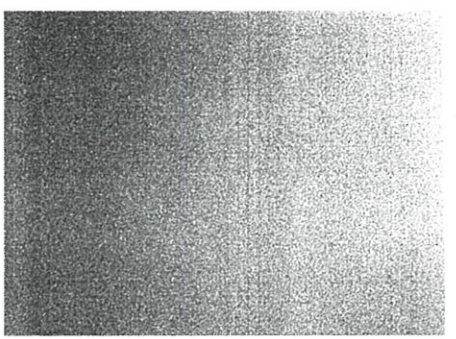
13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.



16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 13-03-47

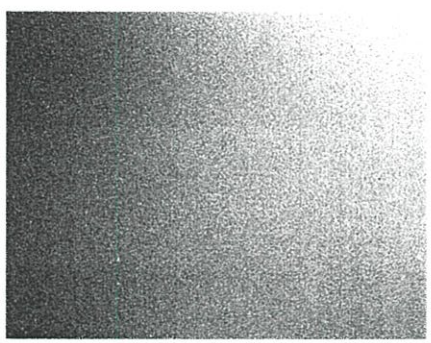
9.30 น.

10.30 น.

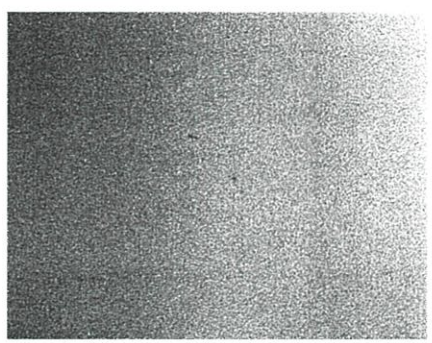
11.30 น.

12.30 น.

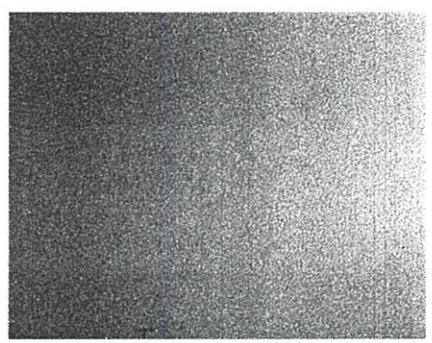
13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.



16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 19-03-47

9.30 น.

10.30 น.

11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.

14.30 น.

15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 23-03-47

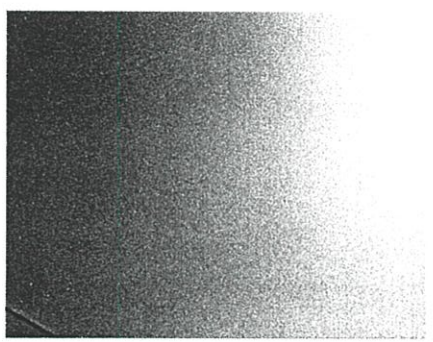
9.30 น.

10.30 น.

11.30 น.

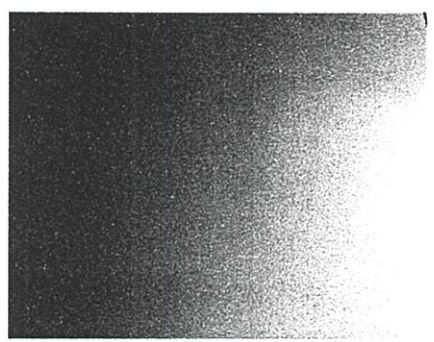
12.30 น.

13.30 น.



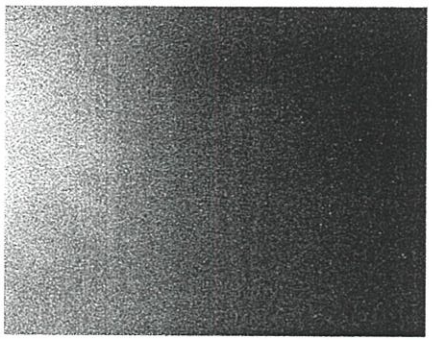
14.30 น.

15.30 น.



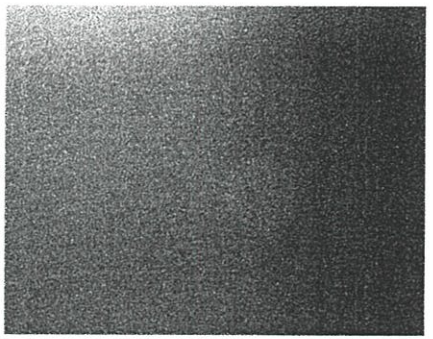
16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 24-03-47

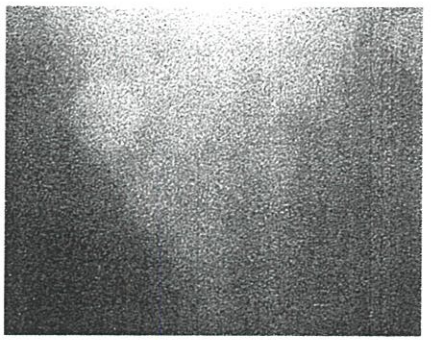


9.30 น.

10.30 น.

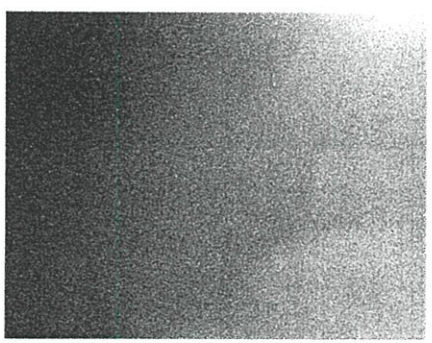


11.30 น.

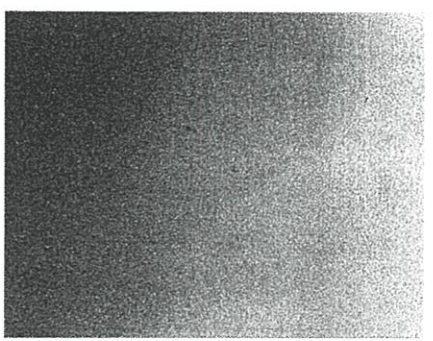


12.30 น.

13.30 น.



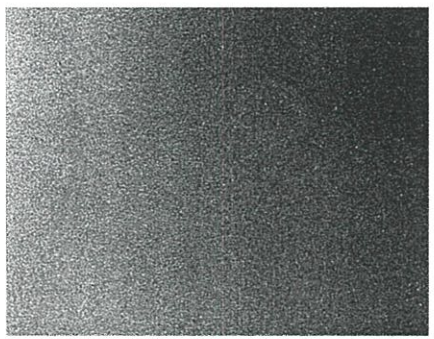
14.30 น.



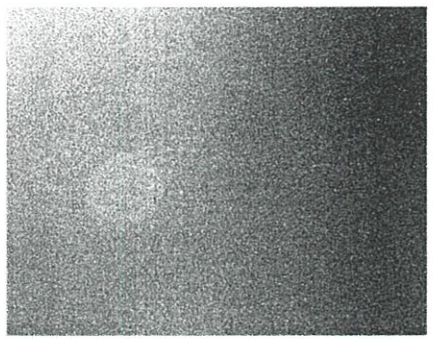
15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 25-03-47



9.30 น.

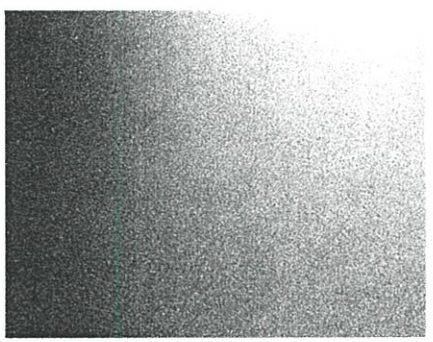


10.30 น.

11.30 น.

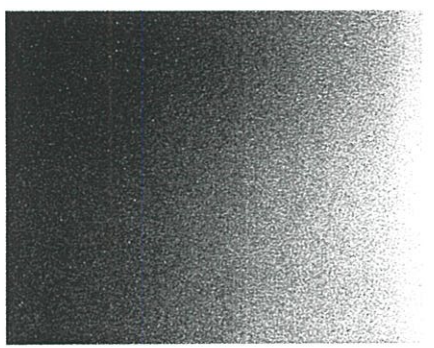
12.30 น.

13.30 น.



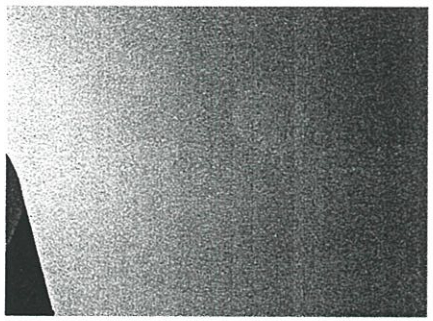
14.30 น.

15.30 น.



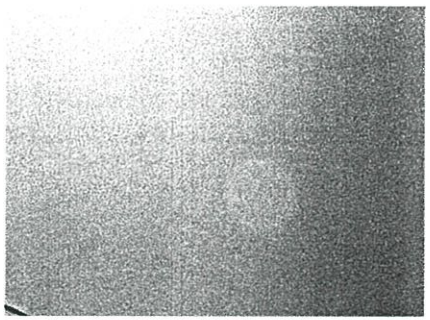
16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 26-03-47



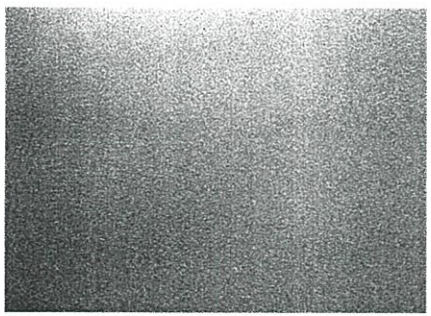
9.30 น.

10.30 น.

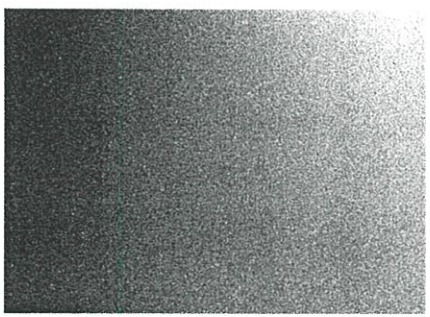


11.30 น.

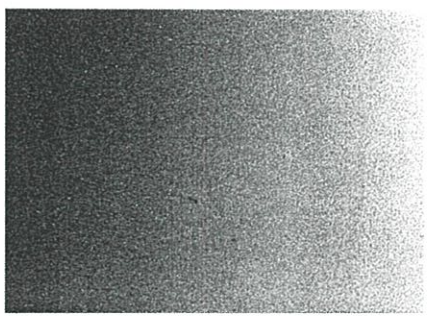
12.30 น.



13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 30-03-47

9.30 น.

10.30 น.

11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.

14.30 น.

15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 31-03-47

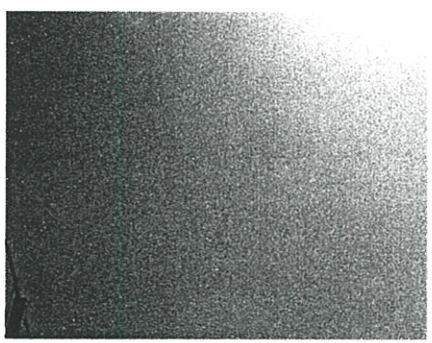
9.30 น.

10.30 น.

11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.



14.30 น.

15.30 น.

16.30 น.

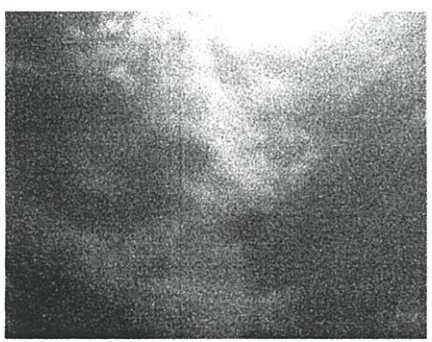
รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 4-04-47

9.30 น.

10.30 น.

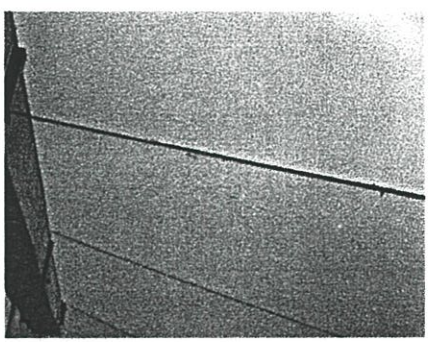
11.30 น.

12.30 น.



13.30 น.

14.30 น.



15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 1-04-47

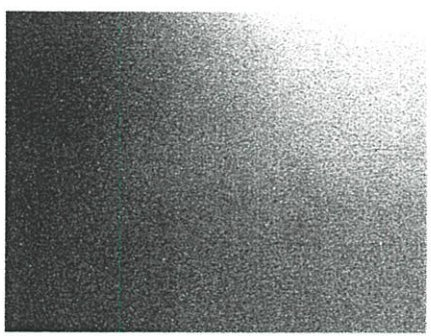
9.30 น.

10.30 น.

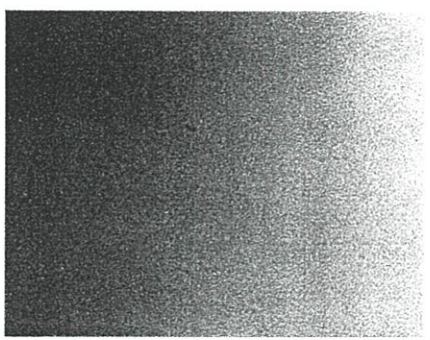
11.30 น.

12.30 น.

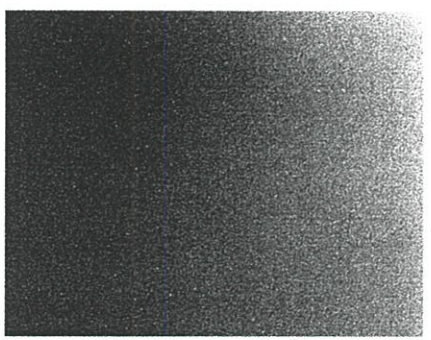
13.30 น.



14.30 น.



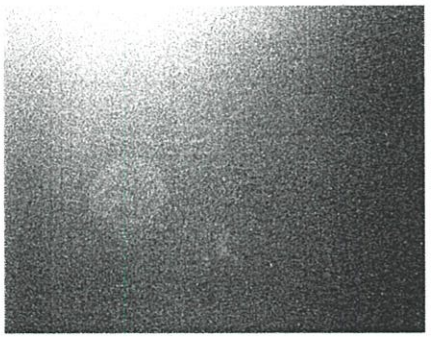
15.30 น.



16.30 น.

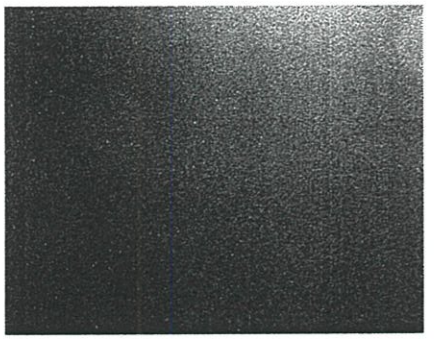
รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 5-04-47

9.30 น.

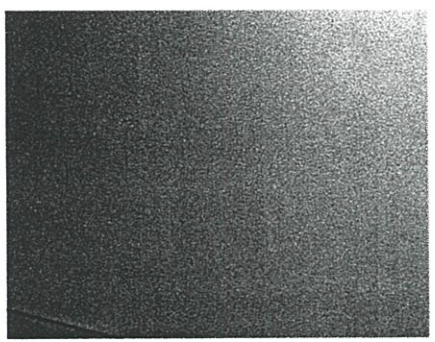


10.30 น.

11.30 น.



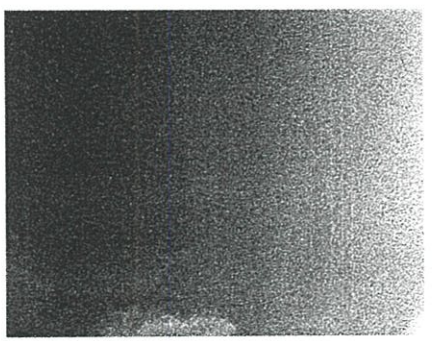
12.30 น.



13.30 น.

14.30 น.

15.30 น.



16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 4-04-47

9.30 น.

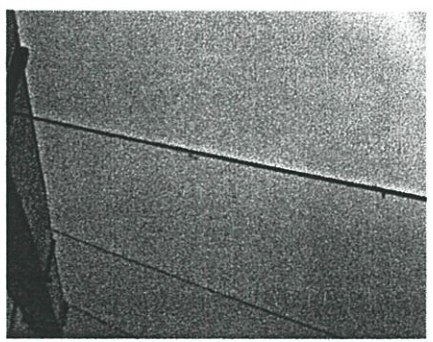
10.30 น.

11.30 น.

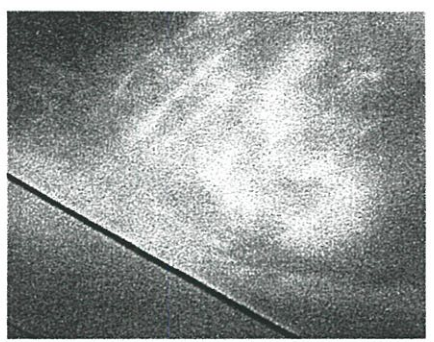
12.30 น.

13.30 น.

14.30 น.

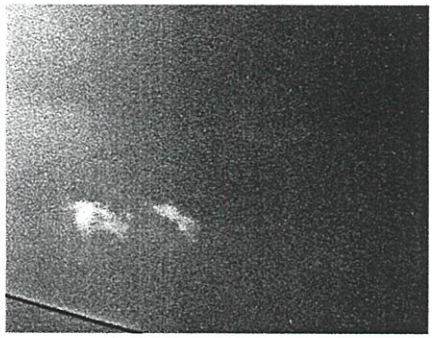


15.30 น.

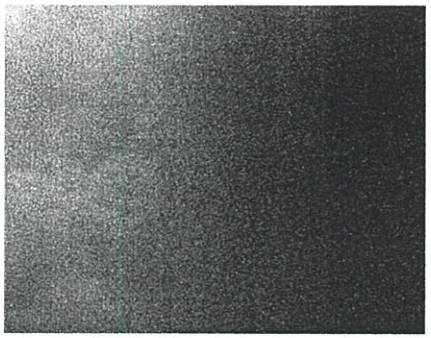


16.30 น.

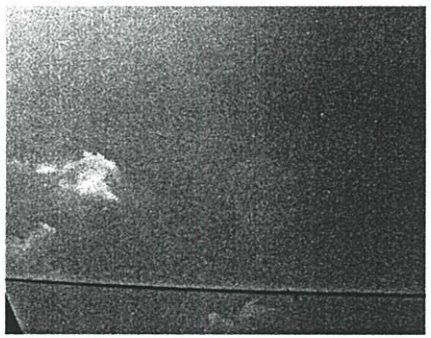
รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 6-04-47



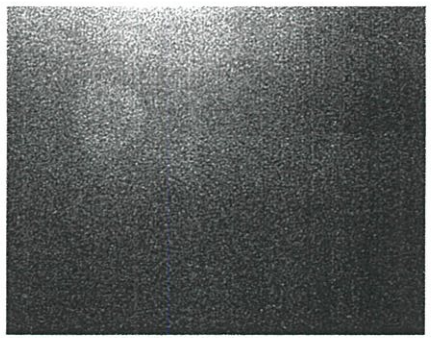
9.30 น.



10.30 น.

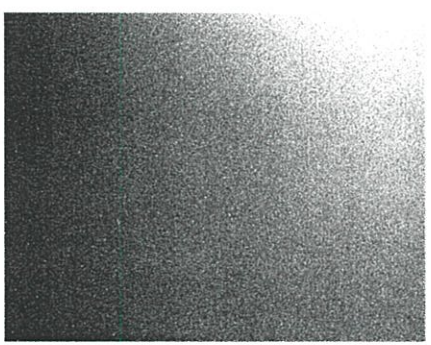


11.30 น.

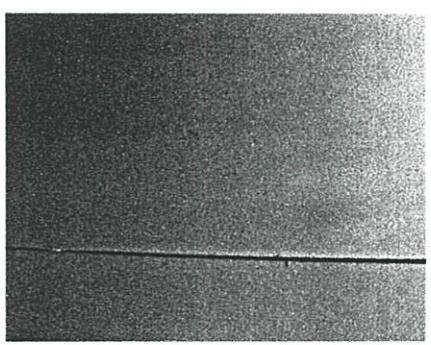


12.30 น.

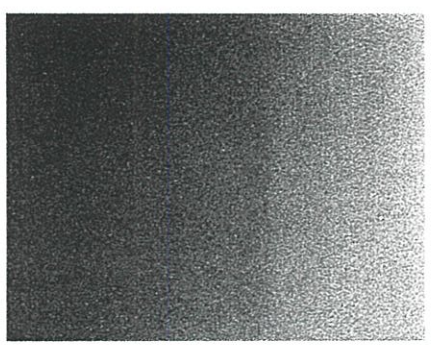
13.30 น.



14.30 น.

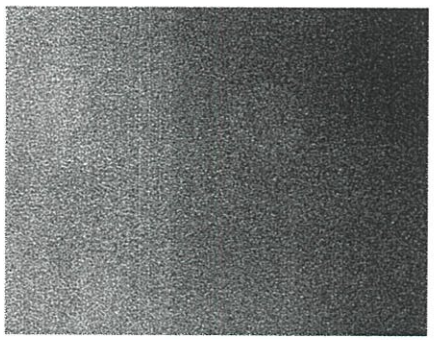


15.30 น.

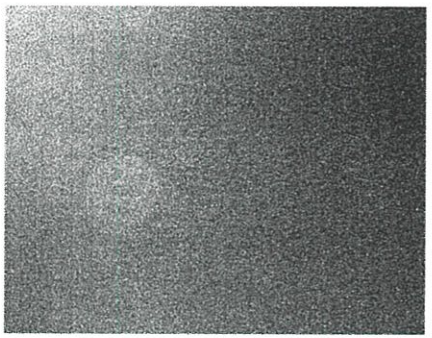


16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 16-04-47

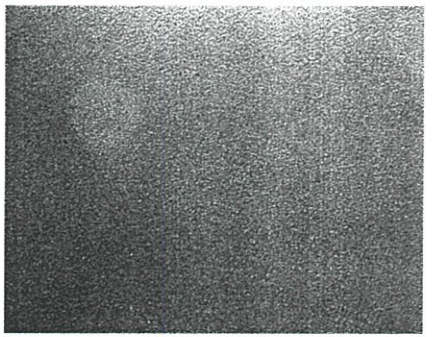


9.30 น.

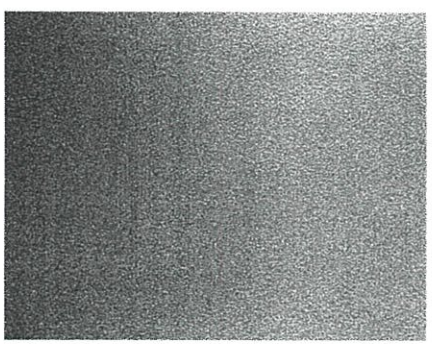


10.30 น.

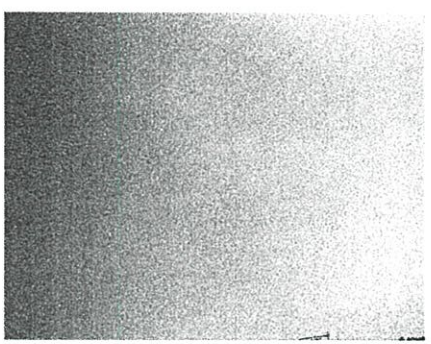
11.30 น.



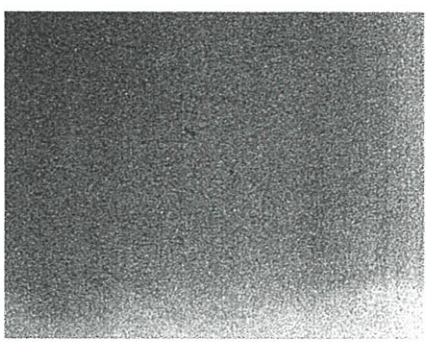
12.30 น.



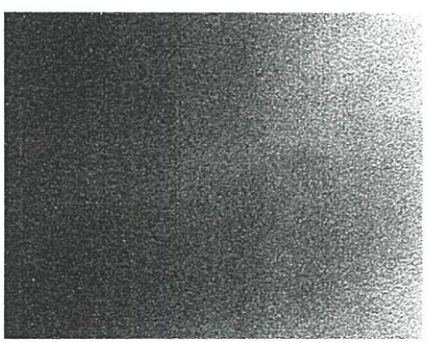
13.30 น.



14.30 น.

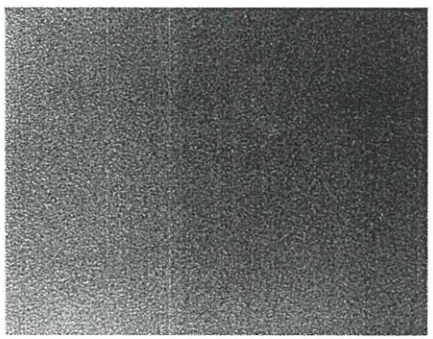


15.30 น.

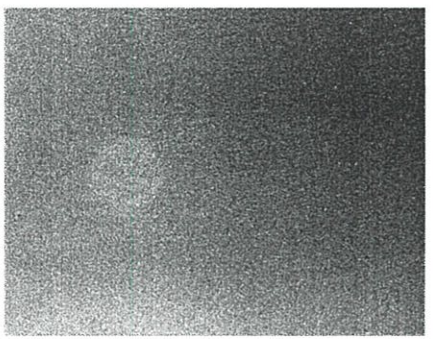


16.30 น.

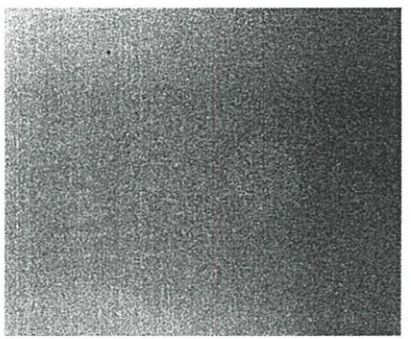
รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 17-04-47



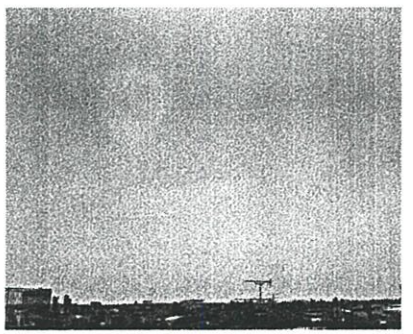
9.30 น.



10.30 น.



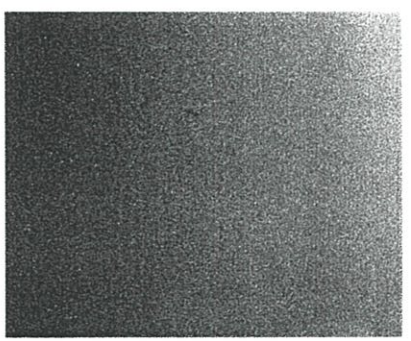
11.30 น.



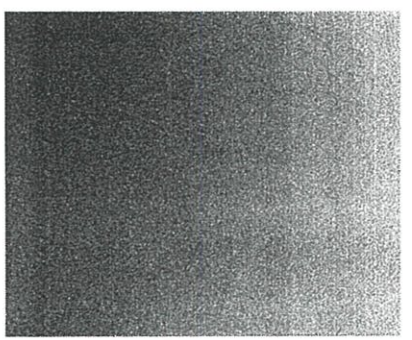
12.30 น.

13.30 น.

14.30 น.



15.30 น.



16.30 น.

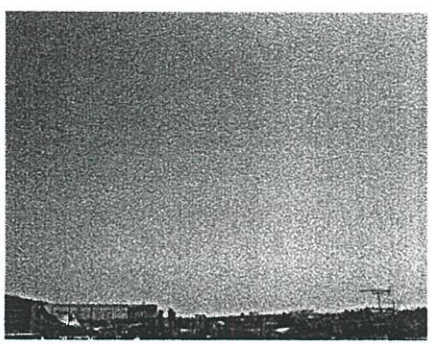
รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 23-04-47

9.30 น.

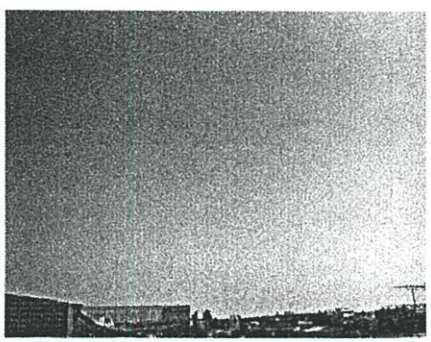
10.30 น.

11.30 น.

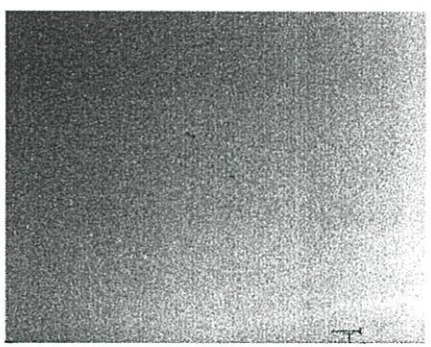
12.30 น.



13.30 น.



14.30 น.



15.30 น.

16.30 น.

รูปแสดงสภาพท้องฟ้าประจำวันที่ 26-04-47

9.30 น.

10.30 น.

11.30 น.

12.30 น.

13.30 น.

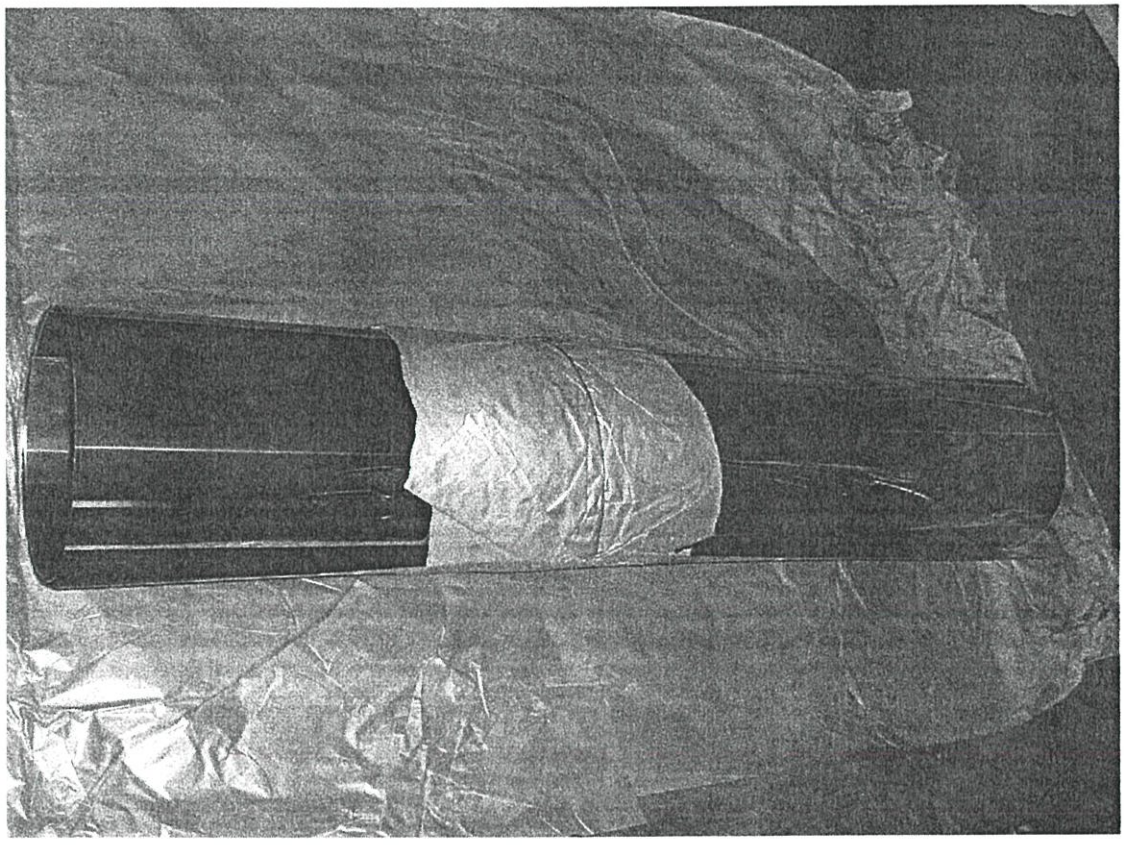
14.30 น.

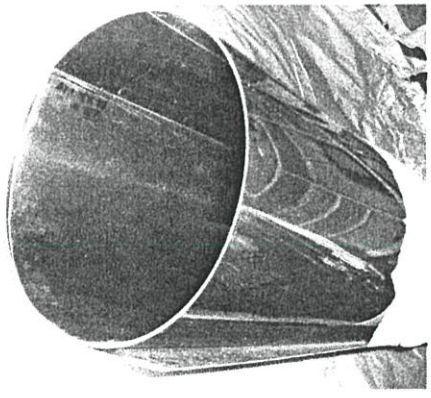
15.30 น.

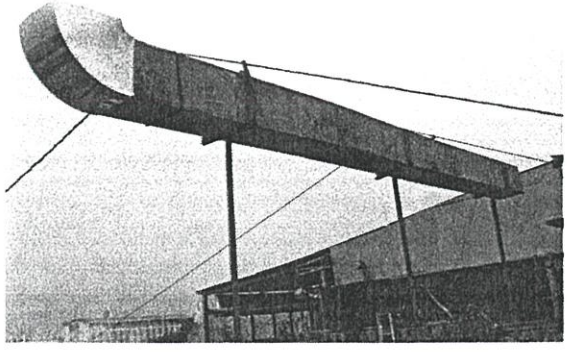
16.30 น.

ภาคผนวก ข
แสดงภาพวัสดุและหุ่นจำลองที่ทำการทดลอง

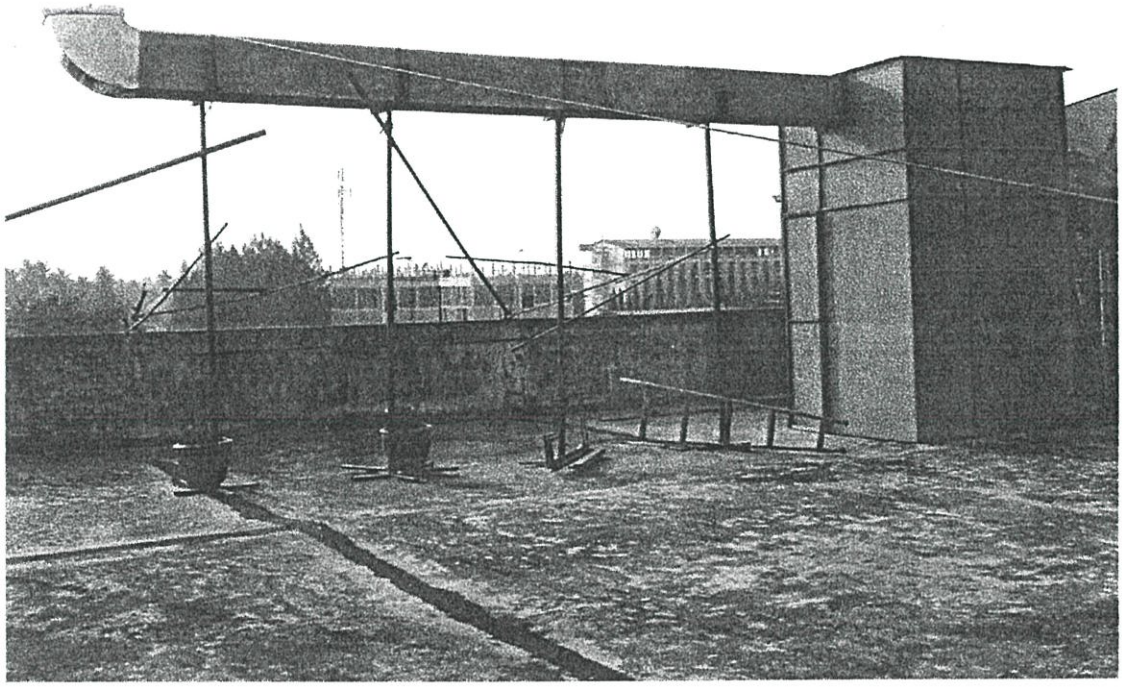
วัสดุทำหุ่นจำลอง , ตัวรับแสง , ตัวกระจายแสง

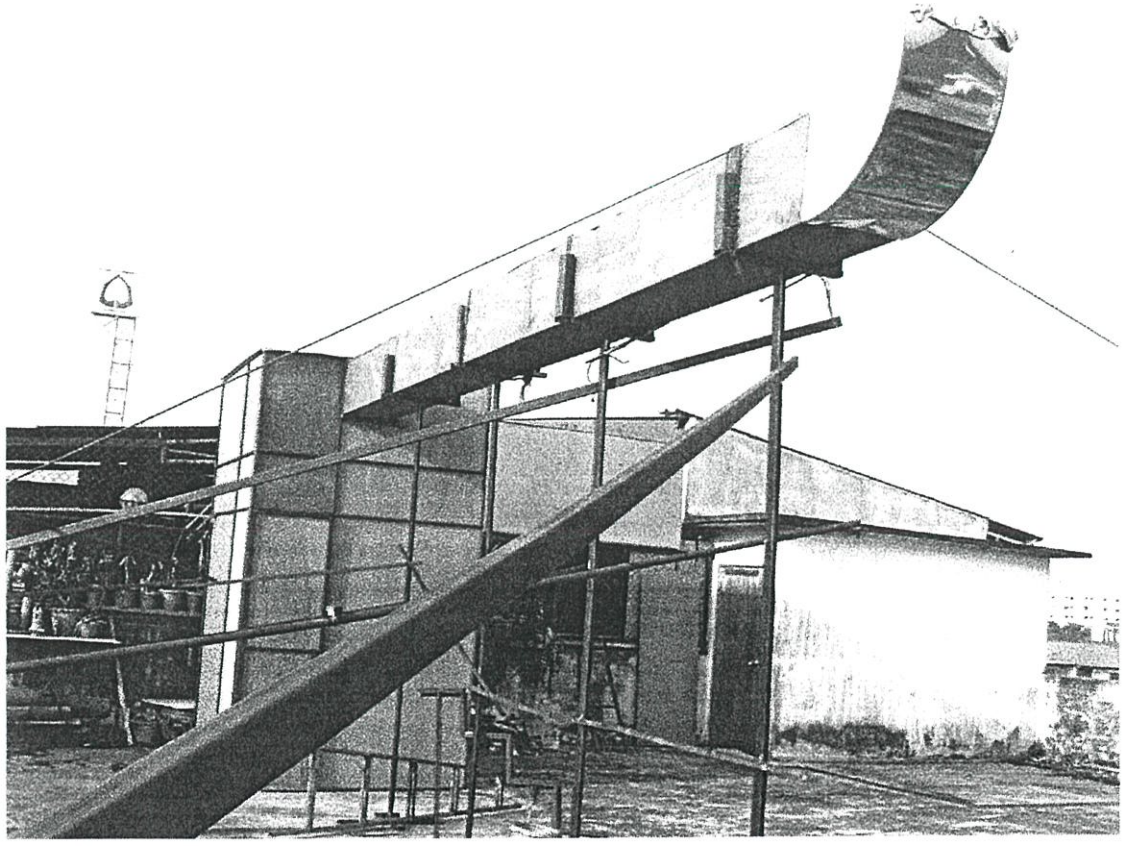




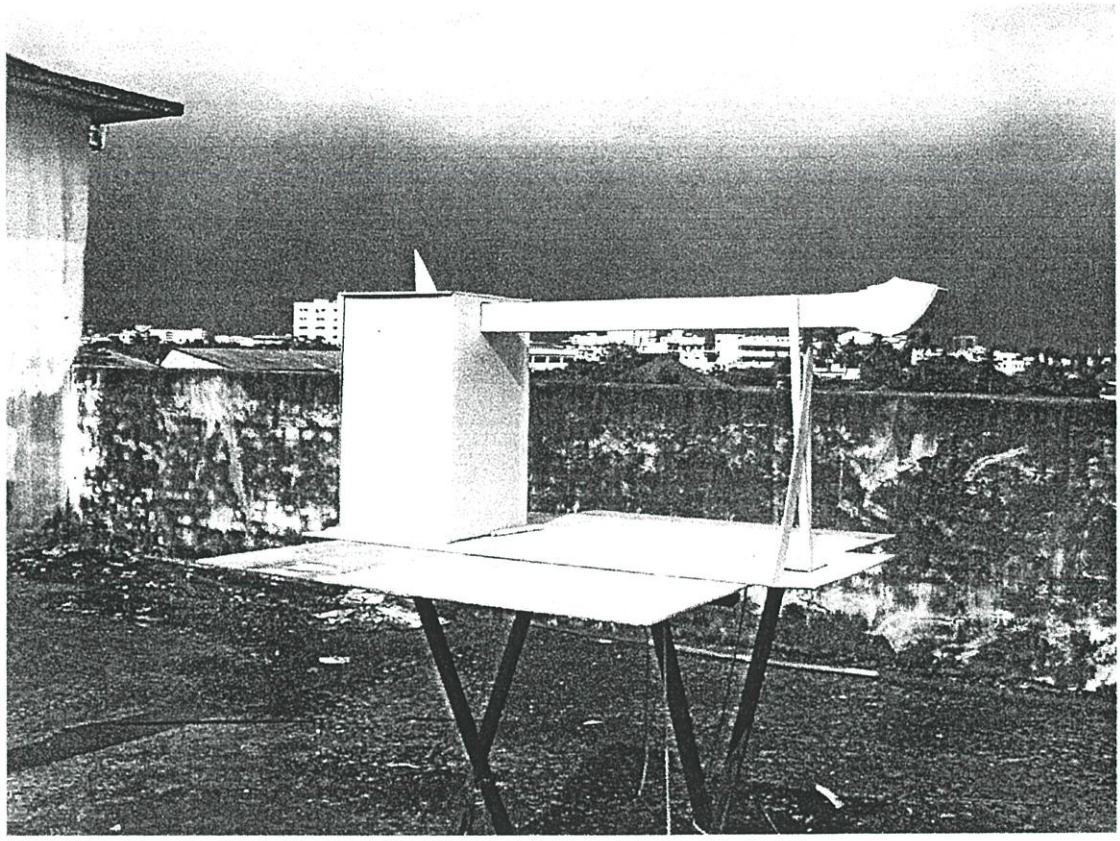


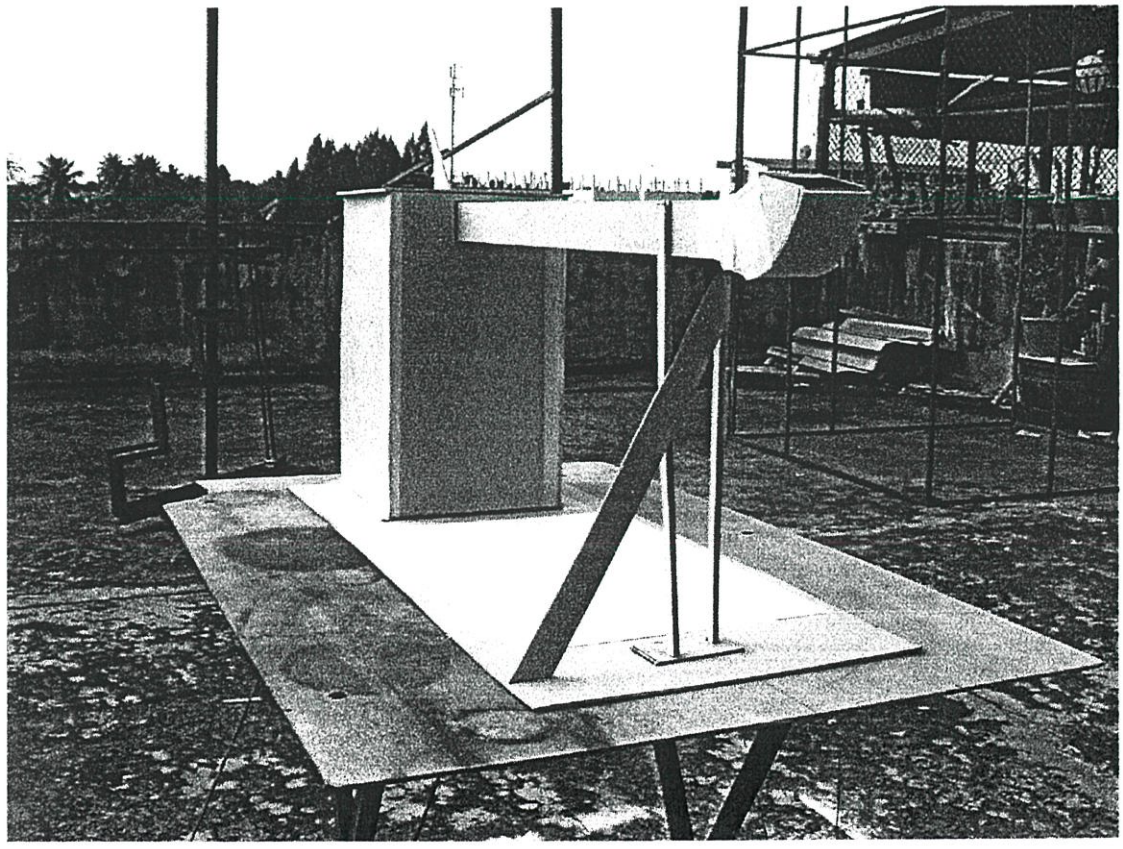
ภาพหุ่นจำลองขนาด 1:1 (การทดสอบเปรียบเทียบความสว่างจากขนาดของหุ่นจำลอง)



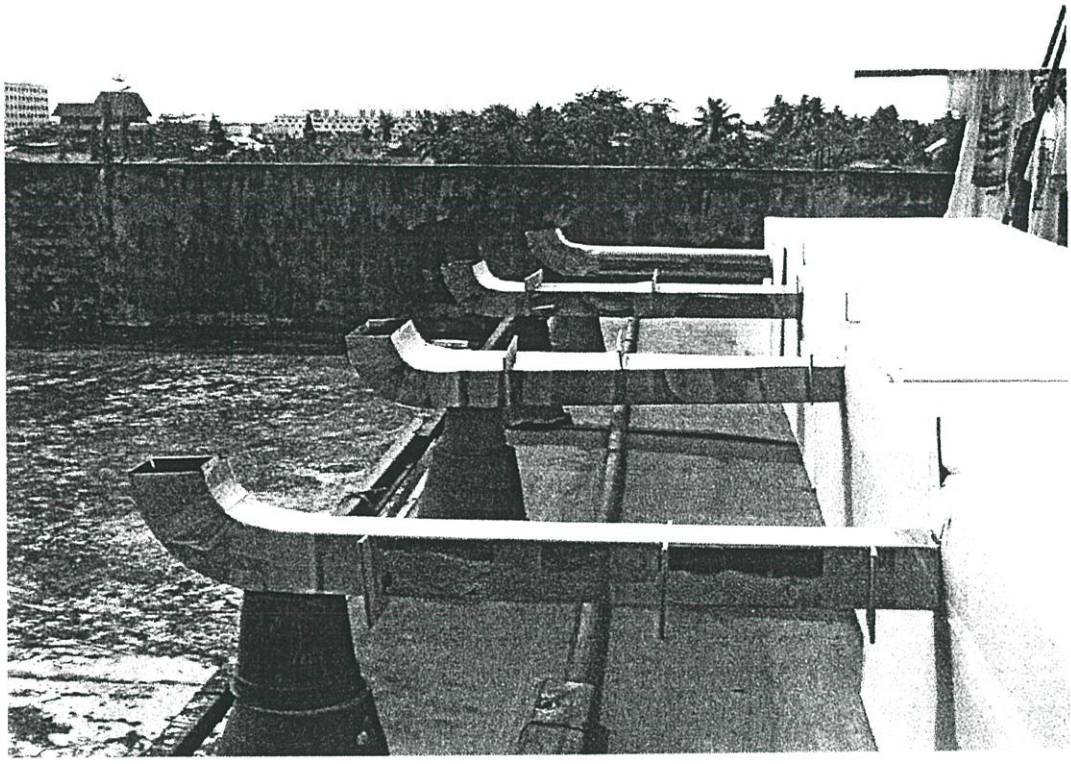


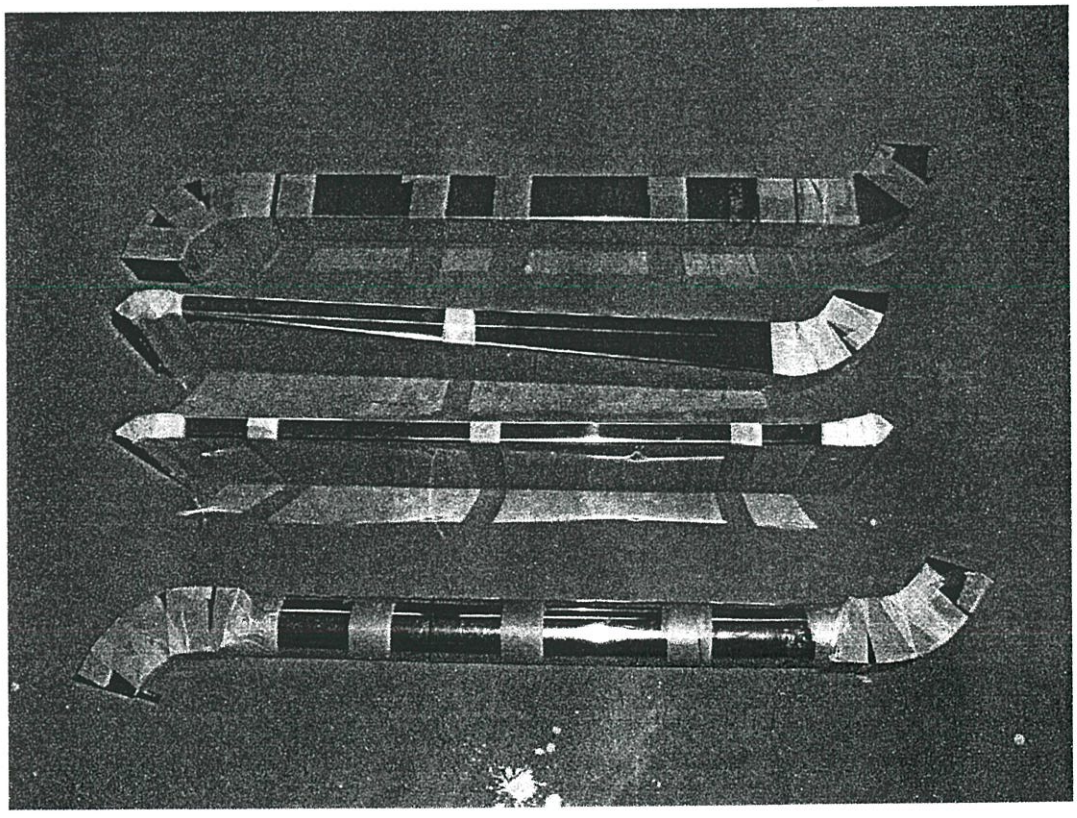
ภาพหุ่นจำลองขนาด 1:10 (การทดสอบเปรียบเทียบความสว่างจากขนาดของหุ่นจำลอง)



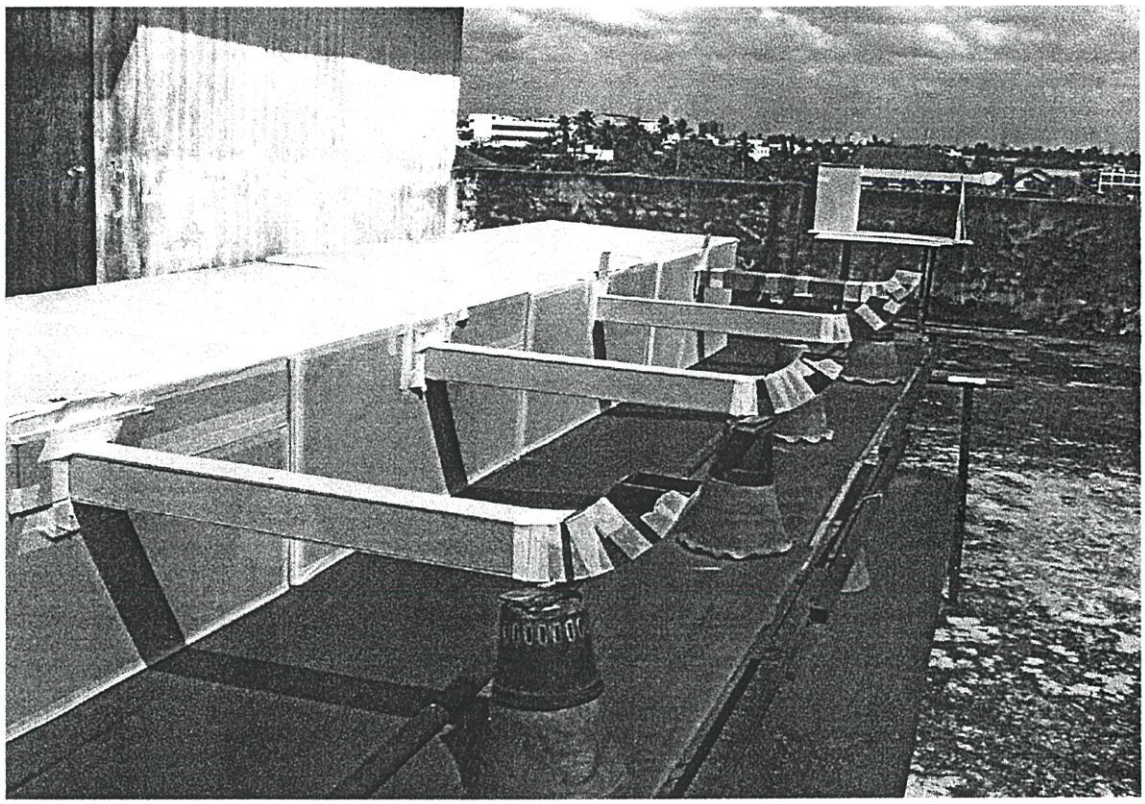


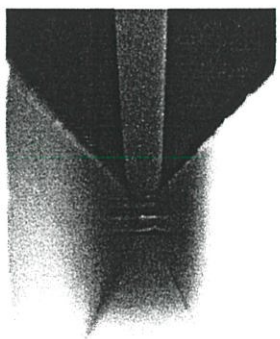
ภาพหุ่นจำลองขนาด 1:10 (การทดสอบเปรียบเทียบรูปแบบปล่องนำแสง)



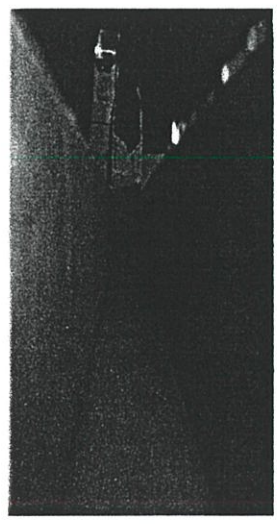


ภาพหุ่นจำลองขนาด 1:10 (การทดสอบเปรียบเทียบวัสดุสะท้อนแสงภายในปล่อง)

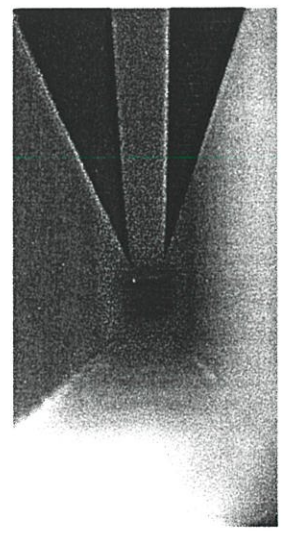




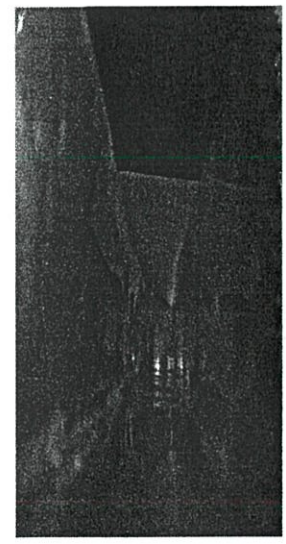
สีขาว เคลือบเงา



สีดำด้าน

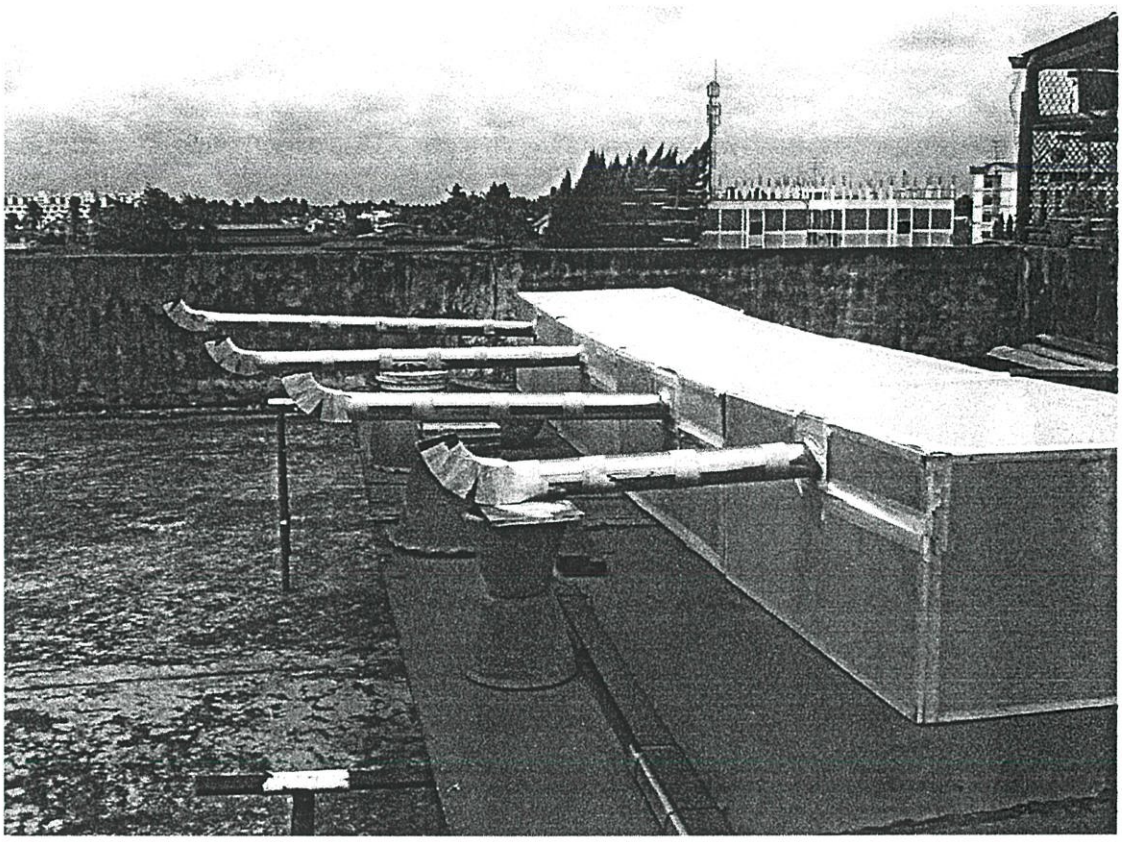


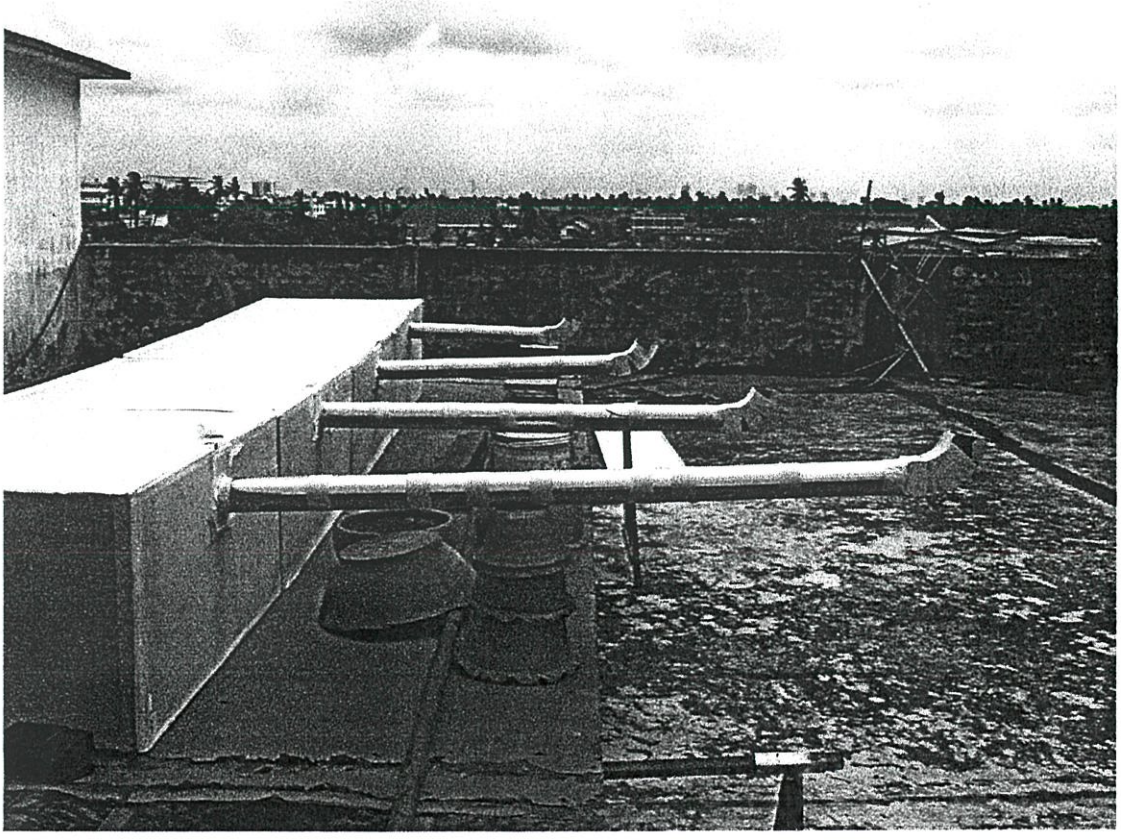
สีส้มสะท้อนแสง



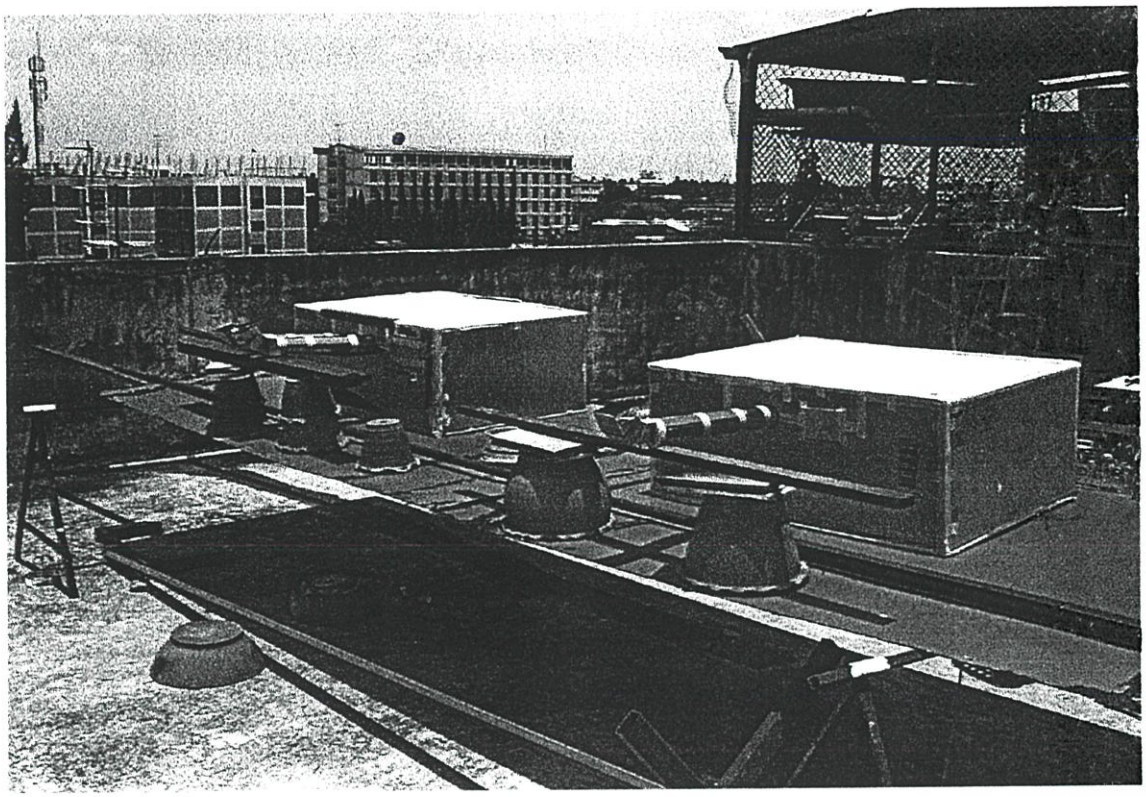
แสตนเลสเงา

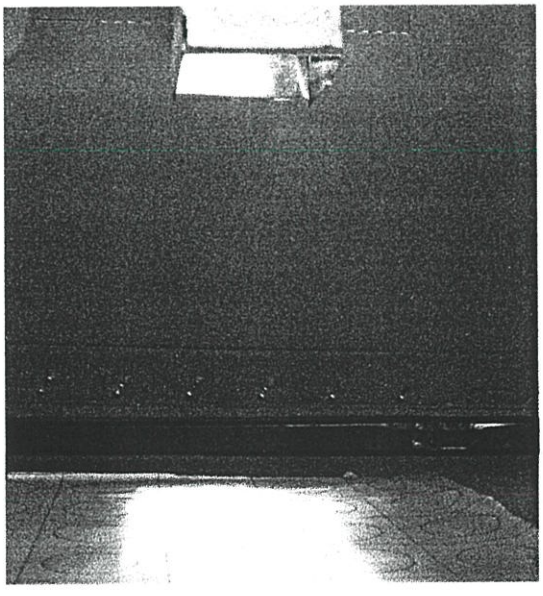
ภาพหุ่นจำลองขนาด 1:10 (การทดสอบเปรียบเทียบความยาวปล่องนำแสง)

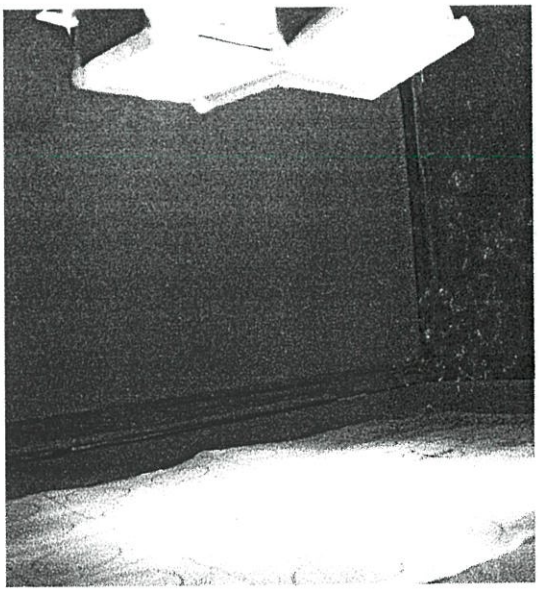




ภาพหุ่นจำลองขนาด 1:10 (การทดสอบขอบเขตความสว่างปล่องนำแสงแบบ 1 – 2 ปล่อง และแบบใส่แผ่นกระจายแสง)







ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายเมธา ชูเชิดเกียรติสกุล
วัน-เดือน-ปีเกิด	21 กุมภาพันธ์ 2518
ที่อยู่ปัจจุบัน	2/118 หมู่ 2 เขตบางแค กรุงเทพ 10160.
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2537 – 2542 ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขา สถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี
	พ.ศ. 2545 – 2547 ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขา สถาปัตยกรรมเขตร้อน สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2543 ผู้ช่วยผู้ออกแบบ บริษัท YAMOTO THAILAND.
	พ.ศ. 2544 สถาปนิก บริษัท HAPER & ASSOCIATES .
	พ.ศ. 2545 สถาปนิก บริษัท J.L.LEE CO.,LTD.