การศึกษารูปแบบของอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้าง เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียน : กรณีศึกษาอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา

The Study Of Shading Devices and Side Lighting to Enhance the Use of Daylighting in a Classroom: Case Study Faculty of Architecture Building Rajamangala University of Technology I-Sarn Northeastern Campus Nakonratchasima

อ.ฉันทมน โพธิพิทักษ์

สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะวิชาสถาปัตยกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้างที่มีความเหมาะสมกับลักษณะของห้องเรียนของอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติภายในห้องเรียนโดยคำนึงถึงค่าระดับความส่องสว่าง ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง และสภาวะแสงบาดตา (Glare)

ขอบเขตของการวิจัยในครั้งนี้ ทำการวิจัยห้องเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม อาคารเรียน คณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ซึ่งมีขนาด 9.00 x 9.00 ม. สูง 3.20 ม. มีทางเดินด้านหน้า (Single Corridor) โดยมีวิธีการวิจัย ดังนี้คือ

1. ศึกษารูปแบบอุปกรณ์บังแดด เพื่อเลือกชนิดของรูปแบบที่เหมาะสมต่องานวิจัย
2. ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองสภาพแสงธรรมชาติภายในอาคาร ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม Desktop Radiance 2.0 ทำการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับผลที่วัดได้จากหุ่นจำลองที่วางไว้ใต้สภาพท้องฟ้าจริง เพื่อศึกษาความถูกต้องแม่นยำของโปรแกรม
3. ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองสภาพแสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียนที่มีรูปแบบของช่องแสงทางด้านข้าง รูปแบบอุปกรณ์บังแดด ทิศทางของห้องเรียน และช่วงเวลาที่ทำการทดลองที่แตกต่างกัน
4. วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อหารูปแบบของช่องแสงทางด้านข้าง และอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสม สำหรับทิศทางการวางห้องเรียน โดยคำนึงถึงปริมาณแสงที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง และสภาวะแสงบาดตา (Glare)

ผลของการศึกษาวิจัยพบว่าห้องเรียนชั้นที่ 3 ของอาคารเรียนที่ทำการวิจัยของคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ที่มีช่องแสงทางด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออกประกอบกับอุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง ให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องเรียน มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพดีที่สุด

คำสำคัญ: ช่องแสงทางด้านข้าง / อุปกรณ์บังแดด

ABSTRACT

The purpose of this research was to study types of side lighting and types of shading devices with side lighting which were suitable for a classroom of Faculty of Architecture Building Rajamangala University of Technology I-sarn Northeastern Campus Nakonratchasima in order to enhance the use of day lighting in a classroom by considering I luminance level, uniformity of illumination, and glare condition.

The scope of this research was to study only classrooms of Faculty of Architecture Building Rajamangala University of Technology I-sarn. Each test classroom was 9.00 m. wide by 9.00 m. deep by 3.20 m. high with single corridor. The methods of the study are as follows.

1. Study types of shading devices in order to select the appropriate types for the research.
2. Study a computer program which can simulate natural lighting in buildings. The computer program used for this study is Desktop Radiance 2.0. The I luminance values inside a classroom calculated from the computer program were compared with the I luminance values measured from models placed under the real sky in order to determine the accuracy of the computer program.
3. Conduct experiments by using the computer program to simulate the natural lighting in the classrooms which have different side lighting, shading devices, orientations, and experiment time.
4. Analyze the experiment results in order to select the suitable types of side lighting and shading devices. The factors considered are the appropriate I luminance on working areas, uniformity of illumination, and glare condition.

The results from this research show that a third floor classroom of Faculty of Architecture Building Rajamangala University of Technology I-sarn Northeastern Campus Nakonratchasima which has a side lighting on the East with a vertical shading device give natural lighting into a classroom is suitable and efficiency.

Keywords : Side lighting / Shading devices

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการการใช้พลังงานในอาคารต่างๆ มีมากขึ้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงขึ้นตามไปด้วย แนวทางหนึ่งในการลดการใช้พลังงาน คือการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร เนื่องจากแสงธรรมชาติเป็นแสงที่มีประสิทธิภาพในการส่องสว่างสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงแหล่งอื่นๆ ที่ให้ค่าความส่องสว่างที่เท่ากัน

ลักษณะห้องเรียนยังขาดการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมในด้านการส่องสว่าง ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับห้องเรียน กล่าวคือในเวลาเช้า (8.00-10.00 น.) แสงสว่างมีไม่เพียงพอ บริเวณพื้นที่การใช้งาน (Working Plane) และในเวลากลางวัน (11.00 -16.00 น.) แสงสว่างบริเวณที่นั่งริมหน้าต่างมีมากเกินจน กลายเป็นแสงบาดตา (Glare) ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 (ซ้าย) แสดงลักษณะของห้องเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรมของวันที่ 20 มิถุนายน 2547 ในเวลา 8.00 น. ซึ่งแสงสว่างมีไม่เพียงพอ บริเวณพื้นที่การใช้งาน และ (ขวา) ในเวลา 15.00น.ซึ่งแสงสว่างบริเวณที่นั่งริมหน้าต่างมีมากเกิน จนกลายเป็นแสงบาดตา (Glare)

สาเหตุที่ทำให้การให้แสงภายในห้องเรียนส่วนใหญ่ยังขาดประสิทธิภาพ เนื่องมาจากในอาคารเรียนโดยทั่วไป เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการรับแสงธรรมชาติจะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่จะเป็นห้องที่มีการรับแสงจากทางหน้าต่างเพียงอย่างเดียว ซึ่งหากไม่มีการออกแบบที่เหมาะสม และไม่มีการควบคุมปริมาณและทิศทางของแสงจากภายนอกที่เข้ามา อาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับปริมาณแสงที่ตกกระทบ ณ ตำแหน่งพื้นที่ใช้งาน อาจมีมากหรือน้อยเกินไป ความไม่สม่ำเสมอในการกระจายแสงและการเกิดสภาวะแสงบาดตา (Glare)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น พบว่ายังไม่มีการวิจัยรูปแบบของอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้างที่เหมาะสมกับลักษณะของห้องเรียนที่สามารถปรับปรุงแสงภายในห้องเรียนให้มีปริมาณแสงที่เพียงพอต่อการใช้งาน รวมถึงค่าระดับความส่องสว่างอย่างสม่ำเสมอ และไม่มีแสงบาดตาเข้ามาภายในบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งจะสามารถช่วยสร้างความสบายตาในการมองเห็น หรือสร้างทัศนียภาพที่ดีในการมองเห็น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากขึ้น

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

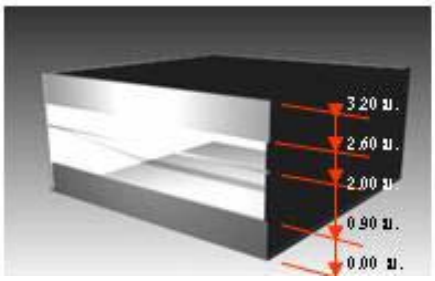
เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้าง ที่มีความเหมาะสมกับลักษณะของห้องเรียนของอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา และมีความสัมพันธ์กับทิศทางของห้องเรียน รวมถึงให้ค่าระดับความส่องสว่างของแสง ลักษณะการกระจายแสงมีความสม่ำเสมอดีที่สุด รวมถึงมีสภาวะแสงบาดตามารบกวนน้อยที่สุด

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การศึกษาค้นคว้าและเก็บข้อมูล
2. ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อจำลองสภาพแสงสว่างจากธรรมชาติภายนอกและภายในและทำการเปรียบเทียบ ผลการทดลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการใช้หุ่นจำลองและเครื่องมือว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด
3. ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับห้องเรียนจำลอง ซึ่งจำลองห้องเรียนของอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม ที่มีลักษณะของช่องแสง ทิศทางของห้องเรียน รูปแบบอุปกรณ์บังแดดแบบต่างๆ และช่วงเวลาในการทดลองที่ตรงกับสภาพแวดล้อมจริง
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาวิจัยห้องเรียนชั้นที่ 3 ของคณะวิชาสถาปัตยกรรม อาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ซึ่งเป็นลักษณะห้องเรียนแบบเลกเชอร์ที่มีขนาด 9.00 x 9.00 ม. สูง 3.20 ม. มีทางเดินด้านหน้า (Single Corridor) ทำการศึกษาห้องเรียนที่มีลักษณะช่องแสงทางด้านข้าง (รายละเอียดดังภาพที่ 2)
2. กำหนดการทดลองและเก็บข้อมูลในตำแหน่งละติจูดที่ 14 N เนื่องจากที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ตั้งอยู่ในละติจูดที่ 14 N
3. ตำแหน่งการวางตัวของห้องเรียนเลือกในทิศทางของห้องเรียนทางทิศเหนือ โดยมีช่องแสงทางด้านข้างทางทิศตะวันออก



ภาพที่ 2 ลักษณะห้องเรียนของคณะวิชาสถาปัตยกรรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

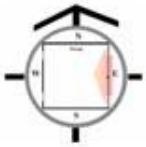
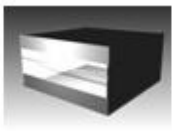
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย ประมาณ 9 เดือน

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาที่ทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

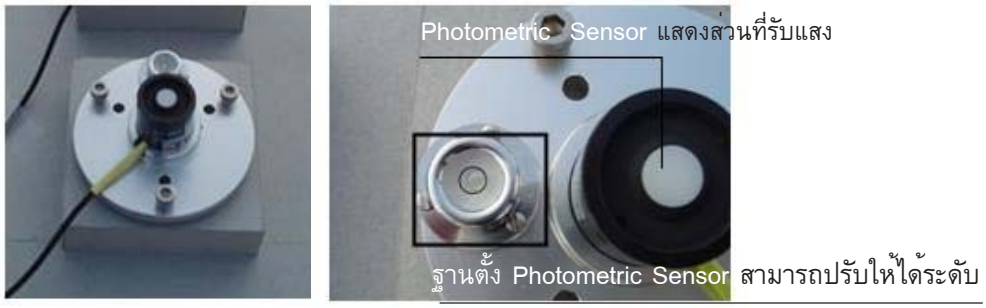
กิจกรรม	ปีพ.ศ.2548			ปี พ.ศ. 2549					
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1. รวบรวมข้อมูล ศึกษาจากทฤษฎี ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	◄———	———►							
2. ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อจำลองสภาพแสงสว่างจากธรรมชาติภายนอกและภายในห้องเรียน			◄———►						
3. ทำการทดลองกับเครื่องมือ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองสภาพแสงสว่างจากธรรมชาติภายนอกและภายในห้องเรียน				◄———►					
4. ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับห้องเรียนจำลอง ซึ่งจำลองห้องเรียนของอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรมที่ตรงกับสภาพแวดล้อมจริง					◄———►	———►			
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง							◄———	———►	
6. จัดทำเอกสารวิจัย									◄———►

ผลการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างที่วัดโดยใช้เครื่องมือกับผลที่ได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

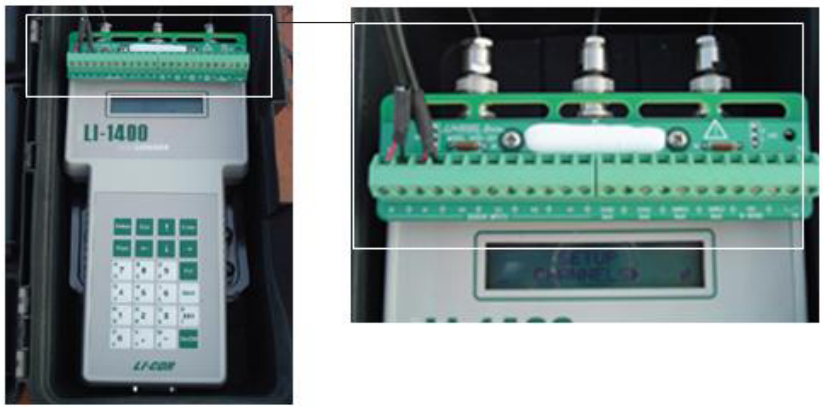
ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดการเลือกกรณีตัวอย่างการทดลองโดยใช้หุ่นจำลองและเครื่องมือ

ทิศทางของห้องเรียน	ลักษณะของช่องแสง	รูปแบบของอุปกรณ์บังแดด
 ทิศเหนือ		ไม่มีอุปกรณ์บังแดด อุปกรณ์บังแดดแนวนอน อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง
1 ทิศทาง	1 แบบ	3 รูปแบบ
		รวม 3 รูปแบบผลการทดลอง

การใช้งานเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จะติดตั้งหัวเซนเซอร์วัดแสง (Photometric Sensor) ในตำแหน่งที่ทำการวัดค่าความส่องสว่าง ดังภาพที่ 3 จากนั้นติดตั้งหัวเซนเซอร์วัดแสงกับเครื่อง Data logger และอุปกรณ์ต่อพ่วงจนครบทั้ง 5 Channel (ภาพที่4)



ภาพที่ 3 แสดงการติดตั้งหัวเซนเซอร์ (Photometric Sensor) ในการวัดค่าความส่องสว่าง พร้อมฐานปรับระดับโดยการหมุนปรับระดับฟองอากาศให้อยู่ในกรอบวงกลมสีดำ



ภาพที่ 4 แสดงการติดตั้งหัวเซนเซอร์วัดแสงกับเครื่อง Data logger และอุปกรณ์ต่อพ่วงจนครบทั้ง 5 Channel

อัตราส่วนความแตกต่างของค่าความส่องสว่างระหว่างผลการทดลองโดยใช้หุ่นจำลองและเครื่องมือกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 กรณี มีค่าไม่เกิน 10 % ซึ่งสามารถทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้โปรแกรมคอม-พิวเตอร์ เพื่อให้งานวิจัยมีความครอบคลุมและสามารถแสดงผล รวมถึงวิเคราะห์ผลการทดลองได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ห้องเรียนอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ที่มีช่องแสงทางด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก (ซึ่งจะศึกษาห้องเรียนในชั้นที่ 3 ของอาคารเรียน)

1.1 ผลการทดลองของห้องเรียนอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรมโดยไม่มีอุปกรณ์บังแดด ที่มีการเปรียบเทียบช่วงเวลาใน 1 วัน

จากผลการทดลองของห้องเรียนที่มีช่องแสง ด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก โดยไม่มีอุปกรณ์บังแดด ค่า Daylight Factor ณ เวลา 8.00 น. มีปริมาณเพียงพอตลอดระยะ 8 ม. ณ เวลา 10.00 น. มีปริมาณเพียงพอในระยะห่างไม่เกิน 5 ม. ณ เวลา 12.00 และ 14.00 น. มีปริมาณเพียงพอในระยะห่างไม่เกิน 3 ม. และเวลา 16.00 น. มีปริมาณเพียงพอในระยะห่างไม่เกิน 4 ม. จากช่องแสงทางด้านข้างและมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะห่างจากช่องแสงทางด้านข้างเพิ่มมากขึ้น

ค่าความสม่ำเสมอของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก โดยไม่มีอุปกรณ์บังแดด ในช่วงเวลา 8.00 ,10.00 , 12.00 , 14.00 และ 16.00 น.มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง เท่ากับ 51.54%, 39.70%, 49.17%, 50.25% และ 50.28% ตามลำดับซึ่งเวลา 10.00 น. จะมีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ 39.70% และเวลา 8.00 น. จะมีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมากที่สุด คือ 51.54%

ค่า Glare แบบ Guth Visual Com-fort Probability (VCP) ของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออกโดยไม่มีอุปกรณ์บังแดด มีค่า Glare แบบVCP ส่วนใหญ่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ณ เวลา 12.00 น. ที่ตำแหน่ง -60° กับตำแหน่งที่ 60° อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีสภาวะที่สบายตาต่อการมองเห็น

1.2 ผลการทดลองของห้องเรียนอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม โดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวนอนที่มีการเปรียบเทียบช่วงเวลาใน 1 วัน

จากผลการทดลองของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก โดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวนอน ค่า Daylight Factor ณ เวลา 8.00 น. มีปริมาณเพียงพอตลอดระยะ 8 ม. ณ เวลา 10.00 น. มีปริมาณเพียงพอในระยะห่างไม่เกิน 5 ม. ส่วน ณ เวลา 12.00 และ 14.00 น. มีปริมาณเพียงพอในระยะห่างไม่เกิน 3 ม. และเวลา 16.00 น. มีปริมาณเพียงพอในระยะห่างไม่เกิน 4 ม. จากช่องแสงทางด้านข้าง และมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะห่างจากช่องแสงทางด้านข้างเพิ่มมากขึ้น

ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก โดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวนอน ในช่วงเวลา 8.00 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น. มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างเท่ากับ 49.14%, 39.61%, 54.53%, 54.78% และ 54.10% ตามลำดับ ซึ่งเวลา 10.00 น. จะมีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างน้อยที่สุดคือ 39.61% และเวลา 14.00 น. จะมีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างมากที่สุด คือ 54.78%

ค่า Glare แบบ Guth Visual Comfort Probability (VCP) ของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก โดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวนอน มีค่า Glare แบบ VCP ส่วนใหญ่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ณ เวลา 12.00 น. ที่ตำแหน่ง -60° กับตำแหน่งที่ 60° และ ณ เวลา 16.00 น. ที่ตำแหน่ง -60° อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมีสภาวะที่สบายตาต่อการมองเห็น

1.3 ผลการทดลองของห้องเรียนอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม โดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวนอนที่มีการเปรียบเทียบช่วงเวลาใน 1 วัน

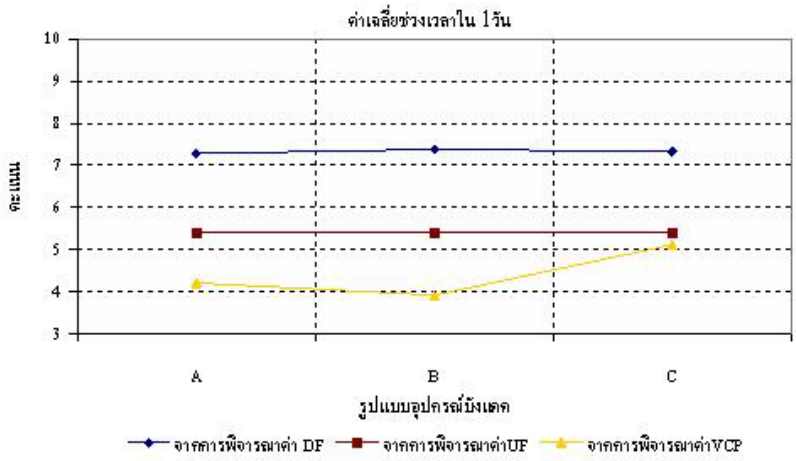
จากผลการทดลองของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก โดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง ค่า Daylight Factor ณ เวลา 8.00 น. มีปริมาณเพียงพอตลอดระยะ 8 ม. เวลา 10.00 และ 12.00 น. ค่า Daylight Factor มีปริมาณที่เพียงพอในช่วงระยะห่างไม่เกิน 5 และ 2 ม. ตามลำดับเวลา 14.00 และ 16.00 น. ค่า Daylight Factor มีปริมาณที่เพียงพอในช่วงระยะห่างไม่เกิน 3 ม. จากช่องแสงทางด้านข้าง และมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะห่างจากช่องแสงทางด้านข้างเพิ่มมากขึ้น

ค่าความสม่ำเสมอของระดับส่องสว่างของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออกโดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง ในช่วงเวลา 8.00,10.00,12.00,14.00 และ 16.00 น. มีค่าความสม่ำเสมอของระดับส่องสว่างเท่ากับ 51.62% 39.37%, 51.63%, 49.89% และ 50.14% ตามลำดับ ซึ่งเวลา 10.00 น. จะมีค่าความสม่ำเสมอของระดับส่องสว่างน้อยที่สุดคือ 39.37% และเวลา 12.00 น.จะมีค่าความสม่ำเสมอของระดับส่องสว่างมากที่สุด คือ 51.63%

ค่า Glare แบบ VCP ของห้องเรียนที่มีช่องแสงด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออก โดยมีอุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง มีค่า Glare แบบ VCP ในเวลา 8.00 และ10.00 น.ทุกตำแหน่งมุมมอง มีค่า Glare แบบ VCP ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในเวลา 12.00 และ 16.00 น. ค่า Glare แบบ VCP มีสภาวะที่สบายตาต่อการมองเห็นที่ตำแหน่งมุมมอง -60°, -50° , 50° และ 60° แต่มุมมองตำแหน่งที่ -40° จนถึง 40° มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนเวลา 14.00 น. ค่า Glare แบบ VCP มีสภาวะที่

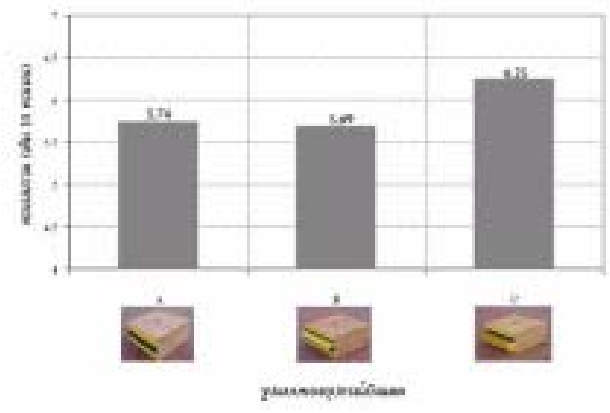
สบายตาต่อการมองเห็น ที่ตำแหน่งมุมมอง -60˚ ,-50˚ และ 60˚ แต่มุมมองตำแหน่งที่ -40˚ จนถึง 50˚ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

การวิเคราะห์ผลการทดลอง



แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบค่าคะแนนจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนจากการวิเคราะห์ค่า Daylight Factor, ค่า Uniformity และ ค่า VCP ในการแสดงผลค่า Glare กับรูปแบบของอุปกรณ์บังแดดแบบต่างๆ ที่มีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยช่วงเวลาใน 1 วัน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของรูปแบบของอุปกรณ์ทั้ง 3 แบบกับห้องเรียนอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ที่มีช่องแสงทางด้านข้างทางทิศตะวันออก



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของรูปแบบของอุปกรณ์ทั้ง 3 แบบกับห้องเรียน อาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออก เฉียงเหนือ นครราชสีมาที่มีช่องแสงทางด้านข้างทางทิศตะวันออก ณ วันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาใน 1 วัน

สรุปผลการทดลอง

จากแผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของรูปแบบของอุปกรณ์ทั้ง 3 แบบกับห้องเรียน อาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ที่มีช่องแสงทางด้านข้างทางทิศตะวันออก ณ วันที่ 21 มีนาคม ช่วงเวลาใน 1 วัน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบอุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง (แบบ C) มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยคำนึงถึงค่าเดย์ไลท์แฟคเตอร์ภายในห้องเรียน ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง และค่า VCP ในการแสดงผลค่า Glare

ข้อเสนอแนะการวิจัยเพื่อหาแนวทางอื่นเพิ่มเติม

การวิจัยที่ให้แสงธรรมชาติเข้ามาในอาคาร โดยมีความร้อนเข้ามาน้อยที่สุด หรือการคำนึงถึงสภาวะน่าสบายจากการระบายอากาศตามธรรมชาติ (Natural Ventilation) ตามลักษณะและทิศทางของห้องในแบบต่างๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในอาคารประเภทอื่นๆ หรืออาคารสูง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ตลอดจน ขอขอบคุณภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทดลองจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนคณาจารย์ บุคคลที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอกล่าวขอบพระคุณไว้ในที่นี้ด้วย

บ ร ร ณ า นุ ก ร ม

กนกวรรณ อุสันโน. (2539). รูปแบบของอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสมสำหรับห้องเรียนปรับอากาศ. **วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2538). **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กรมอุตุนิยมวิทยา. กองภูมิอากาศ. (2543). **ค่าดัชนีของปริมาณเมฆในท้องฟ้าของประเทศไทย ปี 2543**. กรุงเทพมหานคร.

_____. (2546). **ค่าดัชนีของปริมาณเมฆในท้องฟ้าของประเทศไทย ปี 2546.** กรุงเทพมหานคร.

ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์, ผ.ศ. (2546). "Rendering Technique." **การอบรมระยะสั้นการใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบระบบแสงสว่าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร** 1 (สิงหาคม): 29.

ตรึงใจ บูรณสมภพ, ผ.ศ. (2521). **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร. นำอักษรการพิมพ์.

ทองใหญ่ ทองใหญ่, หม่อมราชวงศ์. (2524). **แนวทางการปรับปรุงห้องเรียนระดับประถมศึกษาในประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร. อักษรเจริญการพิมพ์.

ทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์ศิริ. (2544). แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของแสงภายในห้องเรียนเพื่อความสบายตา และเป็นการออกแบบห้องเรียนในชนบท. **วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

มาลินี ศรีสุวรรณ. (2529). การใช้แสงสว่างธรรมชาติเพื่อประหยัดพลังงานในอาคาร. **วารสารหน้าจั่ว** 2, (พฤษภาคม) :19.

_____.ร.ศ. (2543). **การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคาร สำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วรพันธุ์ คล้ามไพบูลย์. (2541). อาคารคอมมอนเวลธ์. **วารสารอาษา** 18, (มิถุนายน) : 81-89.

สมหวัง อัตตนนา. (2539). อาคารสาธารณะ. **วารสาร Arch & Idea** 4, (พฤษภาคม) : 114 .

สุนทร บุญญาธิการ,ร.ศ. (2536). **การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุมาลี ประทุมนันท์. (2541). อาคารแห่งสัญลักษณ์และเอกลักษณ์. **วารสารอาษา** 6, (พฤษภาคม) : 11 - 17.

อวิรุทธ์ อุรุพงศา. (2544). การใช้แสงธรรมชาติผ่านช่องแสงด้านข้างส่วนบนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่างในห้องเรียนในชนบท. **วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

Building Technologies Department. Environmental Energy Technologies Divisions. (2002) **Desktop Radiance 2.0 Beta User Manual**. Berkeley: University of Berkeley.

Clarke, J. et al.(1996). **Integrated Performance Appraisal of Daylight-Europe Case Study Buildings.** Berlin: University of Strathclyde.

Compagnon, R. (1996). The Index Visual Discomfort Analysis Program. **Daylight Europe Project Report.** 2, 9 -16.

Kaufman, John. (1984). **IES Lighting Handbook.** New York. NY.

Pal, Vineeta. (1999). **Integrated Computational Analysis of the Visual Environment in Buildings.** Ph.D. Thesis, Carnegie Mellon University.

Staffy, R. et al.(1992). **Architectural Interior Systems.** 3rd. ed. New York . Van Nostrand Reinhold.

Stein B., and J. Reynolds.(1998). **Mechanical and Electrical Equipment for Building.** 11th ed. New York . John Wiley & Sons Co.

Ward , Gregory. (1990). Visualization. **Lighting Design and Application.** 20, 99-105.