

ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตา

THE EFFECTS OF LIGHTING LEVELS AND TEACHING TECHNIQUES

ON VISUAL COMFORT



ผลกระทบของระดับความส่องสว่างในห้องเรียนและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตา

THE EFFECTS OF LIGHTING LEVELS AND TEACHING TECHNIQUES
ON VISUAL COMFORT



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2556



©2557

ศิวพร ปิยะศรีสวัสดิ์

สงวนลิขสิทธิ์

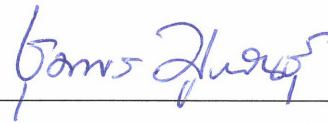
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน

เรื่อง ผลกระทบของระดับความส่องสว่างในห้องเรียนและรูปแบบการสอน
ที่มีผลต่อภาวะความสบายตา

ผู้วิจัย ศิวพร ปิยะศรีสวัสดิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ดร.ชุมพร มูร์พันธุ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล)

ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย



(ดร.ฤทธิรงค์ จุฑาพถุมิกร)

ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก



(ดร.ปิยะรัตน์ นันทะ)



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวพร หวังพิพัฒน์วงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 23 เดือน กันยายน พ.ศ. 2557

ศิวพร ปิยะศรีสวัสดิ์. ปรินญาสาปตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาปตยกรรมภายใน,
กรกฎาคม 2557, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

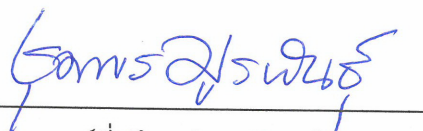
ผลกระทบของระดับความส่องสว่างในห้องเรียนที่มีผลต่อรูปแบบการสอนและภาวะความสบายตา
(96 หน้า)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ดร.ชุมพร มูรพันธุ์

บทคัดย่อ

จากการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบาย โดยมีคำถามการวิจัยคือ ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตา ผู้วิจัยจึงการออกแบบการทดลองในรูปแบบ 3×3 Factorial Experimental Design รวม 9 สถานการณ์ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว คือระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอน ตัวแปรควบคุมคือระดับความส่องสว่างซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ 300 ลักซ์ 500 ลักซ์ และ 750 ลักซ์ จากการศึกษาและวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง เพื่อทราบถึงระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านหนังสือสรุปผลการทดลองภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนพบว่าระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการอ่านสูงสุดคือระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ รองลงมาที่ระดับ 500 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่มีภาวะความสบายตาน้อยที่สุดคือ 300 ลักซ์ โดยรูปแบบการสอนที่สบายตาที่สุดคือการใช้กระดานไวท์บอร์ดโปรเจคเตอร์และ โทรศัพท์ตามลำดับ ในขณะที่ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการเขียนที่มีภาวะความสบายตาสูงสุดคือที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์เช่นกัน แต่รองลงมาที่ระดับ 300 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่มีภาวะความสบายตาน้อยที่สุดคือ 500 ลักซ์ โดยรูปแบบการสอนที่ที่สบายตาที่สุดคือการใช้โทรศัพท์โปรเจคเตอร์และกระดานไวท์บอร์ดตามลำดับ

อนุมัติ:


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Piyasrisawat, S. M.Arch. (Interior Architecture), July 2014, Graduate School,
Bangkok University.

The Effects of Lighting Levels and Teaching Techniques on Visual Comfort (96 pp.)

Thesis Advisor: Chumporn Moorapun, Ph.D.

ABSTRACT

The Questions of Research is The Effects of Lighting Levels and Teaching Techniques This research aims to explore a suitable lighting level in a classroom for many learning activities and for visual comfort. The research design is 3 x 3 Factorial Design (3 lighting level and 3 Teaching Techniques). The 9 different experimental situations were conducted in Room 202, CCDA Building, Bangkok University. 180 students volunteered to attend these experiments. They were asked to finish the assign learning activity and to fulfill questionnaire in order to measure the visual comfort. The research findings indicate that the most suitable lighting level for the 3 Teaching Techniques that cause visual comfort for Reading is 750 lux 500 lux and 300 lux for Whiteboard is the best visual comfort, second Projector and minimum visual comfort is Televisionconsecutively,Howeverthe most suitable lighting level for the 3 Teaching Techniques that cause visual comfort for Writing is 750 lux 300 lux and 500 lux consecutivelyfor Televisionfirst, second Projector and minimum visual comfort is Whiteboard.

Approved: _____


Thesis Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้เปรียบเหมือนตัวแทนของความมานะ ความเพียรพยายาม และความอดทนของผู้วิจัยวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะสำเร็จไม่ได้เลยหากขาดความอนุเคราะห์ที่สำคัญยิ่งจาก ดร.ชุมพร มูรพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ชี้แนะแนวทางด้านวิชาการตลอดจนให้คำปรึกษาและเสียสละเวลาในการตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ด้านเนื้อหา และภาษาซึ่งผู้วิจัยกราบขอบพระคุณและขอระลึกถึงด้วยความเคารพยิ่งตลอดไปค่ะ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล ดร.ฤทธิรงค์ จุฑาพฤตนิกร และ ดร.ปิยะรัตน์ นันทะ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการเป็นคณะกรรมการและให้คำแนะนำเพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ไพบุลย์ นาสำราญ ผู้ช่วยผู้อำนวยการด้านกายภาพและสิ่งแวดล้อม รังสิต สำนักกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาชี้แนะแนวทางด้านวิชาการตลอดจนให้คำชี้แนะในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการเข้าทดลอง โดยเฉพาะให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์และเคี่ยวเข็ญจนทำให้ผู้วิจัยมีแรงพยายามในการอดทนทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ในที่สุด

ขอขอบคุณอาจารย์รักสกุล ไม่สูญผลที่คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและจุดประกายความคิดต่าง ๆ ร่วมทุกข์ร่วมสุขเคียงข้างกับข้าพเจ้ามาโดยตลอดซึ่งเป็นผู้ให้กำลังใจสำคัญแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ขอบคุณอย่างยิ่งสำหรับกำลังใจที่สำคัญจากเพื่อนร่วมอุดมการณ์ ได้แก่ แนน แนน บัว โบ ซึ่งร่วมฝ่าฟันอุปสรรคในเส้นทางนี้ร่วมกัน

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณบิดามารดาผู้วิจัยระลึกถึงพระคุณของท่านเป็นอย่างยิ่งที่สนับสนุนกำลังใจซึ่งเป็นพลังผลักดันสำคัญตลอดจนพี่สาว และน้องชาย ที่ช่วยให้กำลังใจ และขออุทิศความดีแต่ครูบาอาจารย์ ตลอดจนผู้มีอุปการคุณและบุคคลที่เกี่ยวข้องที่มีอาจจะกล่าวได้ครบมา ณ โอกาสนี้

ศิวพร ปิยะศรีสวัสดิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 คำถามของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 คำนิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนรูปแบบการสอน และภาวะความสบายตา	5
2.2 แนวคิดการออกแบบแสงสว่างให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียน	12
2.3 ปัจจัยรบกวนความส่องสว่าง	12
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	19
3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามการวิจัยและการออกแบบการวิจัย	19
3.2 การเปลี่ยนคำถามด้านมโนทัศน์เป็นคำถามปฏิบัติการ	21
3.3 การศึกษานำร่อง	27
3.4 การเก็บข้อมูล	28
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	42
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	43
บทที่ 4 ผลการทดลอง	45
4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	45
4.2 รายงานผลการทดลอง	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	65
5.1 จุดประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากิจกรรม พฤติกรรมการเรียนที่เกิดขึ้นภายใน ห้องเรียนของนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ภายในอาคารศูนย์ศิลปะภาพยนตร์ และสื่อดิจิทัล ภาควิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต	65
5.2 จุดประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบ การสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตาของนักศึกษา	69
5.3 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	73
5.4 จุดประสงค์ข้อ 3 เพื่อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงการออกแบบแสงสว่าง ที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนและก่อให้เกิดภาวะความสบายตา ภายในห้อง เรียนที่มีรูปแบบการสอนที่หลากหลายในอนาคต	78
5.5 ข้อดีและข้อจำกัดของงานวิจัย	84
5.6 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย	84
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก ก	88
ภาคผนวก ข	94
ประวัติเจ้าของผลงาน	96
ข้อตกลงว่าด้วยการอนุญาตให้ใช้สิทธิ์ในวิทยานิพนธ์	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1: แสดงมาตรฐานการวัดแสงสว่างของสถาบันต่าง ๆ	6
ตารางที่ 2.2: แสดงระดับความส่องสว่างสำหรับกิจกรรมและพื้นที่ใช้สอยต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IES	7
ตารางที่ 2.3: ระดับความส่องสว่างภายในอาคารแต่ละประเภท	8
ตารางที่ 2.4: ความเข้มของแสงตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 พ.ศ. 2537	8
ตารางที่ 2.5: ข้อเสนอแนะระดับความส่องสว่าง (Illuminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคารตาม TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)	9
ตารางที่ 3.1: การเปลี่ยนนิยามมโนทัศน์เป็นนิยามด้านปฏิบัติการสำหรับการอ่าน	21
ตารางที่ 3.2: การเปลี่ยนนิยามมโนทัศน์เป็นนิยามด้านปฏิบัติการสำหรับการเขียน	23
ตารางที่ 3.3: แสดงสถานการณ์ที่กำหนดในการทดลอง	29
ตารางที่ 3.4: แหล่งให้แสงและลักษณะการใช้แสง	38
ตารางที่ 4.1: แสดงค่าเฉลี่ยภาวะความสบายตาต่อการอ่าน	48
ตารางที่ 4.2: แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความสบายตาต่อการอ่าน	50
ตารางที่ 4.3: เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)	51
ตารางที่ 4.4 : เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)	51
ตารางที่ 4.5: แสดงการประมาณค่าแบบช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่าน	52
ตารางที่ 4.6: แสดงค่าเฉลี่ยภาวะความสบายตาต่อการเขียน	56
ตารางที่ 4.7: แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความสบายตาต่อการเขียน	58
ตารางที่ 4.8: เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)	59
ตารางที่ 4.9: เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)	60
ตารางที่ 4.10: แสดงการประมาณค่าแบบช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่าน	60
ตารางที่ 5.1: สรุปผลการทดลองผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตา	70

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1: แสงจ้าที่ยังสามารถมองเห็น (Discomfort Glare)	14
ภาพที่ 2.2: แสงจ้าที่สว่างมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability Glare)	14
ภาพที่ 3.1: กรอบการวิจัย	20
ภาพที่ 3.2: แสดงการอ่านข้อความแบบกวาดสายตา	30
ภาพที่ 3.3: แสดงการอ่านข้อความแบบตั้งใจอ่าน	31
ภาพที่ 3.4: แสดงการอ่านข้อความแล้วคัดลอก	31
ภาพที่ 3.5: แผนผังและลักษณะห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์	33
ภาพที่ 3.6: ภาพมุมตัดห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์	34
ภาพที่ 3.7: ลักษณะห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์	35
ภาพที่ 3.8: แผนผังเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์	36
ภาพที่ 3.9: แสดงการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ภายในกล่องโคมไฟและหลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์บริเวณหน้าห้องเรียน	39
ภาพที่ 3.10: แสดงแผนผัง Reflected Ceiling Plan	40
ภาพที่ 3.11: แสดง Partition & Finishing Plan	41
ภาพที่ 3.12: แสดงขั้นตอนการทดลอง	44
ภาพที่ 4.1: สัดส่วนเพศของกลุ่มตัวอย่าง	45
ภาพที่ 4.2: สัดส่วนช่วงอายุของกลุ่มประชากร	46
ภาพที่ 4.3: สัดส่วนความผิดปกติทางสายตา (สายตาสั้น-ยาว)	46
ภาพที่ 4.4: ผลทดสอบความสามารถในการมองเห็น (Visual Acuity)	47
ภาพที่ 4.5: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนทดลองต่อกิจกรรมการอ่าน	55
ภาพที่ 4.6: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนทดลองต่อกิจกรรมการเขียน	63
ภาพที่ 5.1: ตำแหน่งไฟ	66
ภาพที่ 5.2: ตำแหน่งกระดานไวท์บอร์ด	67
ภาพที่ 5.3: ตำแหน่งโปรเจคเตอร์	68
ภาพที่ 5.4: ตำแหน่งโทรทัศน์	68
ภาพที่ 5.5: ทดลองปรับตำแหน่งโทรทัศน์	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 5.6: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอน ทดลองต่อกิจกรรมการอ่าน	70
ภาพที่ 5.7: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอน ทดลองต่อกิจกรรมการเขียน	71
ภาพที่ 5.8: แสดงลำดับขั้นตอนการทดลองเปรียบเทียบกับลำดับเวลาการของการปรับตัว ของตาต่อแสง	75
ภาพที่ 5.9: แสดงผังการจัดที่นั่งให้สอดคล้องกับขนาดของจอภาพ	82



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความจำเป็นและความสำคัญของปัญหา

การให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนโดยเฉพาะเรื่องความส่องสว่างนับเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันซึ่งแม้จะมีการควบคุมแสงสว่างภายในห้องเรียนให้ตรงตามมาตรฐานกำหนด แต่กลับพบว่าปัญหาเกี่ยวกับแสงสว่างที่พบภายในห้องเรียนคือปัญหาเรื่องการควบคุมแสงที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานทำให้เกิดปัญหาทางด้านการมองเห็นซึ่งส่งผลกระทบต่อสมาธิของผู้เรียนโดยตรงโดยเฉพาะห้องเรียนสมัยใหม่ที่นิยมพึ่งพาการใช้แสงจากธรรมชาติเพื่อประหยัดพลังงานและสร้างความตื่นตัวให้กับผู้เรียน แต่ก็มักพบปัญหาในภายหลังเพราะแสงธรรมชาติมีความแปรปรวนสูงจึงยากต่อการควบคุมนอกจากนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมายังพบปัญหาเรื่องตำแหน่งไม่เหมาะสมของแหล่งให้แสงภายในห้องเรียนที่มักเน้นเฉพาะกลางห้องเท่านั้นซึ่งห้องเรียนส่วนใหญ่จะมีการวางผังโคมไฟไว้ในตำแหน่งกลางห้องทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของแสงสามารถแก้ไขโดยการจัดวางผังโคมไฟในแนวที่ขนานกับหน้าต่างเพื่อให้ปริมาณแสงส่องสว่างทั่วถึงทั้งห้องจากการศึกษาพบว่าค่ามาตรฐานความส่องสว่างนั้นมีหลายองค์ประกอบที่ได้เล็งเห็นความสำคัญและกำหนดเป็นค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียน เช่น เดอะ เอฟเอ็นแอล (“The FNL”, n.d.) ที่ได้กำหนดค่ามาตรฐานการความส่องสว่างภายในห้องเรียนทั่วไป (Classrooms in General) ไว้ต่ำสุดได้ถึง 150 - 300 ลักซ์ ในขณะที่ ริชแมน (Richman, n.d.) ได้สรุปไว้ว่าห้องเรียนทั่วไปควรมีระดับความส่องสว่างที่ 300 ลักซ์แต่ห้องเรียนสำหรับผู้ใหญ่ควรมีความส่องสว่างที่ 400 ลักซ์ ในขณะที่โอเอ็มเอส ไลท์ติ้ง (OMS Lighting, n.d.) บริษัทด้านออกแบบแสงในยุโรปเคยทำการวิจัยพบเกี่ยวกับระดับความส่องสว่างในห้องเรียนพบว่าค่าความส่องสว่างที่มีการกำหนดไว้ที่ 300 ลักซ์อาจไม่เพียงพอต่อพื้นที่การเรียนรู้ (Task Area) อีกต่อไปและเสนอว่าแม้จะเป็นกิจกรรมพื้นฐานอย่างการเขียน อ่านระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมควรก็ควรอยู่ที่ 500 ลักซ์ โดยวัดจากระยะการใช้งานของโต๊ะและจากผนังห้อง ซึ่งค่าต่ำสุดนั้นเสี่ยงเกินไปต่อการใช้สายตาเป็นเวลานาน

อย่างไรก็ตามแม้จะมีการกำหนดค่ามาตรฐานระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนแต่ยังพบว่าเกิดปัญหาความไม่สบายตาอยู่บ่อยครั้งปัญหาดังกล่าวยังคงพบอยู่เสมอเนื่องจากภายในห้องเรียนหนึ่ง ๆ มักมีกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทำให้เกิดภาวะความไม่สบายตาขึ้นภายในห้องเรียน (Visual Discomfort) โดย จาคูบิแอก และรีฮาร์ต (Jakubiec & Reinhart, 2013) ได้สรุปว่าภาวะความไม่สบายตา คืออาการที่ตรงข้ามกับความสบายตาหรืออาการที่เกิดขึ้นจากการมองเห็น เช่น อาการตาแห้ง ปวดศีรษะ ภาพเบลอ นอกจากอาการดังกล่าวจะเกิดขึ้นในขณะการทำงานแล้ว

ปัจจัยของการเกิดภาวะความไม่สบายต่ายังอาจเกิดขึ้นจากพฤติกรรมทางสุขภาพอีกด้วย เช่น พฤติกรรมการนอน การดื่มคาเฟอีนซึ่งทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อตาอ่อนล้าสอดคล้องกับการที่เกิดภาวะความไม่สบายตานั้นเกิดจากความเหนื่อยล้าของดวงตาหรือเกิดความตึงเครียดของกล้ามเนื้อตาเพราะมีการสะสมจากผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ด้านแสงสว่างโดยเป็นภาวะที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำการใด ๆ และมีวิธีสังเกตถึงความเหนื่อยล้าของสายตาได้จากวิธีการอ่านออกเสียงซึ่งหากเกิดภาวะไม่สบายตาขึ้นก็จะทำให้การอ่านช้าลงหรืออ่านแล้วเสียงแผ่วเบาเพราะรู้สึกไม่มั่นใจในการอ่านหรืออ่านผิด ซึ่งเป็นหนึ่งในคำอธิบายถึงความไม่สบายตาได้เป็นอย่างดีโดยทำการวัดประสิทธิภาพของความไม่สบายตาจากการอ่าน ลักษณะความไม่สบายตาดังกล่าวจึงนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการนำไปจัดทำแบบสอบถามทั้งก่อนและหลังการเข้าปรับระดับความส่องสว่างของงานวิจัยนี้ด้วย (Conlon, Lovegrove, Chekaluk & Pattison, 1999)

จากการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับรูปแบบการสอนที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนภายในอาคารศูนย์ศิลปะภาพยนตร์และสื่อดิจิทัล ภาควิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์ ซึ่งเป็นสถานที่เข้าทดลองปรับระดับความส่องสว่างพบว่าในห้องเรียนขนาดเล็กมีรูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อการมองเห็นโดยตรง ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ ลักษณะการให้แสงโดยทั่วไปภายในห้องเรียนมีทั้งแหล่งให้แสงจากแสงประดิษฐ์และแสงจากธรรมชาติ โดยแสงประดิษฐ์มีแหล่งให้แสงมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภท T5 ซึ่งเป็นหลอดประหยัดพลังงานที่มีกำลังไฟฟ้า 28 วัตต์จำนวน 2 หลอดต่อ 1 โคม รวมโคมไฟทั้งหมดจำนวน 6 โคม สำหรับแสงธรรมชาตินั้นแหล่งให้แสงมาจากหลอดไฟคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบผิงผ้าจำนวน 3 หลอด ติดตั้งบริเวณหน้าต่างห้องเรียนมีจอฉายภาพจากโปรเจคเตอร์ที่ติดตั้งบริเวณกลางห้อง ซึ่งแม้จะมีหน้าต่าง แต่ก็ปิดด้วยมู่ลี่กรองแสงตลอดเวลา ทำให้รูปแบบการสอนที่เกิดขึ้นทั้งหมดเกิดขึ้นภายใต้แสงไฟฟ้าประดิษฐ์จากจุดศูนย์กลางเพียงจุดเดียวไม่มีการแยกประเภทการใช้งานจึงเสี่ยงต่อการเกิดภาวะความไม่สบายตาและเป็นสาเหตุให้เกิดอาการทางสายตาด้านอื่น ๆ ตามมา ดังนั้นจึงควรกำหนดระดับความส่องสว่างให้เหมาะสมกับรูปแบบการสอนเพื่อลดปัญหาภาวะความไม่สบายตา นอกจากนี้ยังพบว่ามีกิจกรรมการอ่านและการเขียนในทุกรูปแบบการสอนอีกด้วย

1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากิจกรรม พฤติกรรมการเรียนที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนของนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ภายในอาคารศูนย์ศิลปะภาพยนตร์และสื่อดิจิทัล ภาควิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

1.2.2 เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตาของนักศึกษา

1.2.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนและก่อให้เกิดภาวะความสบายตา ภายในห้องเรียนที่มีรูปแบบการสอนที่หลากหลายในอนาคต

1.3 คำถามของการวิจัย

1.3.1 ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนมีผลต่อภาวะความสบายตาอย่างไร

1.3.2 ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านหนังสือมีลักษณะเป็นอย่างไร

1.3.3 ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการเขียนหนังสือมีลักษณะเป็นอย่างไร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิเคราะห์ห้วงการเรียนรู้การศึกษาระดับความส่องสว่างในห้องเรียนที่มีผลต่อรูปแบบการสอนและภาวะความสบายตาต่อกิจกรรมการอ่านและการเขียนหนังสือ กรณีศึกษาห้องเรียน C4: 202 ภายในอาคารศูนย์ศิลปะภาพยนตร์และสื่อดิจิทัล ภาควิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต โดยมีตัวแปรอิสระได้แก่ ระดับความส่องสว่าง และรูปแบบการสอน ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ โดยมีตัวแปรตาม ได้แก่ ภาวะความสบายตา

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาอาสาสมัครคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ระดับปริญญาตรี ภาคปกติ ชั้นปีที่ 1 -4 รวมจำนวน 180 คน

มีวิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2557 โดยทดลองในสถานที่จริงแล้ววิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานเดิมด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Anova)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงกิจกรรมภายใต้ความส่องสว่างในสภาพการใช้งานจริงที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน C4: 202 ชั้น 2 ภายในอาคารศูนย์ศิลปะภาพยนตร์และสื่อดิจิทัลมหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

1.5.2 ระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนที่มีผลต่อรูปแบบการสอนและภาวะความสบายตาของการออกแบบความส่องสว่างภายในของห้องเรียนในอนาคต

1.5.3 นำเสนอแนวทางการในการปรับปรุงระดับความส่องสว่างในห้องเรียนที่มีผลต่อรูปแบบการสอนและภาวะความสบายตา อันจะนำไปสู่ประสิทธิภาพด้านการเรียนที่ดีขึ้น

1.6 คำนิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ภาวะความสบายตา (Visual Comfort) คือ ความสบายทางด้านความสว่างและการมองเห็นที่มีความเหมาะสม ซึ่งภาวะความสบายทางสายตาคงมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องแสงไม่ว่าจะเป็นความจ้าของแสง ความเปรียบต่างและค่าความส่องสว่างที่เหมาะสม ในทางตรงกันข้ามภาวะความไม่สบายตา (Visual Discomfort) คืออาการที่เกิดจากความไม่สบายตาต่าง ๆ เช่น การคันตา ตาแห้ง สีดัดเพี้ยน น้ำตาไหล ปวดหัว ไมเกรนกำเริบ ไปจนถึงโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารที่มาจากความเจ็บปวดของการนั่งผิดท่า การปรับระยะหรือปรับลดขนาดของภาพที่มองอย่างรวดเร็วทำให้ดวงตาปรับเรตินาอย่างรวดเร็วอาจทำให้ดวงตาเมื่อยล้าได้ รวมไปถึงแสงสะท้อนจากจอคอมพิวเตอร์และการมองภาพในพื้นที่กว้างหรือภาพที่มีค่าเปรียบต่างสูงมาก ๆ ก็ส่งผลให้มีอาการปวดหัวตามมา และทำให้การอ่านข้อความนั้น ๆ ยากขึ้นสภาพแสงที่ทำให้เกิดความไม่สบายได้ ได้แก่ แสงจ้า แสงริบหรี่และเงาที่ตกกระทบบดบัง เป็นต้น

1.6.2 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ หมายถึง สภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกอาคารที่มีผลกระทบต่อผู้ใช้ห้องเรียนและการเรียนการสอนภายในห้องเรียน

1.6.3 แสงสว่างกับห้องเรียน หมายถึง แสงสว่างจากธรรมชาติและแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าสำหรับใช้ในพื้นที่ต่าง ๆ ภายในห้องเรียน

1.6.4 ความส่องสว่าง (Illuminance: E) หมายถึง ความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบบนพื้นที่ใด ๆ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ได้แก่ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร หรือเรียกว่า 1 ลักซ์ (Lux: lx) และ 1 ลูเมนต่อตารางฟุตหรือเรียกว่า 1 ฟุตแคนเดิล (fc.)

1.6.5 Task Area บริเวณที่มีการใช้แสงในกิจกรรมต่าง ๆ มากที่สุดเป็นพื้นที่ที่ต้องการแสงที่เหมาะสมและไม่ต้องการแสงรบกวนเช่น แสงสะท้อน แสงจ้า การใช้ไฟในบริเวณดังกล่าวควรเป็นไปตามค่าของแสงที่กำหนดไว้ เช่น บริเวณที่ต้องทำงานด้านกราฟิก จำเป็นต้องมีการใช้แสงที่ทำให้มองเห็นสีที่ไม่ผิดเพี้ยนไปจากสีจริงในที่นี้หมายถึงบริเวณที่นักศึกษานั่งเรียน

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากประเด็นปัญหาการวิจัยที่ต้องการศึกษาว่าระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนหลากหลายประเภทและก่อให้เกิดภาวะความสบายตาต่อการอ่านและการเขียนควรมีระดับใด นำไปสู่การทบทวนวรรณกรรม ดังต่อไปนี้

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนรูปแบบการสอน และภาวะความสบายตา

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ความส่องสว่าง (Illuminance) คือ ความเข้มของการส่องสว่างบนพื้นผิวที่ได้รับแสงสว่างในมุมเชิงของแสงในทิศทางหนึ่งต่อหน่วยของพื้นที่ที่ถูกแสงสว่าง มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตร หรือฟุตแลมเบิร์ต (น้ำผึ้ง สายทอง และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, 2551) ความส่องสว่างอักษรย่อคือ E ซึ่งหมายถึง ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นผิวใด ๆ แล้วสะท้อนบนวัตถุมีหน่วยเป็นลักซ์จึงต่างจากความจ้า (Brightness) ตรงที่ความจ้าเป็นผลที่เกิดจากการที่แสงสะท้อนออกจากผิวของวัตถุหรือสะท้อนออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตาในปริมาณต่าง ๆ โดยสามารถออกแบบระดับความส่องสว่างได้จากมาตรฐานความส่องสว่างจากสถาบันต่าง ๆ ที่ได้มีการกำหนดความส่องสว่างของพื้นที่ใช้งานแต่ละอย่างไว้

2.1.1 มาตรฐานการวัดความสบายทางแสงสว่าง (Lighting Comfort Index)

แสงสว่างเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ ต้องมีแสงสว่างในปริมาณที่เพียงพอให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นอย่างชัดเจนจึงต้องมีการกำหนดปริมาณแสงภายในห้องเรียน เพื่อให้เกิดความสบายตาด้วยมาตรฐานระดับความส่องสว่างหรือมาตรฐานวัดความสบายทางด้านสายตาที่ได้มีการกำหนดไว้ที่ค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่วัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่การใช้งานโดยในพื้นที่การใช้งานจะมีการพิจารณาถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นทำให้มาตรฐานความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่นั้นแตกต่างกันออกไปสอดคล้องกับที่ขำนาญ ห่อเกียรติ (2540) ได้อ้างอิงถึงระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์ที่สบายตาสำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งนี้ยังมีสถาบันต่าง ๆ มากมายได้กำหนดมาตรฐานความสบายตาโดยจะกำหนดในลักษณะของค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่เกิดขึ้น ซึ่งมาตรฐานต่าง ๆ มีการกำหนดไว้แตกต่างกันอยู่บ้าง แต่อย่างไรก็ตามมาตรฐานที่มีการยอมรับสถาบันซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับสากลทั่วไป ได้แก่

ตารางที่ 2.1: แสดงมาตรฐานการวัดแสงสว่างของสถาบันต่าง ๆ

มาตรฐาน	ชื่อสากล	ชื่อไทย
ANSI	American National Standard Institute	สำนักงานมาตรฐานสหรัฐอเมริกา
BS	British Standard	มาตรฐานอังกฤษ
BSI	British Standard Institute	สำนักมาตรฐานอังกฤษ
CENELEC	Comit Uropean de Normalizational Electro Technique	คณะกรรมการมาตรฐานไฟฟ้ายุโรป
CIE	Commision International de	คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่าง
IEC	L'Eclairage	สากล
IES	International Electrotechnical	คณะกรรมการมาตรฐานไฟฟ้าสากล
EIT	Commission	สมาคมวิศวกรรมแสงสว่าง
DIN	Illumination Engineering Society	สหรัฐอเมริกา
	The Engineering Institute of Thailand	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
	Deutshes Institute Normung	สำนักงานมาตรฐานเยอรมัน

ที่มา: พรานทอง ชั่งธรรม. (2553). การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในห้องเรียนประถมศึกษาพื้นฐาน (ห้องป็น) ระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ในที่นี้จะใช้ระดับความส่องสว่างจากสมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกาหรือ IES (Illumination Engineering Society: IES) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการวัดค่าความสบายตาทางด้านแสงสว่างโดยใช้หน่วยเป็น ลักซ์ ทั้งนี้แต่ละแห่งมีการกำหนดระดับความส่องสว่างไว้แตกต่างกันออกไปตามประเภทสิ่งก่อสร้างและประเภทของการใช้งานด้วย

ตารางที่ 2.2: แสดงระดับความส่องสว่างสำหรับกิจกรรมและพื้นที่ใช้สอยต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IES

ประเภทของอาคาร และ กิจกรรม	ระดับความส่องสว่าง (Lux)		
	ต่ำสุด	พอดี	สูงสุด
สำนักงาน ห้องคอมพิวเตอร์	300	500	750
ห้องทำงานทั่ว ๆ ไป	300	500	750
ห้องประชุม	300	500	750
โรงเรียน ห้องเรียนทั่วไป	300	500	750
กระดานดำ	300	500	750
ห้องเขียนแบบ	300	750	1,000
ห้องทดลองวิทยาศาสตร์	300	500	750
ห้องศิลปะ	300	500	750
โรงฝึกงาน	300	500	750
ห้องสมุด ชั้นวางหนังสือ	150	200	300
โต๊ะอ่านหนังสือ	300	500	750
เคาน์เตอร์ยืม-คืน	200	300	500

ที่มา: ชำนาญ ห่อเกียรติ. (2540). *เทคนิคการส่องสว่าง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เช่นเดียวกับที่กระทรวงพลังงานที่ได้กำหนดมาตรฐานการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารว่า ต้องให้มีระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ รวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ ความส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคาร

ตารางที่ 2.3: ระดับความส่องสว่างภายในอาคารแต่ละประเภท

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัดต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
สถานศึกษา สำนักงาน	14
โรงแรมรีสอร์ท ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	18
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

ที่มา: สมาคมผู้ตรวจสอบและบริหารความปลอดภัยอาคาร. (2552, 20 กุมภาพันธ์). *กฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๒*. สืบค้นจาก <http://bit.ly/1r6roff>.

จากตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าการออกแบบแสงที่ตื้นนั้นนอกจากจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีในการทำการใด ๆ แล้ว การออกแบบแสงยังต้องคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานซึ่งเป็นแนวโน้มการออกแบบแสงในปัจจุบันและอนาคตด้วย เห็นได้จากที่มีการประกาศใช้กฎกระทรวงพลังงานตามมาตรา 19 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 บัญญัติให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติที่กำหนดว่าจะต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานควบคู่ไปด้วย

ตารางที่ 2.4: ความเข้มของแสงตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 พ.ศ. 2537

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง (ลักซ์)
1	ช่องทางเดินภายใน โรงเรียน สำนักงาน	200
2	ห้องเรียน	300
3	บริเวณที่ทำงานในสำนักงาน	300

ที่มา: โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2555). *คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นอกจากนี้ยังมีอีกมาตรฐานที่ได้รับความนิยมในประเทศไทยคือ มาตรฐานที่ออกโดยงานวิศวกรรมไฟฟ้าโดยมีการกำหนดด้านการใช้ไฟฟ้า ซึ่งอ้างอิงตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) กำหนดตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และตามเกณฑ์ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ว่าจะต้องมีแสงสว่างธรรมชาติหรือแสงประดิษฐ์เพียงพอและมีคุณภาพเหมาะสมกับการทำงาน โดยได้มีการกำหนดปริมาณความเข้มของแสงสำหรับสถานที่ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการจะเห็นได้ว่าการออกแบบแสงสว่างนั้นจะคำนึงถึงเกณฑ์มาตรฐานโดยสัมพันธ์กับความปลอดภัยในการทำงานใด ๆ ซึ่งในที่นี้จะศึกษาถึงมาตรฐานของความส่องสว่างที่มีความปลอดภัยทางด้านการมองเห็นที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตากับรูปแบบการสอนต่าง ๆ ภายในห้องเรียน ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์

ตารางที่ 2.5: ข้อเสนอแนะระดับความส่องสว่าง (Illuminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคารตาม TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง (Lux)
1 พื้นที่สำหรับการเรียนการศึกษาทั่ว ๆ ไป	300
2 ห้องบรรยาย	500
3 พื้นที่โต๊ะสาธิตงาน	500

ที่มา: โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2555). *คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรุปได้ว่ามาตรฐานความส่องสว่างมีความสำคัญต่อการกำหนดระดับความส่องสว่างเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ โดยปกติแล้วความสว่างในสถานที่ต่าง ๆ นั้นจะไดมาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น หลอดไฟฟ้า การสะท้อนที่ผนังดวงอาทิตย์ หรือแสงจากห้องข้างเคียง ซึ่งการคำนวณหาความสว่างโดยตรงมีความซับซ้อน ในทางปฏิบัติการหาความส่องสว่างจะสามารถวัดได้โดยใช้มาตรฐานความส่องสว่าง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้มาตรฐานสากลที่ออกโดยสมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกาหรือ IES ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการวัดค่าความสบายตาทางด้านแสงสว่างซึ่งมีการใช้หน่วยเป็นลักซ์โดยมุ่งเน้นไปที่มาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียนเท่านั้น

2.1.2 มาตรฐานการวัดความสบายทางแสงสว่างภายในห้องเรียน

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการกำหนดมาตรฐานจากหลายสถาบันซึ่งมีความแตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น สถาบันมาตรฐานด้านแสงแห่งเยอรมันเดอะ เอฟเอ็นแอล (“The FNL”, n.d.) ที่ได้ กำหนดค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียนทั่วไปไว้ต่ำสุดได้ถึง 150 - 300 ลักซ์ ในขณะที่ ริชแมน (Richman, n.d.) ได้สรุปว่าห้องเรียนทั่วไปควรมีระดับความส่องสว่างที่ 300 ลักซ์แต่ ห้องเรียนสำหรับผู้ใหญ่ควรมีความส่องสว่างที่ 400 ลักซ์ ในขณะที่บริษัทโอเอ็มเอส โลท์ติง (OMS Lighting, n.d.) บริษัทด้านออกแบบแสงในยุโรปได้ทำการวิจัยพบเกี่ยวกับระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมภายในห้องเรียนพบว่า ค่าความส่องสว่างที่มีการกำหนดไว้ที่ 300 ลักซ์อาจไม่เพียงพอต่อ พื้นที่การเรียนรู้ (Task Area) อีกต่อไปและเสนอว่าแม้จะเป็นกิจกรรมพื้นฐานอย่างการเขียน อ่าน ค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมควรก็ควรอยู่ที่ 500 ลักซ์ โดยวัดจากระยะการใช้งานของโต๊ะและจาก ผังห้อง ซึ่งค่าต่ำสุดนั้นเสี่ยงเกินไปต่อการใช้สายตาเป็นเวลานาน ทำให้ทราบวาระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมภายในห้องเรียนนั้นไม่ควรสูงกว่า 750 ลักซ์ และไม่ควรต่ำกว่า 300 ลักซ์ ซึ่งหาก ระดับความส่องสว่างน้อยกว่ามาตรฐานดังกล่าวก็อาจส่งผลให้เกิดภาวะความไม่สบายตาที่ส่งผลกระทบต่อ การเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อมเช่นเดียวกับงานวิจัยจากประเทศฟินแลนด์ที่พบว่า ห้องเรียนส่วนใหญ่ก็มีแสงตกกระทบเฉพาะตรงกลางห้องเท่านั้น ทำให้ภายในห้องเรียนเกิดความ แปรปรวนที่แตกต่างกันสูงมาก ดังที่เคยมีการวัดค่าความส่องสว่างได้ต่ำสุดเพียง 150 ลักซ์ และสูงสุด ถึง 500 ลักซ์ ภายในห้องเดียวกัน สาเหตุเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อภาวะความไม่สบายตา

สำหรับการออกแบบห้องเรียนในประเทศไทยนั้นจะนิยมใช้มาตรฐานจากสมาคมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย ซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียนให้ควรมีระดับความส่องสว่างที่ 300 ลักซ์ หากระดับความส่องสว่างที่ต่ำกว่านี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่สบายตาซึ่งมาตรฐาน ดังกล่าวเป็นมาตรฐานที่ถือว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานระดับความส่องสว่างของสมาคม วิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา ซึ่งสมาคมวิศวกรรมแสงสว่างอเมริกาได้กำหนดระดับความส่องสว่าง ที่เหมาะสมไว้ที่ 500 ลักซ์ อาจต่ำสุดได้ที่ 300 ลักซ์ และสูงสุดไม่ควรเกิน 750 ลักซ์

ปัญหาระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนของนักเรียนไทยไม่เพียงพอนั้นสอดคล้องกับ งานวิจัยที่ผ่าน นธกร อ่อนเปรี้ยว (2546) ที่แสดงให้เห็นถึงค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายใน ห้องเรียนที่ไม่เหมาะสมในระดับประถมศึกษา โดยโรงเรียนประถมศึกษาในสังกัดกรุงเทพมหานครกว่า 32 ห้องเรียนล้วนมีความส่องสว่างไม่เพียงพอและมีระดับความส่องสว่างอยู่ในช่วง 250-401 ลักซ์ เท่านั้น ซึ่งปัญหาความไม่สบายตาเกิดขึ้นอยู่เสมอเช่นเดียวกับการศึกษาถึงการตรวจวัดมาตรฐาน ความส่องสว่างของห้องเรียน กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการในโรงเรียนนาโบสถ์พิทยาสรรพ์ที่พบว่านักเรียน บางส่วนมีอาการปวดศีรษะโดยไม่ทราบสาเหตุจากการวิจัยพบว่าสาเหตุที่แท้จริงมาจากแสงสว่างไม่

เพียงพอ สรุปว่าแสงสว่างที่เพียงพอมีความจำเป็นต่อนัยยะ สำหรับการดูวัตถุที่มีความสว่างน้อยตา จะเสื่อมเร็วซึ่งส่งผลต่อการปวดศีรษะโดยตรง ส่วนการดูวัตถุที่มีความสว่างมากทำให้เรตินาของตา ก็จะถูกทำลายซึ่งเป็นอันตรายต่อตาทั้งสิ้น (กั้วจิก้า แซ่ท้อ, นงนภัส พลนอก และมนัสวี สีหะประพันธ์, 2553) นอกจากนี้ยังพบว่ามิงงานวิจัยระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนวิชาเขียนแบบในระดับ มหาวิทยาลัยของไทย 6 แห่งพบว่ามีความส่องสว่างไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับระดับมาตรฐานความส่องสว่างสากลซึ่งห้องเรียนที่ออกแบบแสงสว่างได้เหมาะสมสำหรับการเรียนเขียนแบบควรมีระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ (ชานาญ ห่อเกียรติ, 2540) ดังจะเห็นได้จากผลการเก็บข้อมูลด้านความส่องสว่าง ภายในห้องเขียนแบบ (ปริญาญา เชิดเกียรติพล, 2550) ในมหาวิทยาลัย 6 แห่งพบว่าหลังจากการวัด ค่าเฉลี่ยแสงสว่างจากหลอดไฟภายในห้องปฏิบัติการเขียนแบบที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์อย่างเดียว นั้นไม่มีสถาบันใดที่มีค่าความส่องสว่างที่ได้มาตรฐาน โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 667 ลักซ์ และต่ำสุด เพียง 207 ลักซ์ เท่านั้น และพบว่าการสะท้อนของแสงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อโต๊ะเขียนแบบ โดยเกิด การสะท้อนแสงจากความมันของโต๊ะจากกระดานเขียนแบบที่มีแสงสะท้อนเกิดจากพื้นที่โดยรอบ กระดาษ จึงสรุปได้ว่าปริมาณสะท้อนแสงจะขึ้นอยู่กับกระดาษด้วยและหากเป็นกระดาษที่มีความมัน วาวมากก็ยิ่งก่อให้เกิดการสะท้อนซึ่งมีผลต่อการมองเห็นเช่น มองเห็นไม่ชัดเจน หรืออาจมองเห็นภาพ และสับสนไปจากปกติ

สรุปได้ว่า ความส่องสว่างมีความสำคัญอย่างมากต่อการเรียนรู้ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ห้องเรียนทั้งระดับประถมศึกษาและห้องเขียนแบบในระดับมหาวิทยาลัยต่างมีระดับความส่องสว่างที่ ต่ำกว่ามาตรฐาน สำหรับมาตรฐานความส่องสว่างในประเทศไทย ทั้งจากสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยได้มีการกำหนดระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมที่สุดว่าควรอยู่ที่ 300 ลักซ์ เช่นเดียวกับ มาตรฐานของสถานที่ทำงานในสำนักงานระดับความส่องสว่างที่กำหนดโดยกระทรวงพลังงานซึ่งถือว่า น้อยหากเปรียบเทียบกับมาตรฐานความส่องสว่างจากสมาคมวิศวกรรมไฟฟ้าอเมริกาซึ่งกำหนดระดับ ความส่องสว่างที่เหมาะสมที่สุดว่าควรอยู่ที่ 500 ลักซ์ นอกจากนี้มาตรฐาน TIEA-GD003: 2003 ยังได้ ใช้หลักการประหยัดพลังงานมาประกอบในการพิจารณาเพื่อกำหนดระดับความส่องสว่างที่เหมาะสม ทำให้ได้มีการปรับปรุงระดับความส่องสว่างบางพื้นที่ให้ต่ำลง เพื่อประหยัดพลังงานในพื้นที่ที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ความเข้มแสงมากนัก จึงทำให้ค่าตามกฎหมายเดิม พ.ศ. 2537 กับมาตรฐาน พ.ศ. 2546 มีบางค่าที่สูงต่ำเหลื่อมล้ำกัน (กิตติ สุขุมตันติ, 2550) แต่ห้องเรียนยังมีการกำหนดระดับ ความส่องสว่างความส่องสว่างไว้เท่าเดิมคือ 300 ลักซ์ ซึ่งอาจน้อยเกินไป

อย่างไรก็ตามยังไม่พบว่ามีงานวิจัยที่ระบุถึงมาตรฐานความส่องสว่างของห้องเรียนที่มีรูปแบบ การสอนที่หลากหลาย เป็นข้อสังเกตว่าที่ผ่านมาามีเพียงค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียนที่ คำนึงถึงรูปแบบการสอนในลักษณะการเรียนที่มีเพียงกิจกรรมการฟังคำบรรยายจากอาจารย์ผู้สอน และจดคำบรรยายจากกระดานไวท์บอร์ดเท่านั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาถึงรูปแบบการสอนที่

หลากหลายมากขึ้น เช่น การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ โทรทัศน์ โดยคำนึงถึงกิจกรรมการอ่านและเขียนร่วมด้วย ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน งานวิจัยนี้ยังได้ทดลองปรับระดับความส่องสว่างต่าง ๆ ให้สูงขึ้นทั้งนี้เป็นระดับความส่องสว่างที่อยู่ภายใต้มาตรฐานความส่องสว่างจากสมาคมวิศวกรรมไฟฟ้าอเมริกา โดยศึกษาถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อภาวะความสบายตาด้วย เช่น แสงสะท้อน แสงจ้า แสงบาดตา ค่าความเปรียบต่าง แต่จะยังไม่ได้บันทึกผลที่เกิดจากความแปรปรวนของปัจจัยรบกวนด้านแสงในงานวิจัยนี้

2.2 แนวคิดการออกแบบแสงสว่างให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียน

โดยปกติห้องเรียนจะถูกกำหนดระดับความส่องสว่างโดยคิดค่าเป็นแสงเฉลี่ยเป็นประเภทของการใช้งานที่ระดับความส่องสว่างเฉลี่ย 300 ลักซ์ เพราะมีการกำหนดมาตรฐานการเรียนว่ามีกิจกรรมเดียวซึ่งเป็นกิจกรรมหลักคือการเรียนแบบจดคำบรรยาย แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าภายในห้องเรียนควรมีการกำหนดระดับความส่องสว่างให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งานมากกว่าการควบคุมแสงเพียงจุดเดียวโดยระดับความส่องสว่างเฉลี่ย เช่นเดียวกับบรูอินฮอร์ดิจิก และกูท (Bruin-Hordijk & Groot, 2009) ที่เสนอให้มีการแบ่งพื้นที่ภายในห้องเรียนเป็นสองส่วน ได้แก่ โซนกระดานไวท์บอร์ด และ โซนการนั่งเรียนซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนดีกว่าการกำหนดมาตรฐานความส่องสว่างเพียงจุดเดียว โดยนำเสนอแนวทางการออกแบบช่องรับแสงสว่างจากแสงธรรมชาติเพื่อให้แสงเข้าสู่ห้องเรียนด้วยการออกแบบช่องหน้าต่างเพื่อรับแสงจำนวน 9 รูปแบบภายในห้องเรียน และเสนอว่าตำแหน่งที่ควรมีระดับความส่องสว่างสูงสุดควรอยู่บริเวณกระดานไวท์บอร์ดและสำหรับพื้นที่นั่งเรียนหากมีคอมพิวเตอร์หรือการใช้กระดานควรมีระดับความส่องสว่างที่ 300 ลักซ์ ในบริเวณโต๊ะวางคอมพิวเตอร์

2.3 ปัจจัยรบกวนความส่องสว่าง

ระดับความส่องสว่างภายใต้มาตรฐานนั้นไม่ได้ก่อให้เกิดความสบายตาเสมอไปเพราะยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่รบกวนและอาจทำให้ความส่องสว่างแปรปรวนได้ ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวกับการออกแบบแสงสว่างภายในห้องเรียนที่ส่งผลโดยตรงต่อการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนประกอบด้วย ตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ คือ ค่าความสว่างจากท้องฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติทั้งดวงอาทิตย์หรือท้องฟ้าและตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือปัจจัยภายนอก ได้แก่ค่าสะท้อนแสงของพื้นผิวภายนอก ลักษณะพื้นผิวของผิวภายนอก ค่าสัดส่วนของผิวภายนอก สภาพแวดล้อมภายนอก และปัจจัยภายใน เช่น ขนาดช่องเปิดและระดับของช่องเปิดค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในลักษณะพื้นผิวภายในขนาดของห้อง ความสูงของฝ้าเพดาน หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ

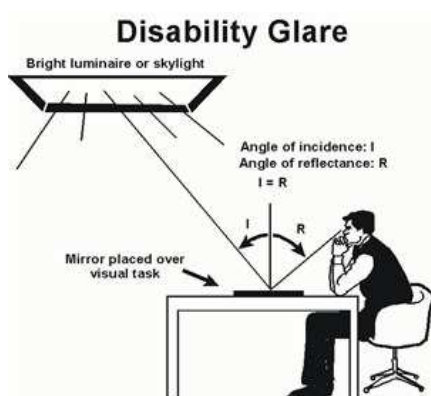
เช่น กระจก หึ่งสะท้อนแสง แผงกันแดด เป็นต้นโดยปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาด้านคุณภาพแสงสว่าง โดยเฉพาะแสงบาดตาและแสงจ้า

2.3.1 แสงบาดตา (Glare)

แสงบาดตา เป็นแสงที่สะท้อนแสงได้ดี เช่น น้ำกระจกเงา หรือวัตถุผิวมันเงา แสงบาดตาจะสามารถลดลงได้ด้วยฟิลเตอร์ โพลารไรซ์ ซึ่งการเกิดของแสงบาดตาเกิดได้จากทั้งแสงจ้าโดยตรง ซึ่งเกิดจากแสงจ้าโดยตรงสถาบันพลังงานแห่งฟลอริดา (Florida Solar Energy Center, 2010) ได้แสดงภาพให้เห็นการทำงานของแสงจ้าว่ายังแบ่งเป็นแสงจ้าที่ยังสามารถมองเห็น (Discomfort Glare) ในภาพที่ 2.1 และแสงจ้าที่สว่างมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability Glare) ในภาพที่ 2.2 ซึ่งเกิดจากแสงที่สะท้อนเข้าตาทำให้เกิดเงาสะท้อนเหนือภาพที่มอง (Veiling Glare) เช่น การสะท้อนแสงธรรมชาติบนกระดาดผิวมันสามารถแก้ไขได้หลายวิธี เช่น การเปลี่ยนตำแหน่งและมุมของวัตถุ การลดความเปรียบต่าง การใช้ม่านและอุปกรณ์บังแดด (Blinds and Shades) เมื่อแสงจ้ามักจะทำให้การใช้ม่านและอุปกรณ์กันแดด รวมทั้งการใช้ Light Shelve บริเวณช่องเปิดจะสามารถช่วยปรับลดความจ้าของแสงสว่างได้ มีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์เหล่านี้ช่วยลดแสงบาดตาซึ่งรบกวนต่อการมองเห็นและการเรียนภายในห้องเรียนได้จากผลการวิจัยเรื่องแนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสื่อผสมภายในห้องเรียนของอาคารเรียนในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่น้ำผึ้ง สายหงษ์ และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ (2551) ได้ทำการวิจัยในห้องที่มีการใช้สื่อการสอนหลายรูปแบบ เช่น กระดานไวท์บอร์ด เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ เครื่องฉายแผ่นทึบ สรุปผลได้ว่าการทดลองทั้งจากการวัดค่าในห้องเรียนจริง และการจำลองสภาพแสงในห้องเรียนโดยใช้โปรแกรม DIALux ผลการวิจัยพบว่า การปรับมุมลิ้นห้อยในมุม 30 – 60 องศา ช่วยให้เกิดความสบายตาโดยการปรับปรุงแผงกันแดดและหึ่งสะท้อนแสงให้สอดคล้องกับทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์สามารถช่วยให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาในอาคารได้ลึกขึ้น และมีความสม่ำเสมอของแสงมากขึ้น การวางผังและการควบคุมการเปิด และการปิด แสงประดิษฐ์ที่เหมาะสม ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานได้สูงสุดและช่วยลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้าได้ การควบคุมอัตราส่วนความเปรียบต่างของพื้นที่ข้างเคียงจอภาพและจอภาพให้มีค่าอย่างน้อย 1 : 5 และการเลือกวัสดุของพื้นที่ข้างเคียงจอภาพที่มีค่าการสะท้อนแสงไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้การมองเห็นสื่อการสอนชัดเจนยิ่งขึ้น ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการออกแบบห้องเรียนสื่อผสมเพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนการสอนเช่นเดียวกับผลของการศึกษาห้องเรียน ฟรีส์ (Pries, 2008) ที่ได้ทำแบบสอบถาม เข้าวัดสภาพแสงและมีการคำนวณแสงเพื่อแก้ไขปรับปรุงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน งานวิจัยดังกล่าวยังแนะนำถึงหลักการประเมินสภาพแสงอย่างเป็นขั้นตอน

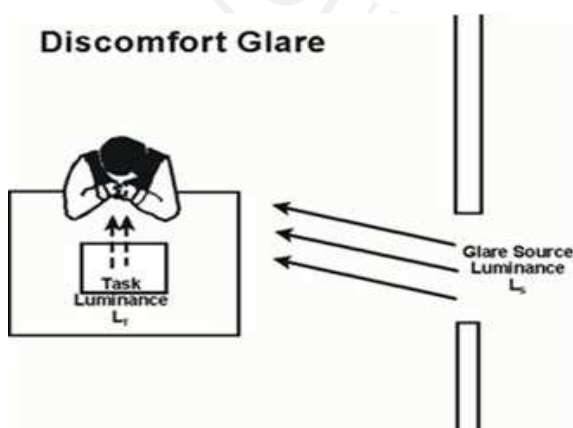
ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดบางส่วนมาปรับใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ด้วย เช่น หลักการกำหนดการวัดค่าแสงจาก แพลน การจัดทำแบบสอบถามสำรวจกิจกรรมของผู้ใช้งาน กระบวนการเข้าทดลองความส่องสว่าง ของแสงในระดับต่าง ๆ

ภาพที่ 2.1: แสงจ้าที่ยังสามารถมองเห็น (Discomfort Glare)



ที่มา: Florida Solar Energy Center. (2010). *How windows work – glare tutorial*.
Retrieved from <http://bit.ly/1oOnra7>.

ภาพที่ 2.2: แสงจ้าที่สว่างมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability Glare)



ที่มา: Florida Solar Energy Center. (2010). *How windows work – glare tutorial*.
Retrieved from <http://bit.ly/1oOnra7>.

2.3.2 แสงจ้า (Indirect Glare)

แสงจ้า หมายถึง แสงที่เข้าตาทำมองเห็นวัตถุได้ยากหรือมองไม่เห็นเลย กรอนซิก, คว็อก, สเตียน และเรย์นอลด์ (Grondzik, Kwok, Stein & Reynolds, 2009) ได้ให้คำนิยามว่า แสงจ้าคือสภาวะการมองเห็นที่มองแล้วเกิดความไม่สบายตาหรือทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง เพราะมีความเปรียบต่างมากเกินไปโดยแสงจ้ายังแบ่งได้เป็นแสงจ้าที่ทำให้รู้สึกไม่สบายตา คือ แสงที่ทำให้มองเห็นวัตถุนั้น ๆ ด้วยความยากลำบากจนก่อให้เกิดความไม่สบายตา ทำให้นัยยะตามีการปรับตัวอย่างรวดเร็ว เช่น การใช้สายตาในที่ที่มีแสงจ้าเป็นเวลานานจะทำให้รู้สึกไม่สบายตาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และอีกประเภทคือแสงจ้าที่ทำให้การมองเห็นลดลงซึ่งแสงจ้าประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ส่องเข้าตาเท่านั้น นอกจากนี้ระดับความมากหรือน้อยของความริบหรี่ของแสงและสเปกตรัมของแสงยังเป็นตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับภาวะความสบายตาอีกด้วย จากคูบีแอก และรีฮาร์ต (Jakubiec & Reinhart, 2013)

2.3.3 ความเปรียบต่าง (Contrast Ratio)

ความเปรียบต่างจะมีความสัมพันธ์กับความสว่าง เช่น เมื่อวัตถุสีเข้มอยู่บนพื้นทีสีขาว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนก็จะง่ายต่อการมองเห็น ทำให้ไม่ต้องการแสงสว่างมาก แต่ในกรณีที่วัตถุที่มีสีเทาและอยู่บนพื้นสีดำความแตกต่างจึงมีน้อยหากค่าความเปรียบต่างมาก จะทำให้มองเห็นวัตถุได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างของความเปรียบต่างที่เห็นได้ชัดคือการเปรียบเทียบระหว่างสีขาวจัดกับดำจัด เช่นเมื่อเราเอาสีขาวมาวางเทียบกับสีดำ ซึ่งเราเรียกสองสีนี้ว่าจะตัด แต่จะตัดกันมากน้อยเท่าไร เรากำหนดด้วยสัดส่วน หรือ เรโซ (Ratio) เช่น Contrast Ratio 400: 1 ก็คืออัตราส่วนความเปรียบต่างต่างกันถึง 400 ต่อ 1 ในภาพอาจจะสื่อไม่ค่อยชัดเจนนัก ซึ่งหากสีดำห่างจากสีขาวมากเท่าใดก็หมายถึง Contrast Ratio ยิ่งสูงนั่นเอง ซึ่งอัตราส่วนความเปรียบต่าง จะแตกต่างจากอัตราส่วนความคมชัด เพราะความคมชัดไม่มีอัตราส่วนแต่จะเกี่ยวกับรายละเอียดของจุดภาพหรือรายละเอียดของภาพที่ได้รับ

2.3.4 การปรับตัวของตาต่อการมองเห็น

ระยะเวลาในการมองเห็นของสายตานั้น หากจะมองเห็นได้ดีดวงตาจะต้องใช้เวลาในการมองเห็นกล่อมเนื้อต่ายืดและหดให้เข้ากับปริมาณแสงที่ได้รับ ซึ่งหากปริมาณแสงน้อย ตาก็ใช้เวลาในการปรับมากขึ้นและเมื่อแสงมากในระดับหนึ่ง การปรับกล่อมเนื้อของตาก็จะคงที่ เพราะดวงตานั้นมีข้อจำกัดในการปรับกล่อมเนื้อ ดังนั้นการทำงานในที่ที่มีปริมาณแสงเพียงพอและเหมาะสมก็จะทำให้ตาไม่เมื่อยล้ามากเกินไป กระบวนการเหล่านี้เป็นการทำงานของประสาทสัมผัสและการรับรู้ เช่นเดียวกับ ธีญญากัทร เลิศจันทร์ทรงกูร (ม.ป.ป.) ที่ได้ให้คำนิยามปรากฏการณ์เหล่านี้ว่าเป็นการปรับตัวของตาในการมองภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกันอย่างรวดเร็วเรียกว่า Dark adaptation ซึ่งเกิดจากการเพิ่มความไวของตารวดเร็วในที่มีดส่งผลให้ม่านตาขยายตัวและเกิดการเปลี่ยนแปลง

ในจอประสาทตา ในช่วง 5-9 นาทีแรก หลังจากนั้นในช่วง 30-45 นาทีต่อมา จะสังเคราะห์ Rhodopsin ใน Rod Cells และเริ่มมองเห็นเป็นปกติในทางตรงกันข้ามหากตาที่เคยอยู่ในที่มืดต้องเปลี่ยนไปอยู่ในที่สว่างความไวต่อแสงช่วงนี้จะมีรูม่านตาหดเล็กลง อย่างไรก็ตามการปรับตัวของตาอย่างรวดเร็วสามารถวัดประสิทธิภาพของสายตาหรือตรวจการทำงานของตาได้โดยวัดความสามารถในการอ่านตัวเลขหรือตัวอักษร สอดคล้องกับ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ (ม.ป.ป.) ที่ได้อธิบายถึงกระบวนการปรับตัวของตาในการมองเห็นว่าการปรับตามองวัตถุในระยะใกล้ไกลต่างกัน ทำให้กล้ามเนื้อซิลิอารี (Ciliary Muscle) ที่ทำหน้าที่ยึดหรือหดรอดรอยด์ (Choroid) ซึ่งจะทำให้เส้นเอ็น (Ligament) ที่ยึดเลนส์กับคอรอยด์ผ่อนคลายหรือตึงไปด้วย ถ้าเส้นเอ็นหย่อนจะทำให้เลนส์โป่ง ถ้าเส้นเอ็นตึงจะทำให้เลนส์แฟบ ดังนั้นเลนส์จึงถูกปรับรูปร่างให้โป่งหรือแฟบเพื่อปรับภาพวัตถุให้ตกลงที่จอรับภาพ (Retina) ทำให้กล้ามเนื้อตาต้องทำงานหนักกว่าเมื่อมองวัตถุที่อยู่ไกล ซึ่งหากบุคคลต้องเพ่งวัตถุที่อยู่ใกล้ตานาน ๆ กล้ามเนื้อตาซิลิอารีต้องหดตัวเป็นเวลานานจึงเกิดความอ่อนล้าของกล้ามเนื้อตาได้ การพักตาสักประมาณ 2-3 วินาทีช่วยให้ตาปรับตัวต่อแสงสว่างได้ ซึ่งการปรับตัวของตาต่อแสงมีผลต่อพฤติกรรมในการมองเห็นของมนุษย์มาก ในคนสายตาปกติทั่วไปจะใช้เวลาในการปรับตัวเพื่อให้เกิดการมองเห็นได้นาน 20-30 นาที แต่หากเป็นผู้สูงอายุสูงก็จะต้องใช้เวลาในการปรับตัวรับรู้สีแสงนานมากขึ้นด้วย

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่ผ่านมา สามารถสรุปความหมายและการชี้วัดตัวแปรในการวิจัยได้ดังนี้

การนิยามตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบการสอนระดับความส่องสว่าง และตัวแปรตาม ได้แก่ ภาวะความสบายตา

สำหรับการนิยามด้านมโนทัศน์และสามารถชี้วัดได้ดังต่อไปนี้

รูปแบบการสอนมีความหมายถึงแผนหรือแบบซึ่งสามารถใช้สอนในห้องเรียนหรือการถ่ายทอดความรู้หรือการแนะแนวทางให้ผู้เรียนเพื่อเสริมสร้างความรู้ เช่นเดียวกับที่โครงการการสังเคราะห์รูปแบบ เทคนิค วิธีการ กระบวนการ นวัตกรรมจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในประเทศและต่างประเทศ (ม.ป.ป.) ได้นิยามถึงรูปแบบการสอนว่าคือ แบบแผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดเป็นระบบอย่างสัมพันธ์และสอดคล้องกับทฤษฎีหลักการการเรียนรู้หรือการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือ โดยผ่านกระบวนการวิจัยและได้รับการพิสูจน์และทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ ซึ่งรูปแบบการสอนจะแสดงขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และผู้สอนต้องดำเนินการตามขั้นตอนในรูปแบบดังกล่าวเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบนั้น ๆ

สำหรับรูปแบบการสอน ในที่นี้ หมายถึง ประเภทของกิจกรรมการสอนที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน C4: 202 ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์

และการสอนโดยใช้จอโทรทัศน์ ในที่นี้เป็นตัวแปรอิสระสามารถชี้วัดได้โดยการชี้วัดแบบลำดับ (Ordinal) และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-Way ANOVA

ความส่องสว่าง (Illuminance) หมายถึง ความเข้มของการส่องสว่างของพื้นผิวที่ได้รับแสงสว่างในมุมเชิงของแข็งในทิศทางหนึ่งต่อหน่วยของพื้นที่ที่ถูกแสงสว่าง มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตรหรือฟุตแลมเบิร์ต (น้ำผึ้ง สายทอง และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, 2551) แทนด้วยสัญลักษณ์ (E) ซึ่งหมายถึง ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นผิวใดๆแล้วสะท้อนบนวัตถุมีหน่วยเป็นลักซ์ ต่างจากความจ้า (Brightness) ตรงที่ความจ้าเป็นผลที่เกิดจากการที่แสงสะท้อนออกจากผิวของวัตถุหรือสะท้อนออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตาในปริมาณต่าง ๆ โดยสามารถหาความส่องสว่างได้จากมาตรฐานต่าง ๆ ที่มีการกำหนดความส่องสว่างของพื้นที่ใช้งานแต่ละอย่างไว้ แสงสว่างเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ ต้องมีแสงสว่างในปริมาณที่เพียงพอให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้ ความรู้อย่างชัดเจนจึงต้องมีการกำหนดปริมาณแสงภายในห้องเรียนเพื่อให้เกิดความสบายตา โดยทั่วไปมาตรฐานวัดความสบายทางด้านสายตานั้นได้มีการกำหนดไว้ที่ค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่วัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่การใช้งาน โดยในพื้นที่การใช้งานจะมีการพิจารณาถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่การใช้งานทำให้มาตรฐานความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่นั้นแตกต่างกันออกไป สอดคล้องกับที่ชำนาญ ห่อเกียรติ (2540) ได้อ้างอิงถึงระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์ที่สบายตาสำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งนี้ยังมีสถาบันต่างๆมากมายกำหนดมาตรฐานความสบายทางสายตาขึ้น โดยจะกำหนดในลักษณะของค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่เกิดขึ้น ซึ่งมาตรฐานต่าง ๆ มีการกำหนดไว้แตกต่างกันอยู่บ้างขึ้นอยู่กับมาตรฐานจากหน่วยงานและสถาบันต่าง ๆ

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ให้คำนิยาม ความส่องสว่างว่าหมายถึงปริมาณของแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่ซึ่งมีหน่วยวัดเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือลักซ์ (หากมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต ความส่องสว่างเป็น ฟุตแคนเดิล) ในที่นี้หมายถึงปริมาณของแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ที่นักเรียนนั่งเรียนหลัก (Task Area) มีนิยามด้านปฏิบัติการคือ การปรับเปลี่ยนค่ากำลังวัตต์ของหลอดไฟให้มีกำลังไฟฟ้าที่แตกต่างกัน3ระดับตามมาตรฐาน CIE IESNA คือ 300-500-750 ลักซ์ สามารถชี้วัดได้โดยใช้การชี้วัดแบบลำดับและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-Way ANOVA

สรุปได้ว่า สิ่งที่ทำให้แสงประดิษฐ์มีความแปรปรวนนั้นอาจมีหลายสาเหตุ ทั้งความสม่ำเสมอของแสง ความเปรียบต่าง ค่าความสว่างจากท้องฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติทั้งดวงอาทิตย์และท้องฟ้า และปัจจัยภายใน เช่น ขนาดช่องเปิดและระดับของช่องเปิด ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในและลักษณะพื้นผิวภายในห้อง ได้แก่ ขนาดของห้อง ความสูงของฝ้าเพดาน หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กระจก หิ้งสะท้อนแสง แผงกันแดด เป็นต้น ซึ่งค่าสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเป็นตัวแปรที่ทำให้แสงกระจายสู่ระนาบทำงานได้มากขึ้น และมีอิทธิพลต่อตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของพื้นภายนอก ขนาดช่องเปิด

ลักษณะพื้นผิวของพื้นภายในห้อง ความสูงของฝ้าเพดาน ซึ่งความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนแสงภายในต่อค่าสะท้อนแสงภายนอกห้องคือ ถ้าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงภายนอกห้องมีค่ามาก ภายในห้องก็ต้องมีค่ามากด้วยจึงจะมีผลต่อความสว่างในระนาบที่มากขึ้น ในขณะเดียวกันนั้นถ้าค่าสะท้อนแสงภายในห้องมีค่ามาก แต่ภายนอกห้องมีค่าน้อย ค่าความสว่างจะขึ้นกับอิทธิพลของท้องฟ้าเพียงอย่างเดียวจึงทำให้ค่าความสว่างลดลงด้วย ซึ่งในที่นี้จะศึกษาในขอบเขตของความส่องสว่างที่ตกกระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่ตารางเมตรเท่านั้น

จากการทบทวนวรรณกรรมนั้น ทำให้ทราบว่างานวิจัยนี้ควรทำการค้นคว้าศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการทดลองในสถานที่จริงเพื่อปรับเปลี่ยนตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบการสอนและ ระดับความส่องสว่าง ส่วนตัวแปรตามได้แก่ภาวะความสบายตาและมีการควบคุมตัวแปรเกินให้ส่งผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะเป็นคำตอบในเชิงเหตุและผล



บทที่ 3

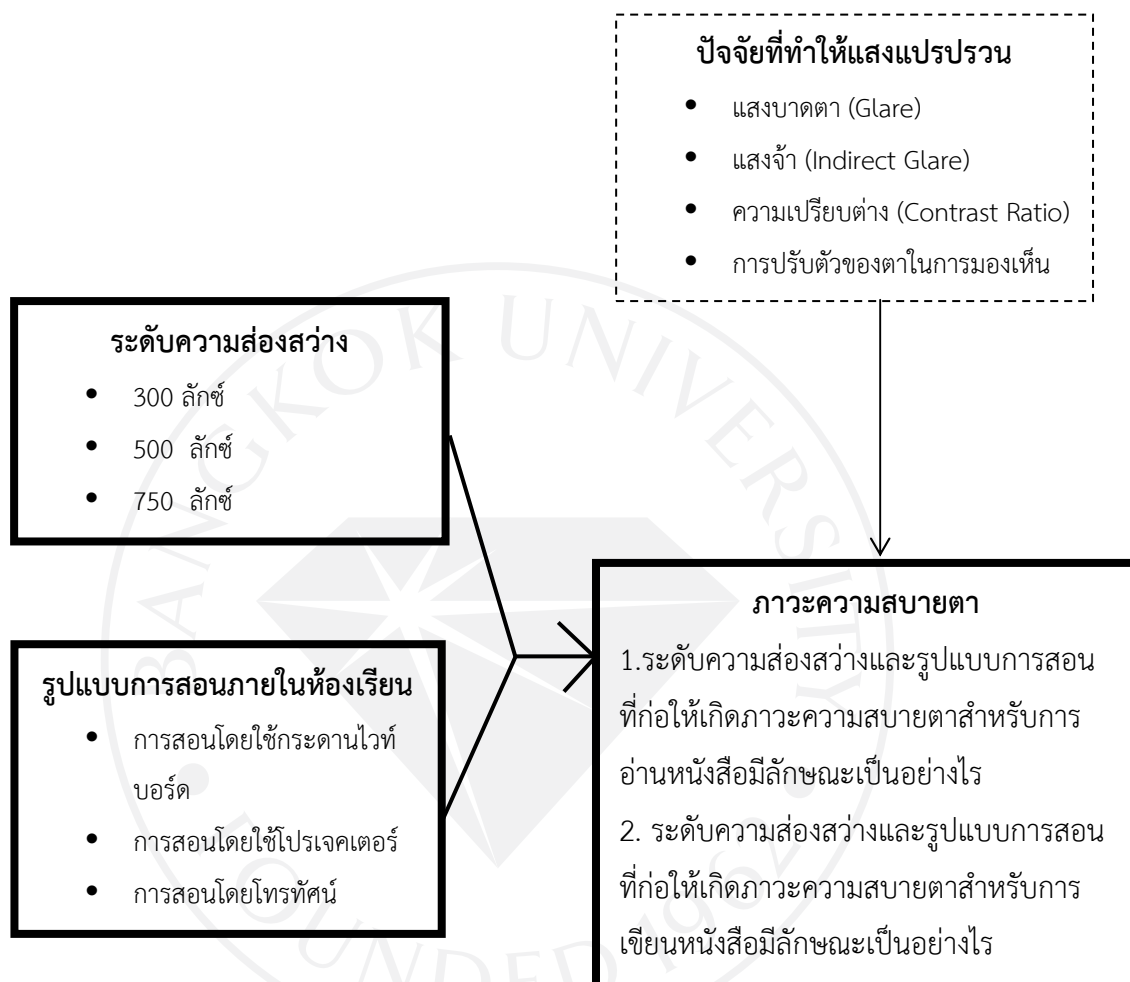
ระเบียบวิธีการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมทำให้ทราบถึงประเภทการวิจัยว่าควรเป็นการวิจัยในเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีการแปลงคำนิยามด้านมโนทัศน์เป็นคำนิยามปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการออกแบบการทดลองและการชี้วัดผลและได้มีการเก็บข้อมูลนอกร่างได้แก่ ข้อมูลด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างอื่นทั้งมีการสำรวจสถานที่ทดลองเพื่อศึกษาถึงสภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพในห้องเรียนโดยเฉพาะด้านความส่องสว่าง เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการศึกษาและกำหนดขั้นตอนการทดลอง โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามการวิจัยและการออกแบบการวิจัย

จากคำถามการวิจัยที่ว่าผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาโดยครอบคลุมถึงระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านและการเขียนหนังสือเป็นที่มาการออกแบบการวิจัย ซึ่งวิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพราะเป็นวิธีการที่ผู้วิจัยสามารถสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นแล้วควบคุมตัวแปรอิสระได้แก่ ระดับความส่องสว่าง และ รูปแบบการสอนให้ส่งผลต่อตัวแปรตามได้และยังสามารถควบคุมปัจจัยบางประการให้เหมือนกันในทุกสถานการณ์เพื่อไม่ให้มีความแปรปรวนของตัวแปรตามหรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดโดยกำหนดให้มีความแตกต่างเฉพาะตัวแปรที่ได้ควบคุมไว้ นอกจากนี้ยังเป็นการวิจัยเชิงทดลองมากกว่า 2 กลุ่ม โดยมีการสุ่ม (Random) กลุ่มทดลองไม่ใช้การเลือก (Selection) ดังนั้นจึงเป็นการวิจัยเชิงทดลองอย่างแท้จริง (True Experimental Research)

ภาพที่ 3.1: กรอบการวิจัย



3.2 การเปลี่ยนคำนิยามด้านมโนทัศน์เป็นคำนิยามปฏิบัติการ

ตารางที่ 3.1: การเปลี่ยนนิยามมโนทัศน์เป็นนิยามด้านปฏิบัติการสำหรับการอ่าน

นิยามด้านมโนทัศน์	นิยามด้านปฏิบัติการ	ระดับการวัด	เครื่องมือการเก็บข้อมูล	วิธีการวิเคราะห์
1 ความส่องสว่างในที่นี้หมายถึงปริมาณของแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ที่นักเรียนนั่งเรียนหลัก(task area) ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นลูเมนต่อตารางเมตรหรือลักซ์ (lux)	ระดับความส่องสว่างโดยการปรับเปลี่ยนค่ากำลังวัตต์ของหลอดไฟให้มีกำลังไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 3 ระดับตามมาตรฐาน CIE IESNA คือ 300-500-750 ลักซ์	ระดับการชี้วัดแบบลำดับชั้น (Ordinal)	การปรับเปลี่ยนหลอดไฟ	Two-Way ANOVA วิเคราะห์จากคำถามการวิจัยที่ว่าระดับความส่องสว่างและ
2..รูปแบบการสอน หมายถึง กิจกรรมการสอนที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน	รูปแบบการสอนเป็นตัวแปรอิสระ ได้แก่ 1. รูปแบบการสอนโดยใช้ กระดานไวท์บอร์ด 2. รูปแบบการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ 3. รูปแบบการสอนโดยใช้โทรทัศน์	การชี้วัดแบบกลุ่ม(Nominal)	การปรับเปลี่ยนเครื่องมือการสอน	รูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านหนังสือมีลักษณะเป็นอย่างไร

(ตารางมีต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ): การเปลี่ยนนิยามมโนทัศน์เป็นนิยามด้านปฏิบัติการสำหรับการอ่าน

นิยามด้านมโนทัศน์	นิยามด้านปฏิบัติการ	ระดับการวัด	เครื่องมือการเก็บข้อมูล	วิธีการวิเคราะห์
3.ภาวะความสบายตา ในที่นี้หมายถึง ภาวะการมองที่ปราศจากสิ่งรบกวน เช่น วิสัยทัศน์ในการมองชัดเจนทั้งภาพและตัวอักษร ไม่มีเงาบบังหรือแสงจ้ามาบดบังจนทำให้ต้องเพ่ง และไม่มีอาการทางสายตาต่อการอ่าน	ภาวะความสบายตา พิจารณาระดับของภาวะสบายตานั้น พิจารณาได้จากความรู้สึกไม่สบายตาและอาการต่างๆ อาการการคันตา ตาแห้ง สีดัดเพี้ยน น้ำตาไหล ปวดหัว ไมเกรนกำเริบ ในการวิจัยนี้ ภาวะความสบายตาวัดจากความรู้สึกไม่สบายตา รวมถึงการอ่านช้าลง อ่านผิด	การชี้วัดแบบอันตรภาคชั้น (Interval)	แบบสอบถาม	Two-Way ANOVA วิเคราะห์จากคำถามการวิจัยที่ว่า ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านหนังสือมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตารางที่ 3.2: การแปลงนิยามมโนทัศน์เป็นนิยามด้านปฏิบัติการสำหรับการเขียน

นิยามด้านมโนทัศน์	นิยามด้านปฏิบัติการ	ระดับการวัด	เครื่องมือการเก็บข้อมูล	วิธีการวิเคราะห์
1 ความส่องสว่าง ในที่นี้หมายถึง ปริมาณของแสงที่ ตกกระทบลงบน พื้นที่ที่นักเรียนนั่ง เรียนหลัก(task area) ซึ่งมีหน่วย วัดเป็นลูเมนต่อ ตารางเมตรหรือ ลักซ์ (lux)	ความส่องสว่าง โดย การปรับเปลี่ยนค่า กำลังวัตต์ของ หลอดไฟให้มี กำลังไฟฟ้าที่แตกต่าง กัน 3 ระดับตาม มาตรฐาน CIE IESNA คือ 300-500-750 ลักซ์	ระดับการชี้วัด แบบลำดับชั้น (Ordinal)	การปรับเปลี่ยน หลอดไฟ	Two-Way ANOVA วิเคราะห์จาก คำถามการ วิจัยที่ว่า ระดับความ ส่องสว่างและ
2..รูปแบบการ สอน หมายถึง กิจกรรมการสอน ที่เกิดขึ้นภายใน ห้องเรียน	รูปแบบการสอนเป็น ตัวแปรอิสระ ได้แก่ 1. รูปแบบการสอน โดยใช้ กระดานไวท์ บอร์ด 2. รูปแบบการสอน โดยใช้โปรเจคเตอร์ 3. รูปแบบการสอน โดยใช้โทรทัศน์	การชี้วัดแบบ กลุ่ม(Nominal)	การปรับเปลี่ยน เครื่องมือการสอน	รูปแบบการ สอนที่ ก่อให้เกิด ภาวะความ สบายตา สำหรับการ อ่านหนังสือมี ลักษณะเป็น อย่างไร

(ตารางมีต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ): การเปลี่ยนนิยามมโนทัศน์เป็นนิยามด้านปฏิบัติการสำหรับการเขียน

นิยามด้านมโนทัศน์	นิยามด้านปฏิบัติการ	ระดับการวัด	เครื่องมือการเก็บข้อมูล	วิธีการวิเคราะห์
3.ภาวะความสบายตา ในที่นี้หมายถึง ภาวะการมองที่ปราศจากสิ่งรบกวน เช่น วิสัยทัศน์ในการมองชัดเจนทั้งภาพและตัวอักษร ไม่มีเงาบบังหรือแสงจ้ามาบดบังจนทำให้ต้องเพ่ง และไม่มีอาการทางสายตา	ภาวะความสบายตา พิจารณาระดับของภาวะสบายตานั้น พิจารณาได้จากความรู้สึกไม่สบายตาและอาการต่างๆ ได้แก่ การคันตา ตาแห้ง สีมืดเพี้ยน น้ำตาไหล ปวดหัว ไมเกรนกำเริบ ใน การวิจัยนี้ ภาวะความสบายตาวัดจากความรู้สึกไม่สบายตา ใช้การวัดแบบ Likert Scale 5 ระดับ ซึ่งมีระดับการชี้วัดแบบอันตรภาคชั้น (Interval)	การชี้วัดแบบช่วงห่างที่เท่ากัน (Interval)	แบบสอบถาม	Two-Way ANOVA วิเคราะห์จากคำถามการวิจัยที่ว่า ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตา สำหรับการอ่านหนังสือมีลักษณะเป็นอย่างไร

3.2.1 ความหมายและการชี้วัดตัวแปร: ความส่องสว่าง

ความส่องสว่าง (Illuminance) หมายถึง ความเข้มของการส่องสว่างของพื้นผิวที่ได้รับแสงสว่างในมุมเชิงของแข็งในทิศทางหนึ่งต่อหน่วยของพื้นที่ที่ถูกแสงสว่าง มีหน่วยเป็นแคนเดลาต่อตารางเมตรหรือฟุตแลมเบิร์ต (น้ำผึ้ง สายทอง และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, 2551 แทนด้วยสัญลักษณ์ (E) ซึ่งหมายถึง ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นผิวใด ๆ แล้วสะท้อนบนวัตถุมีหน่วยเป็นลักซ์ ต่างจากความจ้า (Brightness) ตรงที่ความจ้าเป็นผลที่เกิดจากการที่แสงสะท้อนออกจากผิวของวัตถุหรือสะท้อนออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตาในปริมาณต่าง ๆ โดยสามารถหาความส่องสว่างได้จากมาตรฐานต่าง ๆ ที่มีการกำหนดความส่องสว่างของพื้นที่ใช้งานแต่ละอย่างไว้ แสงสว่างเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ ต้องมีแสงสว่างในปริมาณที่เพียงพอให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้ความรู้อย่างชัดเจนจึงต้องมีการกำหนดปริมาณแสงภายในห้องเรียนเพื่อให้เกิดความสบายตาโดยทั่วไปมาตรฐานวัดความสบายทางด้านสายตาได้มีการกำหนดไว้ที่ค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่วัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่การใช้งาน โดยในพื้นที่การใช้งานจะมีการพิจารณาถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทำให้มาตรฐานความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่นั้นแตกต่างกันออกไป สอดคล้องกับที่ ชำนาญ ห่อเกียรติ (2540) ได้อ้างอิงถึงระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์ที่สบายตาสำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งนี้ยังมีสถาบันต่าง ๆ กำหนดมาตรฐานความสบายทางสายตาขึ้น โดยจะกำหนดในลักษณะของค่าต่ำสุดของระดับความสว่างที่เกิดขึ้น ซึ่งมาตรฐานต่าง ๆ มีการกำหนดไว้แตกต่างกันอยู่บ้าง

ในงานวิจัยนี้ได้ให้คำนิยาม ความส่องสว่างว่าหมายถึงปริมาณของแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่ซึ่งมีหน่วยวัดเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (หากมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต ความส่องสว่างเป็น ฟุตแคนเดิล) ในที่นี้หมายถึงปริมาณของแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ที่นักเรียนนั่งเรียนหลัก (Task Area) ซึ่งมีนิยามด้านปฏิบัติการคือ การปรับเปลี่ยนค่ากำลังวัตต์ของหลอดไฟให้มีกำลังไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 3 ระดับตามมาตรฐาน CIE IESNA คือ 300-500-750 ลักซ์ สามารถชี้วัดได้โดยใช้การชี้วัดแบบลำดับ Ordinal และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-Way ANOVA

3.2.2 ความหมายและการชี้วัดตัวแปร: รูปแบบการสอน

รูปแบบการสอน มีความหมายถึงแผนหรือแบบซึ่งสามารถใช้การสอนในห้องเรียนหรือการถ่ายทอดความรู้หรือการแนะแนวทางให้ผู้เรียนเพื่อเสริมสร้างความรู้ เช่นเดียวกับที่โครงการการสังเคราะห์รูปแบบ เทคนิค วิธีการ กระบวนการ นวัตกรรมจัดการการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในประเทศและต่างประเทศ (ม.ป.ป.) ได้นิยามถึงรูปแบบการสอนว่าคือ แบบแผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดเป็นระบบอย่างสัมพันธ์และสอดคล้องกับทฤษฎีหลักการการเรียนรู้หรือการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือ โดยผ่านกระบวนการวิจัยและได้รับการพิสูจน์และทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ ซึ่งรูปแบบการสอนจะแสดงขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และ

ผู้สอนต้องดำเนินการตามขั้นตอนในรูปแบบดังกล่าวเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบนั้น ๆ

สำหรับรูปแบบการสอน ในที่นี้ หมายถึง ประเภทของกิจกรรมการสอนที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน C4: 202 ได้แก่ การเรียนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การเรียนโดยใช้โปรเจคเตอร์ และการเรียนโดยใช้โทรทัศน์เป็นตัวแปรอิสระสามารถวัดได้โดยการวัดแบบลำดับ (Ordinal) และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Two-Way ANOVA

3.3.3 ความหมายและการวัดตัวแปร: ภาวะความสบายตา

ภาวะความสบายตา (Visual Comfort) นั้นสามารถวัดได้จากความไม่สบายตา (Visual Discomfort) ซึ่งเป็นภาวะที่มีการนิยามความหมายไว้แตกต่างกันออกไป (นัฐชานนท์ เขาราช, ม.ป.ป.) ได้กล่าวถึงผลกระทบของปัญหาแสงสว่างที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งานว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพตาได้ เช่นระคายเคือง เจ็บตา มองเห็นภาพซ้อน ปวดศีรษะและทำให้การมองเห็นแยลงเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณภาพในการมองเห็นลดลงและมีอาการทางสายตา ในขณะที่ จาคูบิแอก และรีฮาร์ด (Jakubiec & Reinhart, 2013) สรุปว่าภาวะความไม่สบายตา คืออาการที่ตรงข้ามกับความสบายตา หรืออาการที่เกิดขึ้นจากการมองด้วย เช่น อาการตาแห้ง ปวดศีรษะ ภาพเบลอ รวมถึงแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมทางสุขภาพเช่น พฤติกรรมการนอน การดื่มกาแฟเพื่อนำมาประเมินผลของการมองโดยภาวะความไม่สบายตา คอนลอน และคณะ (Conlon, et al., 1999) ได้ให้คำนิยามว่าหมายถึงการที่ดวงตาเกิดความตึงเครียด เพราะมีการสะสมจากผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ด้านแสงสว่าง โดยเป็นภาวะที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานใด ๆ อาจสังเกตได้จากวิธีการอ่านออกเสียงซึ่งหากเกิดภาวะไม่สบายตาขึ้นก็จะทำให้อ่านได้ช้าลงหรืออ่านแล้วเสียงเบาลงเพราะรู้สึกไม่มั่นใจในการอ่าน หรืออ่านผิด ซึ่งเป็นหนึ่งในคำอธิบายถึงความไม่สบายตาได้เป็นอย่างดีโดยเขาได้ทำการวัดประสิทธิภาพของภาวะความไม่สบายตาจากการอ่าน ในขณะที่ชีดี, ฮาเยส และเอนเกล (Sheedy, Hayes & Engle, 2003) กล่าวว่า ภาวะความไม่สบายตาจะเชื่อมโยงกับอาการปวดศีรษะด้วย กล่าวคือภาวะความไม่สบายตานั้นนอกจากภาวะที่ส่งผลให้การมองเห็นไม่ดีเท่าที่ควรและเป็นการมองเห็นชนิดหนึ่งที่เกิดอาการปวดหัว ภาพเบลอ แรดฮาสิริสนัน และแอล (Radhakrishnan & al, 2005) ที่กล่าวถึงอาการกำเริบของไมเกรนเช่นเดียวกับมูลเลนเนอร์, โครนิเคิล, ปาล์มเมอร์, โคลเลอร์ และวีเดอร์วอลด์ (Muelleners, Chronicle, Palmer, Koehler & Vredeveld, 2001) โดยบ่อยครั้งภาวะความไม่สบายตาจะทำให้เกิดอาการปวดหัวไมเกรนตามมา ซึ่งเคยมีการศึกษาพบว่า มีตัวอย่างของคนที่มีอาการดังกล่าวคลาลิล (Khailil, 1991) ที่มีอาการปวดหัวเมื่อเกิดภาวะความไม่สบายตาซึ่งเป็นอาการหนักสุดที่พบจากภาวะความไม่สบายตา

สรุปได้ว่าภาวะความไม่สบายตา เป็นภาวะที่ตรงข้ามกับภาวะความสบายตา กล่าวคือภาวะความไม่สบายตานี้คือภาวะที่เกิดจากการมองเห็นไม่สะดวก เช่น วิสัยทัศน์ในการมองเห็นไม่ชัดเจน

เจ็บตา เคืองตา ภาพเบลอ ภาพซ้อน และอาจทำให้ปวดศีรษะหรือไมเกรนกำเริบ เนื่องจากกล้ามเนื้อในดวงตาเกิดการเมื่อยล้า ซึ่งหนึ่งในสาเหตุของความไม่สบายตา และยังสามารถเกิดมาจากการใช้สายตาในระดับความส่องสว่างที่ไม่เหมาะสมหรืออาจเกิดจากปัจจัยรบกวนทางด้านแสงอื่น ๆ เช่น แสงสะท้อน แสงจ้า แสงบาดตา ความเปรียบต่างหรือการใช้อุปกรณ์บังแดดที่ไม่เหมาะสม เป็นต้นซึ่งในที่นี้จะได้มีการศึกษา แต่จะมุ่งเน้นไปที่การศึกษามาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียนและการหาแนวทางปรับระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนเพื่อลดอาการที่เกิดจากภาวะความไม่สบายตา สำหรับอาการที่เกิดจากภาวะไม่สบายตาผู้ที่กำลังเกิดอาการดังกล่าวอาจไม่รู้ตัว ทำให้มีวิธีการวัดความไม่สบายตาเกิดขึ้น โดยวิธีทดสอบเบื้องต้นคือการวัดความไม่สบายตาด้วยการอ่านออกเสียง ซึ่งหากพบว่ามีอาการอ่านช้าลง อ่านผิดบ่อยครั้ง หรืออ่านแล้วเสียงเบาลงก็สามารถบ่งชี้ได้ถึงอาการความไม่สบายตาได้ จากคำนิยามและวิธีการวัดความไม่สบายตาเหล่านี้จะนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบการทดลองและการจัดทำแบบสอบถาม ซึ่งในการวิจัยนี้ภาวะความสบายตาสามารถชี้วัดจากความรู้สึกไม่สบายตาโดยใช้การวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งมีระดับการชี้วัดแบบอันตรภาคชั้น (Interval) 5 ระดับหมายถึงช่วงของคะแนนในแต่ละพวกที่แบ่ง โดยอันตรภาคชั้นต่ำสุด หมายถึงอันตรภาคชั้นของข้อมูลที่มีค่าต่ำสุดอยู่อันตรภาคชั้นสูงสุด หมายถึงอันตรภาคชั้นของข้อมูลที่มีค่าสูงสุดอยู่อันตรภาคชั้นต่ำกว่าหมายถึงอันตรภาคชั้นของข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่าและอันตรภาคชั้นสูงกว่าหมายถึงอันตรภาคชั้นของข้อมูลที่มีค่ามากกว่าสร้างเป็นแบบสอบถามแล้วนำข้อมูลมาแปลค่าเฉลี่ยระดับภาวะความสบายตา ออกเป็น 5 ระดับ โดยการหาความกว้างของอันตรภาคชั้นสร้างตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบดังนี้

- 5 คะแนน สำหรับความคิดเห็น มีภาวะความสบายตามากที่สุด
- 4 คะแนน สำหรับความคิดเห็น มีภาวะความสบายตามาก
- 3 คะแนน สำหรับความคิดเห็น มีภาวะความสบายตาปานกลาง
- 2 คะแนน สำหรับความคิดเห็น มีภาวะความสบายตาน้อย
- 1 คะแนน สำหรับความคิดเห็น มีภาวะความสบายตาน้อยที่สุด

3.3 การศึกษานำร่อง

จากการสำรวจรูปแบบการสอนเบื้องต้นที่เกิดขึ้นภายในในห้อง C4: 202 พบว่ามีรูปแบบการสอน ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์โดยในทุกรูปแบบการสอนมีทั้งกิจกรรมการอ่านและการเขียนเช่นเดียวกัน

การให้แสงสว่างเป็นการให้แสงจากแสงประดิษฐ์ประเภทแสงทางอ้อม (Indirect Lighting) ใช้แสงประดิษฐ์จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภท T5 ชนิดวอร์มไวท์ ที่มีอายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมงและมีค่า CRI สูงจึงเหมาะกับการใช้ในบริเวณที่มีการเปิดไฟต่อเนื่องเป็นเวลานานไม่ต้องเปลี่ยน

หลอดบ้อย ๆ ซึ่งเป็นหลอดประหยัดพลังงานที่กำลังไฟฟ้า 28 วัตต์ จำนวน 2 หลอดต่อ 1 โคมไฟ ทั้งห้องรวมจำนวน 4 โคม 8 หลอด มีสีของแสงเป็นสีขาววอร์มไวท์ ขาวออกเหลืองนวลและมีหน้าต่างปิดด้วยมู่ลี่บังแดดตลอดเวลาและดวงโคมส่องลงที่ให้แสงที่พื้นผิวในแนวระนาบเป็นหลักเป็นคอมแพ็ค ฟลูออเรสเซนต์จำนวน 3 หลอด ติดตั้งบริเวณหน้าต่างห้องเรียน

3.4 การเก็บข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลเบื้องต้นคือการสังเกตการณ์และสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลของห้องเรียนกรณีศึกษา ได้แก่

- 1) ข้อมูลด้านกิจกรรมและรูปแบบการสอนที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน ในเบื้องต้นพบว่ามีการใช้สื่อการสอนหลายประเภท แต่ที่ใช้เป็นประจำได้แก่ กระดานไวท์บอร์ด โปรเจคเตอร์ และโทรทัศน์
- 2) ข้อมูลด้านลักษณะสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้านแสงสว่างภายในห้องเรียน พบว่ามีการใช้งานทั้งแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ
- 3) การรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการแจกแบบสอบถามข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินหลังจากที่เข้าสำรวจ การสัมภาษณ์เบื้องต้น และการทบทวนวรรณกรรมเพื่อจัดทำแบบสอบถามประกอบการทดลองต่อไป
- 4) การจำลองการทดลอง โดยการตั้งค่าสภาพแสงเพื่อให้ได้ระดับความส่องสว่างที่ต้องการทดลองทั้ง 3 ระดับ และ ทดสอบแบบทดสอบต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการทดลอง

3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อความรู้สึกสบายตา มีกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาอาชีวศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาขาวิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ เป็นชั้นปีที่ 1 ถึงปี 4 จำนวน 180 คน

วิธีในการเลือกใช้ในการเลือกโดยการสุ่มแบบอิสระ เพราะเป็นวิธีการที่สามารถเฉลี่ยอิทธิพลของตัวแปรเกิน ระหว่างกลุ่มให้มีค่าเท่าเทียมกัน โดยกลุ่มตัวอย่างจะไม่ทราบมาก่อนว่าจะได้ทดลองในระดับความส่องสว่างที่เท่าใดและอัตราส่วน 1 คนสามารถทดลองได้เพียง 1 สถานการณ์เท่านั้น

ตารางที่ 3.3: แสดงสถานการณ์ที่กำหนดในการทดลอง

ระดับความ ส่องสว่าง (ลักซ์)	รูปแบบการสอน		
	สอนโดยใช้กระดาน ไวท์บอร์ด (คน)	สอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (คน)	สอนโดยใช้โทรทัศน์ (คน)
300	20	20	20
500	20	20	20
750	20	20	20

3.4.2 งานที่มอบหมายให้ปฏิบัติ

ให้ผู้ทดลองทำแบบทดสอบงานที่ได้รับมอบหมาย ภายใต้ระดับแสงสว่าง และรูปแบบการสอนที่กำหนด โดยมีลำดับการทดลองดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ผู้ทดลองนั่งประจำที่แล้วมอบหมายให้ผู้ทดลองทำแบบทดสอบส่วนที่ 1 การประเมินความสามารถในการมองเห็น โดยให้ตอบแบบสอบถามประวัติด้านสายตา และพฤติกรรมที่ส่งผลต่ออาการทางสายตา

ขั้นตอนที่ 2 มอบหมายให้ผู้ทดลองอ่านข้อความที่ปรากฏในใจ โดยอ่านแบบกวาดสายตา (Skimming) แล้วให้ผู้ทดลองอ่านข้อความที่กำหนดโดยอ่านในใจอีกครั้ง แต่กำหนดให้อ่านแบบตั้งใจอ่าน (Scanning) ต่อจากนั้นจึงให้ผู้ทดลองทำแบบทดสอบทันทีเพื่อไม่ให้จดจ่อข้อความ

ขั้นตอนที่ 3 มอบหมายให้ผู้ทดลองอ่านข้อความที่ปรากฏบนสื่อการเรียนรู้ที่กำหนดโดยอ่านแบบกวาดตา จากนั้นให้ผู้ทดลองคัดลอกข้อความงานที่มอบหมายให้ปฏิบัติระหว่างการทดลอง

หลังจากส่วนที่ 1 ให้ผู้ทดสอบปฏิบัติตามกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำ ดังต่อไปนี้

1) การอ่านข้อความแบบกวาดสายตา

โดยโจทย์ที่ 1 ซึ่งเป็นโจทย์ที่ประกอบไปด้วยตัวอักษรภาษาไทย อักษรภาษาอังกฤษ และตัวเลขอารบิก “ในปี พ.ศ. 2540 มีปรากฏการณ์ที่สร้างความตื่นตัวให้กับวงการหนังไทย นั่นคือความสำเร็จชนิดทำลายสถิติหนังไทยทุกเรื่องด้วยรายได้มากกว่า 70 ล้านบาทจากหนังของ ไทเอนเตอร์เทนเมนต์ (TAI Entertainment) เรื่อง 2499 อันธพาลครองเมืองที่มีเนื้อหาเล่าย้อนถึง กรุงเทพมหานครยุคก่อนพุทธศักราช 2500 ที่เหล่านักเลงอันธพาลวัยรุ่นนครเมืองอย่างไม่หวั่นเกรงกฎหมาย กำกับโดยนนทรี นิมิบุตร”

ภาพที่ 3.2: แสดงการอ่านข้อความแบบกวาดสายตา



2) การอ่านข้อความแบบตั้งใจอ่าน

โดยโจทย์ที่ 2 ซึ่งเป็นโจทย์ที่ประกอบไปด้วยตัวอักษรภาษาไทย อักษรภาษาอังกฤษ และตัวเลขอารบิก “ในสมัยรัชกาลที่ 6 ได้มีกลุ่มนักสร้างภาพยนตร์ชาวอเมริกันจากบริษัทยูนิเวอร์แซล (Universal) ได้มาถ่ายภาพยนตร์ในประเทศไทยเรื่อง นางสาวสุวรรณ โดยใช้นักแสดงทั้งหมดซึ่งนับว่าเป็นภาพยนตร์เรื่องแรกของเมืองไทยออกฉายในกรุงสยามเป็นครั้งแรกเมื่อวันที่ 22 มิถุนายน พ.ศ. 2466 ท่ามกลางความตื่นเต้นของประชาชน”

ภาพที่ 3.3: แสดงการอ่านข้อความแบบตั้งใจอ่าน



3) การอ่านข้อความแล้วคัดลอก

จากข้อความในข้อ 2 ผู้เข้าทดสอบต้องคัดลอกข้อความภายในเวลา 5 นาที

ภาพที่ 3.4: แสดงการอ่านข้อความแล้วคัดลอก



แบบสอบถามประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ประวัติความผิดปกติทางด้านสายตา ประกอบด้วย 7 ประเด็น ได้แก่ ความผิดปกติทางด้านสายตาเช่น สายตาสั้น สายตายาว การดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน แอลกอฮอล์ หรือยาที่มีผลข้างเคียง ก่อนการทดสอบ ความรู้สึกประหม่า ความอ่อนเพลียจากการอดนอน การหิว ประวัติการปวดหัวหรือไมเกรน (ภาคผนวก ก)

3.4.3 สถานที่ทดลอง

สถานที่ทดลอง คือ ห้อง C4: 202 หรือ ห้องวางแผนปฏิบัติงานควบคุมงานสร้างภาพยนตร์

1) ข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน C4: 202

ห้องเรียน C4: 202 เป็นห้องเรียนที่ใช้เรียนวิชาการวางแผนการผลิตภาพยนตร์ตั้งอยู่ชั้น 2 ภายในอาคารศูนย์ศิลปะภาพยนตร์และสื่อดิจิทัล ภาควิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ เขตราชเทวี

2) ลักษณะการใช้งานภายในห้องเรียน

มีการใช้งานทุกวันโดยนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ชั้นปีที่ 1-4 เรียนครั้งละไม่เกิน 20 คน โดยใช้สื่อการเรียนการสอนหลากหลายประเภท ได้แก่ กระดานไวท์บอร์ด โปรเจคเตอร์ และโทรทัศน์ ซึ่งการใช้งานทั้งหมดนั้นเกิดขึ้นภายใต้การกำหนดระดับความส่องสว่างเป็นค่าเฉลี่ยเพียงระดับเดียวเท่านั้น

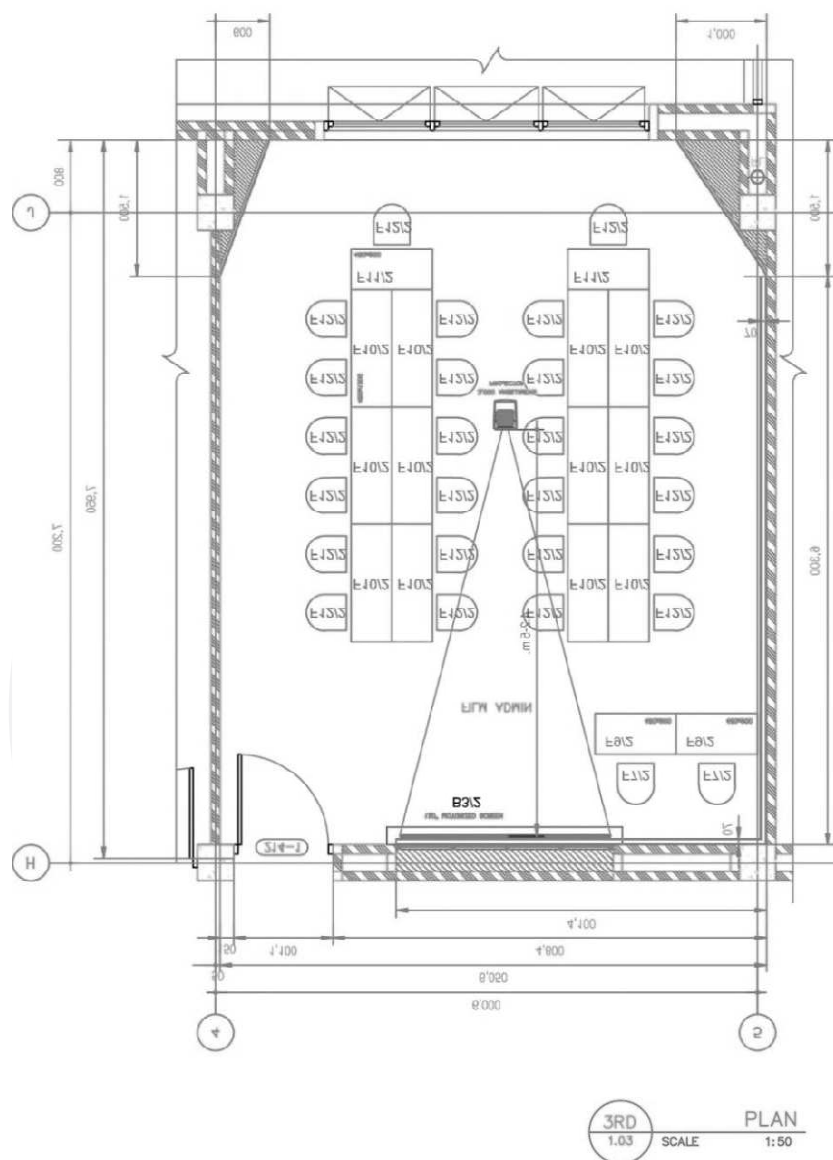
3) ลักษณะการใช้แสง

ลักษณะของแสงภายในห้องเรียนนั้นมีการใช้แสงทั้งแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ โดยมีการใช้แสงประดิษฐ์เป็นหลัก และมีสีของแสงเป็น Cool White ขาวออกเหลืองนวล ลักษณะการให้แสงมีทั้ง Direct และ Indirect Light ลักษณะไฟฟ้า มีหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ สำหรับการสำรวจเบื้องต้นพบว่า ภาควิชามีปัญหาเรื่องแสงสว่างที่ไม่ทั่วถึงทั้งห้อง เพราะมีการใช้สื่อหลายประเภททำให้เกิดแสงจ้าในหลายจุดเมื่อมีการใช้งาน นอกจากนี้ยังไม่มีมีการแยกสวิตช์ไฟกับการใช้งาน เช่น บริเวณไวท์บอร์ด อีกทั้งการใช้ไฟดาวน์ไลท์บริเวณหน้าห้องยังทำให้เกิดเงาตกกระทบที่ใบหน้าของผู้นำเสนอผลงานหน้าห้องเรียน และจากการสัมภาษณ์เบื้องต้นพบว่า นักศึกษาส่วนหนึ่งเกิดปัญหาความไม่สบายตา

4) สภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพในห้องเรียน

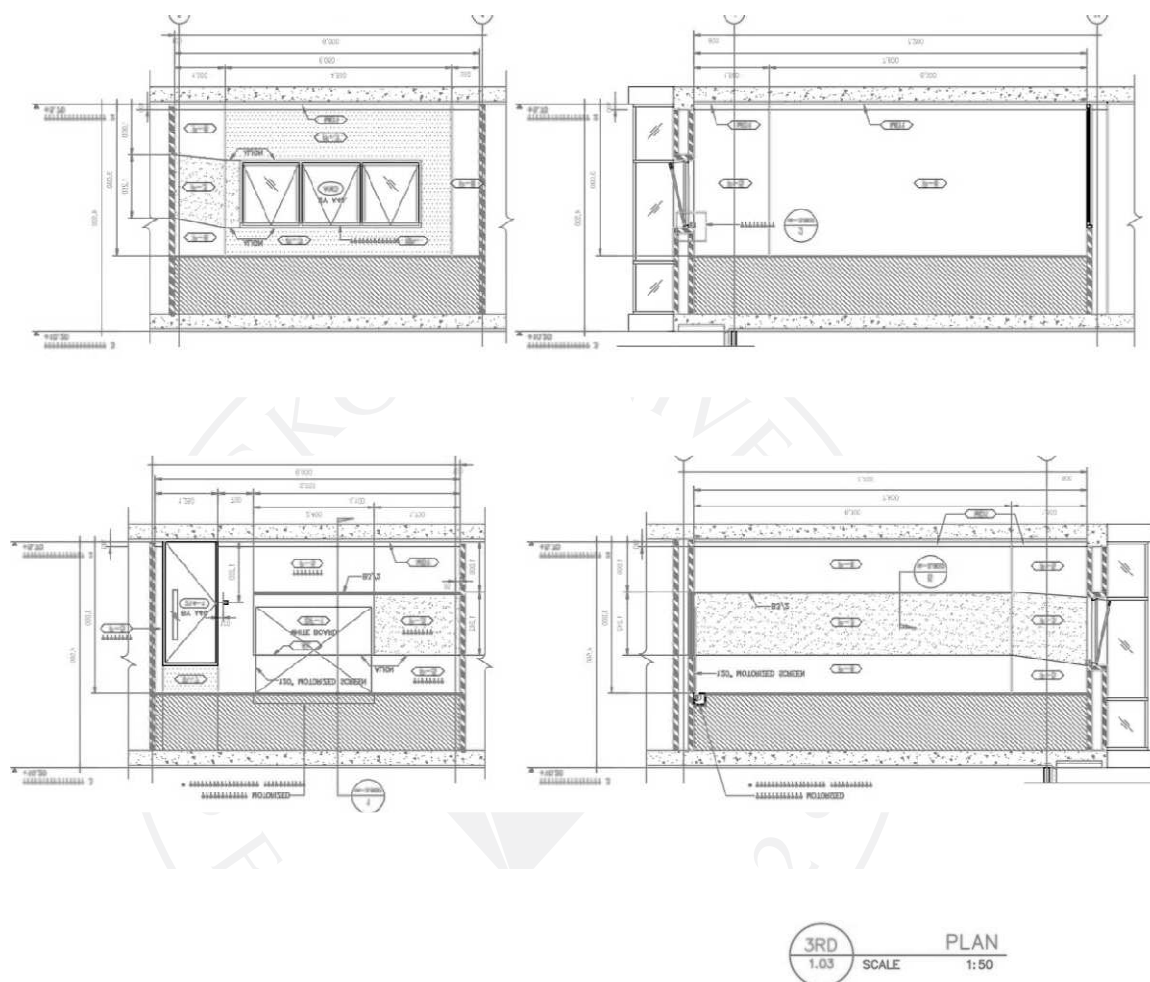
ห้องเรียน C4: 202 สามารถเข้าถึงได้โดยทางบันไดและลิฟท์ ภายในห้องเรียนด้านทิศใต้ของห้องเป็นผนังมีหน้าต่างและช่องแสงตลอดแนว ประตูทางเข้าหนึ่งทางด้านทิศเหนือ ส่วนด้านตะวันออกมีกระดานไวท์บอร์ดยาวตลอดแนว ด้านทิศตะวันตกเป็นผนังทึบ ขนาดของห้องเรียนมีขนาดห้อง 6 x 8 เมตร สูง 2.8 เมตร มีจอร์ภาพขนาด 120 นิ้ว มีระยะห่างจากเครื่องโปรเจคเตอร์ 4.2-5.00 เมตร มีการใช้เครื่องวัดแสง Digicon lx-50 ย่านการวัด: 2,000 - 20,000 ลักซ์

ภาพที่ 3.5: แผนผังและลักษณะห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์



ที่มา: ฝ่ายอาคารสถานที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ม.ป.ป. ก). แผนผังและลักษณะห้องเรียน C4: 202
ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์ AutoCAD. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ภาพที่ 3.6: ภาพมตัดห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์



ที่มา: ฝ่ายอาคารสถานที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ม.ป.ป. ก). แผนผังและลักษณะห้องเรียน C4: 202
ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์ AutoCAD. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ภาพที่ 3.7: ลักษณะห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์



จากภาพที่ภาพที่ 3.8 แผนผังเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์ มีรายละเอียดดังนี้

- F7 เก้าอี้อาจารย์ เป็นเก้าอี้เบาะกรุผ้ามีล้อเลื่อน ขนาดกว้าง 65 x ลึก 60 X ยาว 92 ซม.
- F 10 โต๊ะเรียน 4 ที่นั่งวัสดุด้านบน Laminate สีเทาอ่อน ปิดผิวด้วย Melamine หนาเหล็กกล่อง 1" x 2" ทำสี Powder Coating สีเทาเข้ม ขนาด กว้าง 90 x ลึก 200 X สูง 73 ซม.
- F 12 เก้าอี้นักเรียน วัสดุไม้อัดตัดขึ้นรูปปิดผิว Laminate ขาวลูมิเนียม เก้าอี้มีพนักพิง ขนาด 54 x สูง 90 ซม. สูงจากพื้นถึงที่นั่ง 43 เซนติเมตร พนักสูง 47 ซม.
- F 13 โต๊ะอาจารย์ประจำวิชา 1 ที่นั่งวัสดุด้านบน: Particle board ปิดผิวด้วย HPL. Laminate สีเทาอ่อนหนาเหล็กกล่อง 1" x 2" ทำสี Powder Coating สีเทาเข้ม ขนาด กว้าง 60 x ลึก 150 x สูง 73 เซนติเมตรขนาด 600 x 2000 ตร.ซม.
- B 3 โปรเจคเตอร์



ตารางที่ 3.4: แหล่งให้แสงและลักษณะการใช้แสง

ลำดับ	แหล่งให้แสง	จำนวน/ วัตต์	บริเวณที่ติดตั้งและลักษณะการใช้งาน
1	หลอดคอมแพคเตวანიไลท์ 	3x24W	บริเวณหน้าห้อง ใช้เวลามีการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนเพื่อ
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) 	12x28W	ส่วนกลางห้อง เปิดทุกดวงตลอดเวลาที่มีการเรียนการสอน รวมถึงขณะมีการใช้งานจอโปรเจคเตอร์ด้วย
	กล่องโคมไฟ 	6	บริเวณกลางห้อง ใช้กล่องโคมไฟ EL-QUARKII Microprisma CDP FDH G5x28W, ECG, RAL9006 ที่รองรับการใช้งานสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) เท่านั้น มีแผ่นสะท้อนแสงเป็น Microprisma CDP วัสดุของโคมไฟเป็น SheetSteel, extruded aluminium แผ่นสะท้อนแสงเป็น polycarbonate with microprismatic finish CDP ผิวหน้าครอบฝาสีเทา (RAL 9006) มีเชือกห้อยกับกล่องโคมไฟกล่องโคมไฟทำหน้าที่กำหนดทิศทางของแสงภายในกล่องโคม

(ตารางมีต่อ)

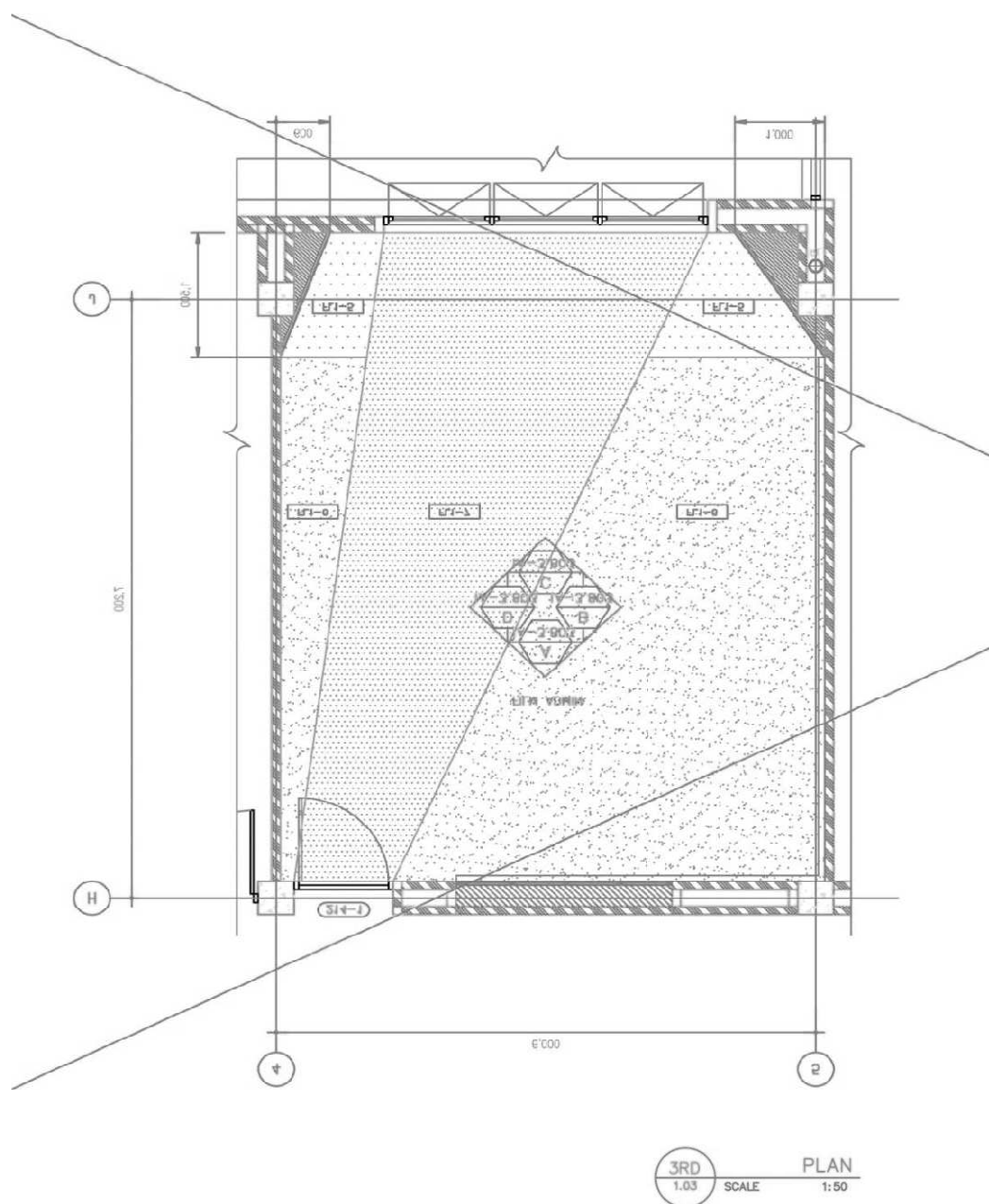
ตารางที่ 3.4 (ต่อ): แหล่งให้แสงและลักษณะการใช้งาน

ลำดับ	แหล่งให้แสง	จำนวน/ วัตต์	บริเวณที่ติดตั้งและลักษณะการใช้งาน
3	หน้าต่างปิดมู่ลี่กรองแสง 	-	ส่วนหลังห้อง ไม่มีการเปิดมู่ลี่ระหว่างการเรียนการสอน

ภาพที่ 3.9: แสดงการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ภายในกล่องโคมไฟและหลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์บริเวณหน้าห้องเรียน



ภาพที่ 3.11: แสดง Partition & Finishing Plan



ที่มา: ฝ่ายอาคารสถานที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ม.ป.ป. ค). แสดงแผนผัง Partition & Finishing Plan AutoCAD. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

3.4.4 ขั้นตอนในการทดลอง

ในการทดลองแบ่งเป็น 3 วัน โดยทดลองวันละ 1 สภาพแสง พร้อมให้ผู้เข้าทดลองทำแบบสอบถามดำเนินการทดลองปรับความส่องสว่าง ระหว่างเดือน มีนาคม-เมษายน จำนวน 3 วัน ช่วงเวลา 8.00 -16.00 น. การทดลองละ 10-15 นาทีต่อ 1 สถานการณ์ โดยมีลำดับการทดลองดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 มอบหมายให้ผู้ทดลองทำแบบทดสอบส่วนที่ 1 การประเมินความสามารถในการมองเห็น โดยให้ตอบแบบสอบถามประวัติด้านสายตา และพฤติกรรมที่ส่งผลต่ออาการทางสายตา

ขั้นตอนที่ 2 มอบหมายให้ผู้ทดลองอ่านข้อความที่ปรากฏในใจ โดยอ่านแบบกวาดสายตา (Skimming) แล้วให้ผู้ทดลองอ่านข้อความที่กำหนดโดยอ่านในใจอีกครั้ง แต่กำหนดให้อ่านแบบตั้งใจอ่าน (Scanning) ต่อจากนั้นจึงให้ผู้ทดลองทำแบบทดสอบทันทีเพื่อไม่ให้จดจำข้อความได้

ขั้นตอนที่ 3 มอบหมายให้ผู้ทดลองอ่านข้อความที่ปรากฏบนสื่อการเรียนที่กำหนดโดยอ่านแบบกวาดตา จากนั้นให้ผู้ทดลองคัดลอกข้อความ

วิธีการทดลองตามที่ได้ออกแบบการทดลองเป็น 3×3 Factorial Experimental Design โดยการทดลองที่ปรับเปลี่ยนตัวแปรอิสระทั้ง 2 ตัวคือระดับความส่องสว่างซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ 300 ลักซ์ 500 ลักซ์ และ 750 ลักซ์และ รูปแบบการสอน 3 กิจกรรม ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจกเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ แสดงในตารางสถานการณ์การทดลองได้รวมทั้งหมด 9 สถานการณ์ (ตารางที่ 3.3) เพื่อนำผลที่วัดจากตัวแปรตามหรือภาวะความสบายตาไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งจะเป็นแบบ 2 ทาง เพราะมีตัวแปรอิสระเกินหนึ่งตัวที่มีอิทธิพลต่อผลภาวะความสบายตา

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือในการวิจัยเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้การเก็บข้อมูลแบบนาร์รอง คือ การเข้าเก็บข้อมูลเบื้องต้นโดยการสัมภาษณ์ ถ่ายภาพ เก็บข้อมูลด้านพฤติกรรมการใช้งานทำให้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม ฝ้าติดตามดูพฤติกรรมการใช้งาน ถ่ายภาพ สัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลด้านพฤติกรรมการใช้งานและกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนว่าแต่ละกิจกรรมนั้นมีความต้องการในการใช้แสงสว่างในระดับใด โดยพิจารณาจากสภาวะความสบายตาทั้งการวัดระดับความสว่าง การทำแบบสอบถามและ การสัมภาษณ์ แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 การประเมินความสามารถในการมองเห็น (Visual Acuity Test) เพื่อตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับประวัติด้านสายตาและพฤติกรรมที่ส่งผลต่ออาการทางสายตา เช่น การดื่มแอลกอฮอล์ คาเฟอีน โดยผู้ทดสอบเขียนตอบใช้เวลาการตอบภายในเวลา 5 นาที

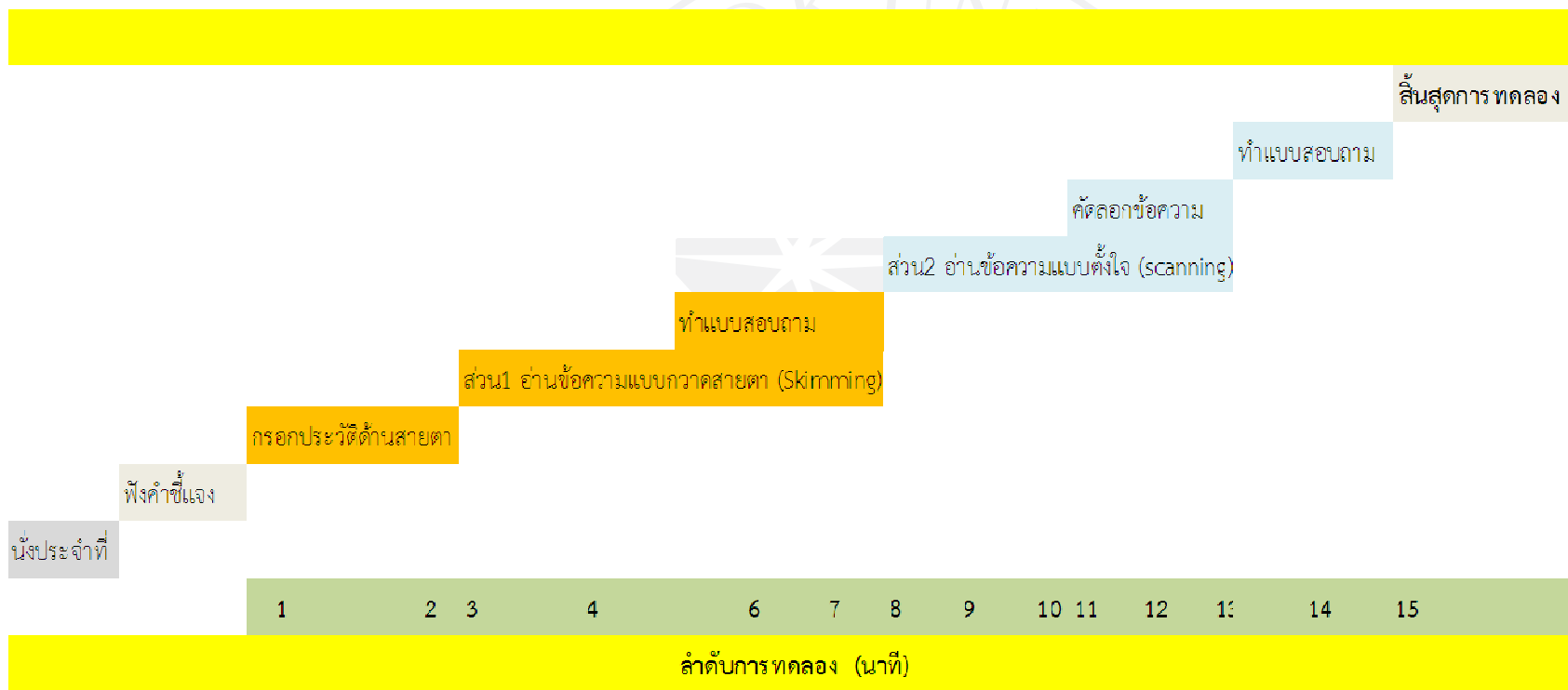
ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการอ่านเพื่อประเมินความรู้สึกสบายตา โดยกำหนดโจทย์เป็นบทความประกอบด้วยภาษาไทยภาษาอังกฤษและตัวเลข โดยผู้ทดสอบเขียนอ่านและตอบในแบบสอบถามใช้เวลา 5 นาที

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามการคัดลอกข้อความผู้ทดสอบอ่านในใจคัดตามสิ่งที่เห็นภายในเวลา 5 นาทีแล้วส่งแบบสอบถามทันที

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยเรื่องที่ว่า ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตา โดยศึกษาครอบคลุมถึงระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านและการเขียนหนังสือสามารถชี้วัดผลได้ด้วยการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งเป็นการวิจัยที่ผู้วิจัยกระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรทดลองโดยควบคุมตัวแปรมากกว่าหนึ่งตัวให้ส่งผลต่อตัวแปรตามเป็นการวิจัยเชิงทดลองมากกว่า 2 กลุ่ม โดยมีการออกแบบการทดลองเป็น 3×3 Factorial Experimental Design ซึ่งเป็นวิจัยเชิงทดลองที่ต้องการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ที่มีต่อตัวแปรตาม 1 ตัว ในที่นี้คือมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว หรือมี 2 Factors คือ ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนและตัวแปรควบคุมคือระดับความส่องสว่าง ซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ 300 500 ลักซ์ และ 750 ลักซ์ และรูปแบบการสอนได้แก่การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และ การสอนโดยใช้โทรทัศน์ สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งจะเป็นแบบ 2 ทาง เพราะมีการศึกษาถึงตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวคือระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อตัวแปรตามซึ่งมี 1 ตัวในที่นี้คือภาวะความสบายตา นอกจากนี้วิธีการนี้ยังสามารถศึกษาได้ถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 ตัวได้อีกด้วย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเหมาะกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง

ภาพที่ 3.12: แสดงขั้นตอนการทดลอง



บทที่ 4

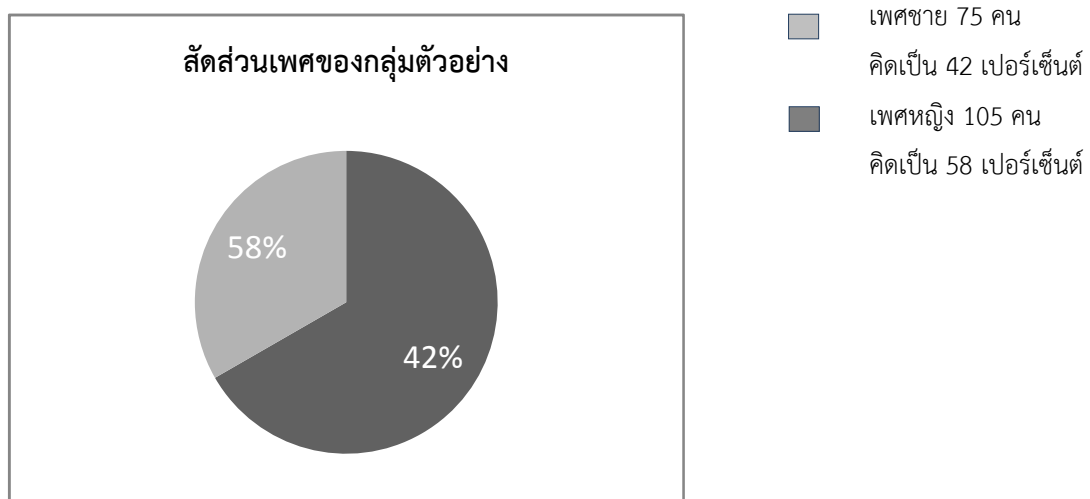
ผลการทดลอง

จากคำถามการวิจัยที่ว่า ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนส่งผลต่อภาวะความสบายตาโดยศึกษาคอบคลุมถึงระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านและการเขียนหนังสือนำไปสู่การออกแบบรูปแบบการทดลองและการทดลองกับกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาอาชีวศึกษาสมัครระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ถึงปี 4 สาขาวิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ จำนวน 180 คนมีวิธีในการเลือกโดยการสุ่มอย่างอิสระ เพราะเป็นวิธีการที่สามารถเฉลี่ยอิทธิพลของตัวแปรอิสระต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มให้มีค่าเท่าเทียมกันได้จากการทดลองสามารถรายงานผลกระทบของรูปแบบการสอนต่อภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านและการเขียนได้ดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

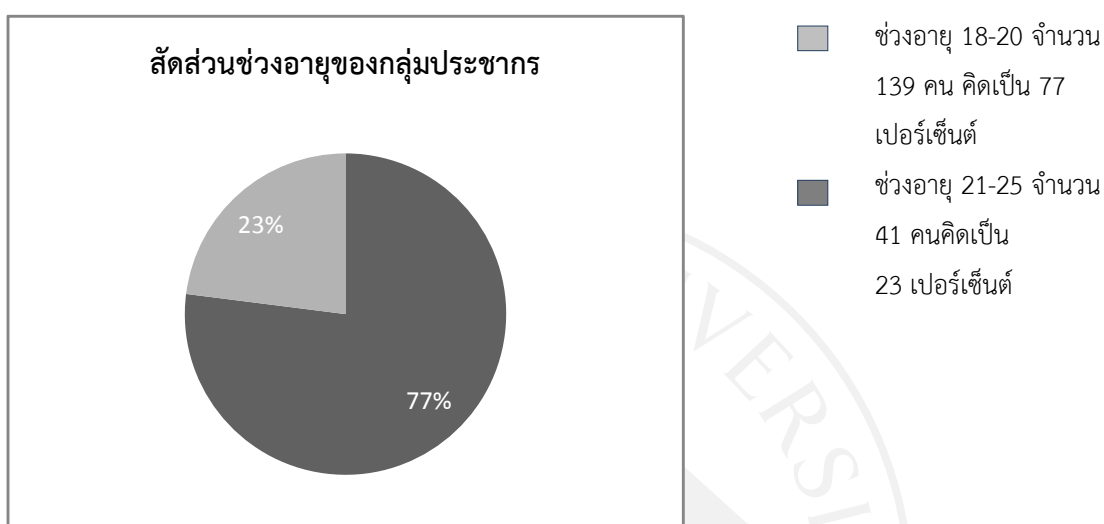
งานวิจัยนี้ได้มีการคัดเลือกโดยการสุ่มโดยอิสระเพื่อให้ประชากรที่เป็นนักศึกษาทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกันในการถูกเลือกและคาดว่าข้อมูลเหล่านี้จะใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่ออ้างอิงกับประชากรได้ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าในข้อมูลจริงก็จะเป็นเช่นเดียวกันนี้โดยกลุ่มประชากรนักศึกษาอาชีวศึกษาสมัครระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ถึงปี 4 สาขาวิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ จากทั้งหมด 180 คน พบว่า มีกลุ่มตัวอย่างเพศชาย 75คนคิดเป็น 42เปอร์เซ็นต์ และเพศหญิง 105 คนคิดเป็น 58 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 4.1: สัดส่วนเพศของกลุ่มตัวอย่าง



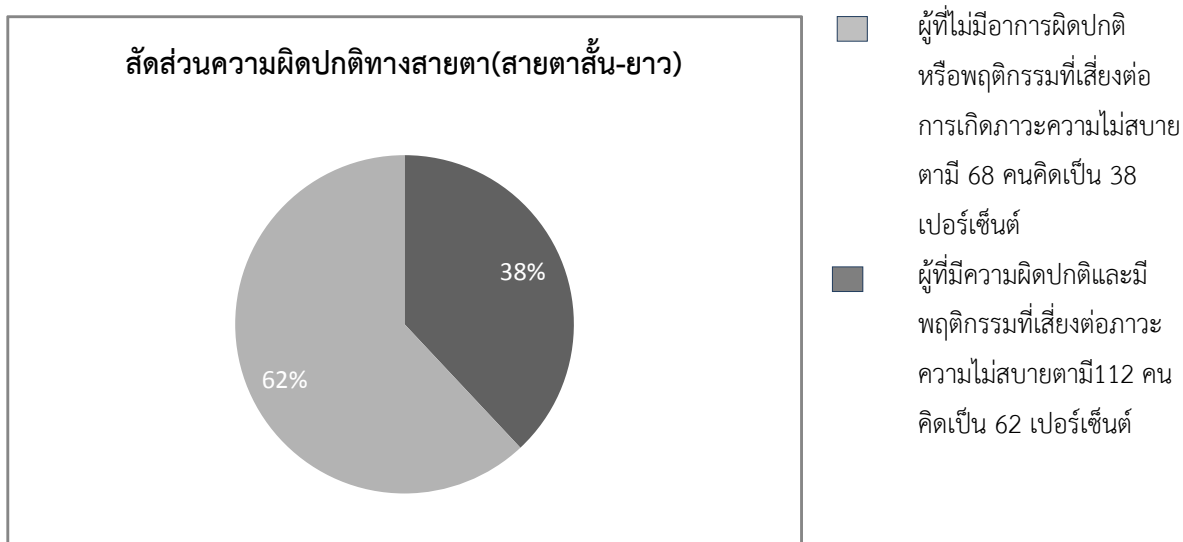
จากผลสำรวจในแบบสอบถามส่วนที่ 1 พบว่ามีสัดส่วนช่วงอายุ 18-20 จำนวน 139 คน คิดเป็น 77 เปอร์เซ็นต์และช่วงอายุ 21-25 จำนวน 41 คน คิดเป็น 23 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 4.2: สัดส่วนช่วงอายุของกลุ่มประชากร



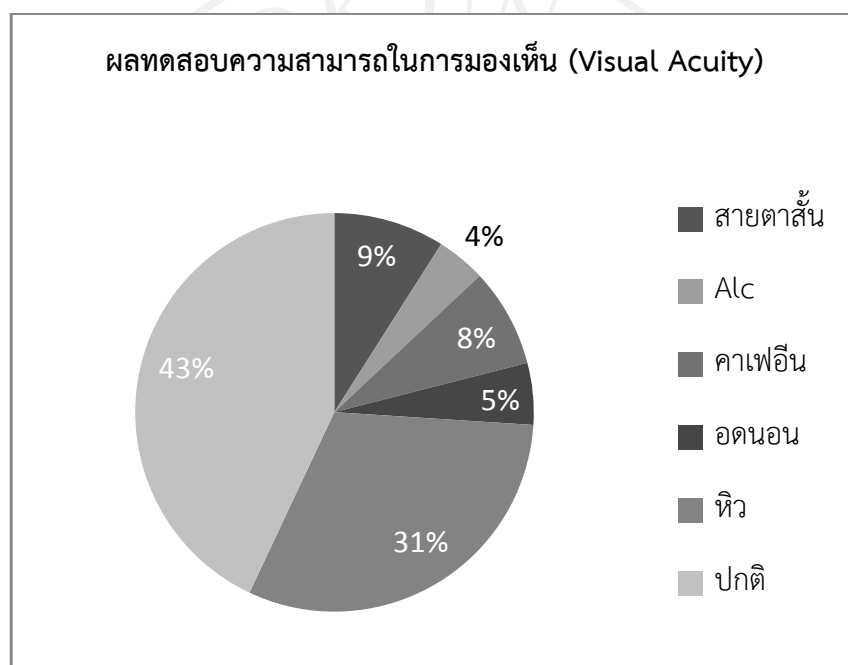
จากผลสำรวจในแบบสอบถามส่วนที่ 1 พบว่า เมื่อสำรวจความผิดปกติทางสายตาเกี่ยวกับ สายตาสั้นยาวของผู้ที่ทำการทดสอบ พบว่า จาก 180 คนมี 68 คนคิดเป็น 38 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีอาการ ผิดปกติหรือพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะความไม่สบายตา และมี 112 คนคิดเป็น 62 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความผิดปกติและมีพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อภาวะความไม่สบายตา แต่ไม่มีปัญหาต่อการมองเห็น จำแนกได้ดังนี้

ภาพที่ 4.3: สัดส่วนความผิดปกติทางสายตา (สายตาสั้น-ยาว)



จากผลสำรวจในแบบสอบถามส่วนที่ 1 เมื่อทดสอบความสามารถในการมองเห็น (Visual Acuity) พบว่ามีผู้ที่สายตาสั้นหรือใส่คอนแทคเลนส์สายตา 28 คน คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ แต่ได้ใส่แว่นสายตาหรือคอนแทคเลนส์สายตาจึงทำให้ไม่มีปัญหาด้านการมองเห็นผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ 6 คนคิดเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน 14 คนคิดเป็น 8 เปอร์เซ็นต์ผู้ที่อดนอนแต่ไม่มีผลกระทบทางด้านสายตาจากการอดนอน 9 คน คิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ และผู้ที่มีอาการหวี 55 คนคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อสายตาในการมองเห็น

ภาพที่ 4.4: ผลทดสอบความสามารถในการมองเห็น (Visual Acuity)



สายตาสั้น	16	คน	9	เปอร์เซ็นต์
Alc	6	คน	4	เปอร์เซ็นต์
คาเฟอีน	14	คน	8	เปอร์เซ็นต์
อดนอน	9	คน	5	เปอร์เซ็นต์
หวี	55	คน	31	เปอร์เซ็นต์
ปกติ	80	คน	43	เปอร์เซ็นต์

4.2 รายงานผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองที่ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีผลต่อตัวแปรตาม 1 ตัว จึงใช้วิธีการทางสถิติแบบ Two-way Analysis of Variance ในการวิเคราะห์ผล เพื่อตอบคำถามการวิจัยที่ว่า ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อรูปแบบการสอนซึ่งได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาควรมีระดับความส่องสว่างเท่าใด ผู้วิจัยได้ทดลองตามการออกแบบสถานการณ์ทดลองรวม 9 สถานการณ์ (ตารางที่ 3.3) และมอบหมายกิจกรรมให้แก่กลุ่มผู้ทดลองทดสอบ โดยให้เวลาการทดสอบสถานการณ์ละ 15 นาที ซึ่งในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยกิจกรรมการอ่านและการเขียนเช่นเดียวกัน

จากการทดลองสามารถรายงานผลกระทบต่ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการอ่านและการเขียนได้ดังนี้

- 1) ผลกระทบต่ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในกิจกรรมการอ่าน

ตารางที่ 4.1: แสดงค่าเฉลี่ยภาวะความสบายตาต่อการอ่าน

Dependent Variable: ภาวะความสบายต่อการอ่าน

ระดับความส่องสว่าง	รูปแบบการสอน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน(คน)
300 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.54	0.48	20
	โปรเจคเตอร์	3.18	0.44	20
	โทรทัศน์	3.38	0.63	20
	ทั้งหมด	3.37	0.53	60
500 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.50	0.46	20
	โปรเจคเตอร์	3.30	0.59	20
	โทรทัศน์	3.40	0.62	20
	ทั้งหมด	3.40	0.56	60
750 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.77	0.47	20
	โปรเจคเตอร์	3.56	0.50	20
	โทรทัศน์	3.53	0.33	20
	ทั้งหมด	3.62	0.44	60

(ตารางมีต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ): แสดงค่าเฉลี่ยภาวะความสบายตาต่อการอ่าน

Dependent Variable: ภาวะความสบายต่อการอ่าน

ระดับความส่องสว่าง	รูปแบบการสอน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน(คน)
750 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.77	0.47	20
	โปรเจคเตอร์	3.56	0.50	20
	โทรทัศน์	3.53	0.33	20
	ทั้งหมด	3.62	0.44	60

จากตาราง 4.1 ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการอ่านพบว่า ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาสูงสุดคือ 750 ลักซ์ (ค่าเฉลี่ย 3.62) รองลงมาที่ระดับ 500 ลักซ์ (ค่าเฉลี่ย 3.40) และ 300 ลักซ์ (ค่าเฉลี่ย 3.37)

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ที่ระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการอ่านมากที่สุดคือการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.55) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ ที่การสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.39) และรูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการอ่านน้อยที่สุดคือระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ที่การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.18) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ที่ระดับความส่องสว่าง 500 ลักซ์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการอ่านมากที่สุดคือการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.50) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 500 ลักซ์ที่การสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.40) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 500 ลักซ์ที่การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.30) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ ที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการอ่านมากที่สุดคือการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.77) รองลงมาคือระดับ

ความส่องสว่าง 750 ลักซ์ที่การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.56) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ที่การสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.53) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ พบว่า รูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการอ่านมากที่สุดคือ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.60) มีภาวะความสบายตาต่อการอ่านมากที่สุด รองลงมาคือการสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.44) และการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.35) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2: แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความสบายตาต่อการอ่าน

Source	Sum of Squares (SS)	df	Mean Square (MS)	F	Sig.
Corrected Model	4.57 ^a	8	0.57	2.18	0.03
Intercept	2159.18	1	2159.18	8226.74	0.00
ระดับความส่องสว่าง	2.18	2	1.09	4.15	0.02*
รูปแบบการสอน	2.04	2	1.02	3.88	0.02*
อิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน	0.36	4	0.09	0.34	0.85
Error	44.88	171	0.26		
ทั้งหมด	2208.63	180			
Corrected Total	49.45	179			

a. = Computed using alpha =0.05

b. = R Squared = 0.09 (Adjusted R Squared = 0.05)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความสบายตาต่อการอ่านพบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ 0.05) ระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนไม่มีอิทธิพลร่วมกัน แต่มีแนวโน้มเมื่อเพิ่มระดับความส่องสว่างมากขึ้นจะส่งผลทำให้เกิดความสบายตาในการอ่านมากขึ้นความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน

ตารางที่ 4.3: เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

Dependent Variable: ภาวะความสบายต่อการอ่าน

Tukey HSD

(I) ระดับความส่องสว่าง	(J) ระดับความส่องสว่าง	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	ช่วงความเชื่อมั่นที่95%
					ค่าต่ำสุด
300 ลักซ์	500 ลักซ์	-0.03	0.09	0.95	-0.25
	750 ลักซ์	-0.25 [*]	0.09	0.03	-0.47
500 ลักซ์	300 ลักซ์	0.03	0.09	0.95	-0.19
	750 ลักซ์	-0.22	0.09	0.05	-0.44
750 ลักซ์	300 ลักซ์	0.25 [*]	0.09	0.03	0.02
	500 ลักซ์	0.22	0.09	0.05	-0.003

หลังจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วได้ผลการวิเคราะห์ว่าปฏิเสธ H_0 (Reject H_0) ยอมรับ H_1 (Accept H_1) แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณจากตารางที่ 4.3 พบว่า ระดับความส่องสว่างที่แตกต่างกันคือ 300 และ 750 ลักซ์

ตารางที่ 4.4 : เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

Dependent Variable: Total VC for Reading

Tukey HSD

(I) รูปแบบการสอน	(J) รูปแบบการสอน	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%
					ค่าต่ำสุด
ไวท์บอร์ด	โปรเจคเตอร์	0.26 [*]	0.09	0.02	0.04
	โทรทัศน์	0.17	0.09	0.18	-0.06
โปรเจคเตอร์	ไวท์บอร์ด	-0.26 [*]	0.09	0.02	-0.48
	โทรทัศน์	-0.09	0.09	0.59	-0.32
โทรทัศน์	ไวท์บอร์ด	-0.17	0.09	0.18	-0.39
	โปรเจคเตอร์	0.09	0.09	0.59	-0.13

จากตารางที่ 4.4 รูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันคือ ไวท์บอร์ด กับ โปรเจคเตอร์และจาก ตาราง 4.2 แสดงอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความ สบายตาต่อการอ่านพบว่ารูปแบบการสอนไม่มีอิทธิพลต่อระดับความส่องสว่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง สถิติ (Sig.=0.85) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ไม่มีอิทธิพล ร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน

ตารางที่ 4.5: แสดงการประมาณค่าแบบช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่าน

ระดับความส่องสว่าง	รูปแบบการสอน	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%	
				ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
300 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.54	0.12	3.32	3.77
	โปรเจคเตอร์	3.18	0.12	2.96	3.41
	โทรทัศน์	3.39	0.12	3.16	3.61
500 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.50	0.12	3.27	3.73
	โปรเจคเตอร์	3.30	0.12	3.07	3.53
	โทรทัศน์	3.40	0.12	3.17	3.63
750 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.77	0.12	3.54	3.99
	โปรเจคเตอร์	3.56	0.12	3.33	3.78
	โทรทัศน์	3.53	0.12	3.30	3.76

จากตารางที่ 4.5 เป็นการประมาณค่าแบบช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยแยกตามระดับความ ส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า

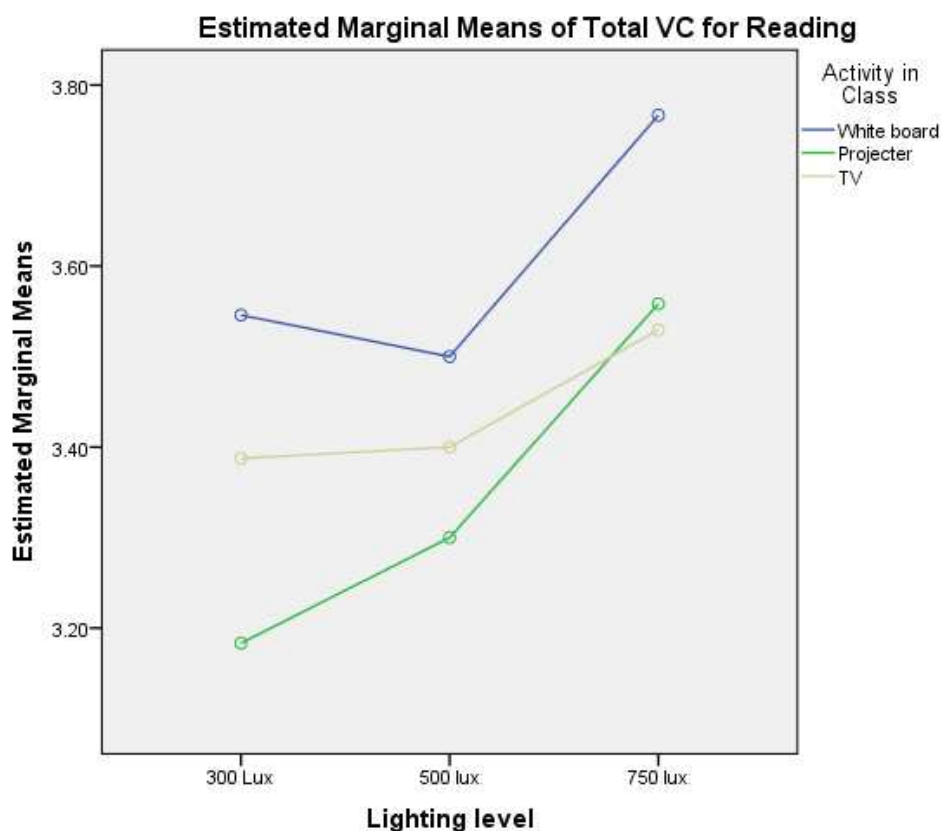
ที่ระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ โดยแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนต่อ การอ่านที่มีช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยที่ดีที่สุดคือรูปแบบการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ดมีค่า ภาวะความสบายตาที่ดีที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.55) โดยมีช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่านอยู่ระหว่าง ค่าเฉลี่ย 3.32-3.77

ช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยที่ระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ที่ตรงลงมาคือรูปแบบการ สอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.39) โดยมีช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่านอยู่ระหว่าง ค่าเฉลี่ย 3.16-3.61

ช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยที่ดีเป็นอันดับ 2 โดยแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนต่อการอ่านคือระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ที่รูปแบบการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.56) โดยมีช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่านอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย 3.33-3.78

ช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยที่ดีเป็นอันดับ 8 คือโดยแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนต่อการอ่านคือระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ที่รูปแบบการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.30) โดยมีช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่านอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย 3.07-3.53 และช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยที่น้อยที่สุดโดยแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนต่อการอ่านคือ ระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ที่รูปแบบการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์มีค่าภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่ำสุด (3.18) โดยมีช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่านอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย 2.96-3.41ตามลำดับ

ภาพที่ 4.5: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนทดลองต่อกิจกรรมการอ่าน



จากภาพที่ 4.5 ภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนโดยการใช้กระดานไวท์บอร์ดต่อกิจกรรมการอ่านพบว่าภาวะความสบายตาสูงสุดที่ระดับความส่องสว่างที่ 750 ลักซ์ รองลงมาคือ 500 ลักซ์และระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ 300 ลักซ์ ส่วนรูปแบบการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ต่อกิจกรรมการอ่านพบว่าภาวะความสบายตาสูงสุดที่ระดับความส่องสว่างที่ 750 ลักซ์ รองลงมาคือ 500 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ 300 ลักซ์ และรูปแบบการสอนโดยใช้โทรทัศน์ต่อกิจกรรมการอ่านพบว่าภาวะความสบายตาสูงสุดที่ระดับความส่องสว่างที่ 750 ลักซ์ รองลงมาคือ 500 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ 300 ลักซ์ และจากผลตารางแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความสบายตาต่อการอ่านพบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ 0.05) ระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนไม่มีอิทธิพลร่วมกัน แต่มีแนวโน้มเมื่อเพิ่มระดับความส่องสว่างมากขึ้นจะส่งผลทำให้เกิดความสบายตาในการอ่านมากขึ้นความคลาดเคลื่อนที่ 0.05

แสดงให้เห็นว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน

2) ผลกระทบต่อระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในกิจกรรมการเขียน

ตารางที่ 4.6: แสดงค่าเฉลี่ยภาวะความสบายตาต่อการเขียน

Dependent Variable: ภาวะความสบายต่อการเขียน

ระดับความส่องสว่าง	รูปแบบการสอน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน(คน)
300 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.61	0.39	20
	โปรเจคเตอร์	3.17	0.43	20
	โทรทัศน์	3.33	0.57	20
	ทั้งหมด	3.37	0.50	60
500 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.38	0.60	20
	โปรเจคเตอร์	3.33	0.54	20
	โทรทัศน์	3.37	0.58	20
	ทั้งหมด	3.36	0.56	60
750 ลักซ์	กระดานไวท์บอร์ด	3.16	0.45	20
	โปรเจคเตอร์	3.35	0.47	20
	โทรทัศน์	3.73	0.24	20
	ทั้งหมด	3.41	0.46	60
ทั้งหมด	กระดานไวท์บอร์ด	3.38	0.52	60
	โปรเจคเตอร์	3.28	0.48	60
	โทรทัศน์	3.48	0.52	60
	ทั้งหมด	3.38	0.51	180

จากตาราง 4.6 ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการเขียนพบว่า ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาสูงสุดคือ 750 ลักซ์ (ค่าเฉลี่ย 3.41) รองลงมาที่ระดับ 300 ลักซ์ (ค่าเฉลี่ย 3.37) และ 500 ลักซ์ (ค่าเฉลี่ย 3.36) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ที่ระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความ

สบายตาต่อการเขียนมากที่สุดคือการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.61) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ ที่การสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.33) และรูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการเขียนน้อยที่สุดคือระดับความส่องสว่าง 300 ลักซ์ที่การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.17) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์ กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ที่ระดับความส่องสว่าง 500 ลักซ์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการเขียนมากที่สุดคือการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.38) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 500 ลักซ์ ที่การสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.37) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 500 ลักซ์ที่การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.33) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์ กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการเขียนมากที่สุดคือการสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.73) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ ที่การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.35) รองลงมาคือระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ ที่การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.16) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภทได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ พบว่า รูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการเขียนมากที่สุดคือ การสอนโดยใช้โทรทัศน์ (ค่าเฉลี่ย 3.48) มีภาวะความสบายตาต่อการเขียนมากที่สุด รองลงมาคือการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด (ค่าเฉลี่ย 3.38) และการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.28) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7: แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความสบายต่อการเขียน

Source	Sum of Squares (SS)	df	Mean Square (MS)	F	Sig.
Corrected Model	5.57 ^a	8	0.70	2.94	0.004
Intercept	2056.51	1	2056.51	8675.95	0.00
ระดับความส่องสว่าง	0.104	2	0.05	0.22	0.80
รูปแบบการสอน	1.12	2	0.56	2.36	0.10
อิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน	4.34	4	1.09	4.58	0.002*
Error	40.53	171	0.24		
ทั้งหมด	2102.60	180			
Corrected Total	46.1	179			

- a. = Computed using alpha =0.05
b. = R Squared = 0.09 (Adjusted R Squared = 0.05)

จากตารางที่ 4.7 อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนของภาวะความสบายต่อการเขียนพบว่า ระดับความส่องสว่างที่ต่างกันมีผลต่อภาวะความสบายตาแตกต่างกันและรูปแบบการสอนต่างกันมีผลต่อภาวะความสบายตาแตกต่างกันเมื่อแยกการวัดผลระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนจะไม่มีผลต่อภาวะความสบายตา แต่เมื่ออิทธิพลทั้งสองร่วมกันจะส่งผลต่อภาวะความสบายตา ซึ่งรูปแบบการสอนมีอิทธิพลมากกว่าระดับความส่องสว่างในการศึกษาอิทธิพลของระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน พบว่า $df = 2$ $f=0.22$ และ $Sig.=0.80$ (ค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญที่ใช้ทดสอบ) แสดงว่า ความส่องสว่างไม่มีผลต่อรูปแบบการสอนต่อกิจกรรมการเขียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (เมื่อ Sig. ต่ำกว่า 0.01 ถ้าอยู่ระหว่าง 0.05-0.01)

ในการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบการสอนกับระดับความส่องสว่างพบว่า $df = 2$ $f=2.36$ และ $Sig.=0.10$ (ค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญที่ใช้ทดสอบ) แสดงว่า รูปแบบการสอนไม่มีผลต่อความส่องสว่าง

ในการศึกษาหมายถึง อิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน พบว่า $df = 4$ $f=0.46$ และ $Sig.=0.002$ (ค่า Sig. น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ใช้ทดสอบ) แสดงว่าระดับความ

ส่องสว่างที่ต่างกันมีผลต่อภาวะความสบายตาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ Sig. ต่ำกว่า 0.05 ซึ่งรูปแบบการสอนจะมีอิทธิพลมากกว่าระดับความส่องสว่าง

ตารางที่ 4.8: เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ภาวะความสบายตาสำหรับการเขียน

Tukey HSD

(I) ระดับความ ส่องสว่าง	(J) ระดับความ ส่องสว่าง	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	ช่วงความเชื่อมั่น ที่ 95%
					ค่าเฉลี่ยต่ำสุด
300 ลักซ์	500 ลักซ์	0.01	0.09	0.10	-0.20
	750 ลักซ์	-0.05	0.09	0.86	-0.26
500 ลักซ์	300 ลักซ์	-0.01	0.09	0.10	-0.22
	750 ลักซ์	-0.05	0.09	0.82	-0.26
750 ลักซ์	300 ลักซ์	0.05	0.09	0.86	-0.16
	500 ลักซ์	0.05	0.09	0.82	-0.16

จากตารางที่ 4.8 พบว่าหลังจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วได้ผลการวิเคราะห์ว่า ปฏิเสธ H_0 (Reject H_0) ยอมรับ H_1 (Accept H_1) แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณจากตารางที่ 4.8 พบว่า ระดับความส่องสว่างที่แตกต่างกันคือ 300 และ 750 ลักซ์

ตารางที่ 4.9: เปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ภาวะความสบายตาต่อการเขียน

Tukey HSD

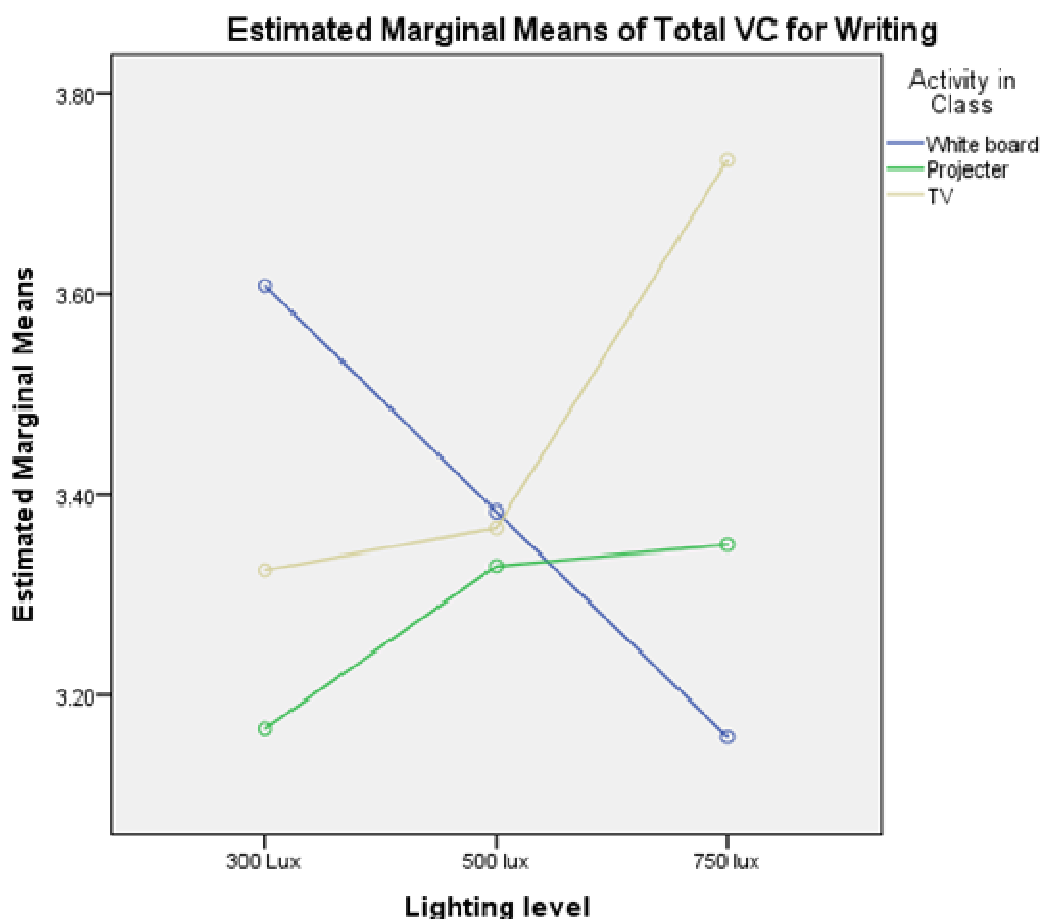
(I) รูปแบบการสอน	(J) รูปแบบการสอน	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	ช่วงความเชื่อมั่น ที่ 95%
					ค่าต่ำสุด
กระดานไวท์บอร์ด	โปรเจคเตอร์	0.10	0.09	0.49	-0.11
	โทรทัศน์	-0.09	0.09	0.56	-0.30
โปรเจคเตอร์	กระดานไวท์บอร์ด	-0.10	0.09	0.49	-0.31
	โทรทัศน์	-0.19*	0.09	0.08	-0.40
โทรทัศน์	กระดานไวท์บอร์ด	0.09	0.09	0.56	-0.12
	โปรเจคเตอร์	0.19*	0.09	0.08	-0.02

จากตารางที่ 4.9 รูปแบบการเรียนที่แตกต่างกันคือ โปรเจคเตอร์ กับโทรทัศน์

ตารางที่ 4.10: แสดงการประมาณค่าแบบช่วงภาวะความสบายตาเฉลี่ยต่อการอ่าน

ระดับความส่องสว่าง	รูปแบบการสอน	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%	
				ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
300 ลักซ์	ไวท์บอร์ด	3.61	0.11	3.39	3.82
	โปรเจคเตอร์	3.17	0.11	2.95	3.38
	โทรทัศน์	3.33	0.11	3.11	3.54
500 ลักซ์	ไวท์บอร์ด	3.38	0.11	3.17	3.60
	โปรเจคเตอร์	3.33	0.11	3.11	3.54
	โทรทัศน์	3.37	0.11	3.15	3.58
750 ลักซ์	ไวท์บอร์ด	3.16	0.11	2.94	3.37
	โปรเจคเตอร์	3.35	0.11	3.14	3.57
	โทรทัศน์	3.73	0.11	3.52	3.95

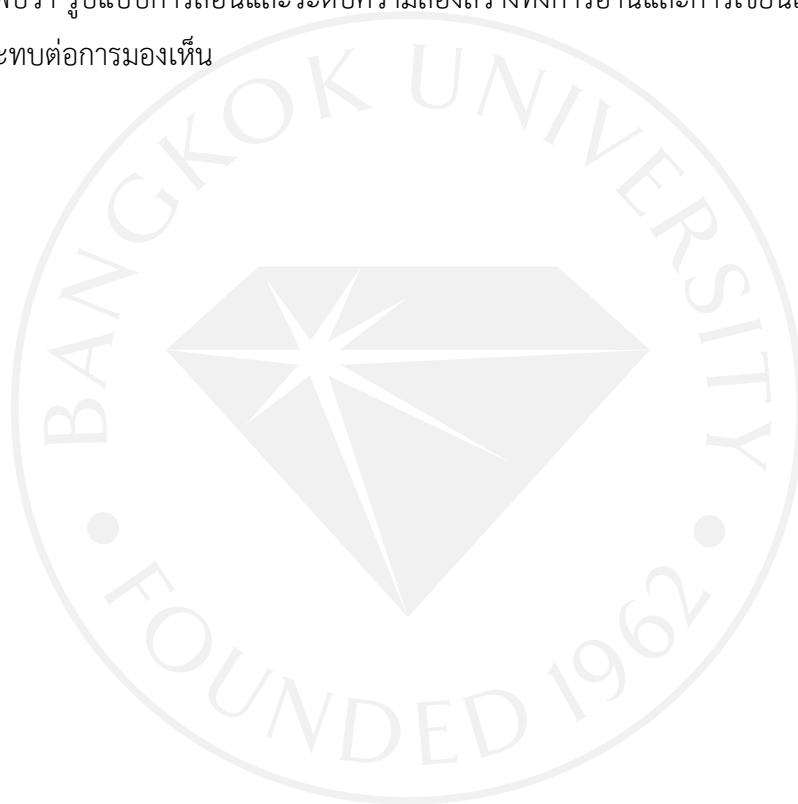
ภาพที่ 4.6: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนทดลองต่อ
กิจกรรมการเขียน



จากภาพที่ 4.6 ภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ดต่อกิจกรรมการเขียนพบว่าภาวะความสบายตาสูงสุดที่ระดับความส่องสว่างที่ 300 ลักซ์ มีความเหมาะสมที่สุด รองลงมาคือ 500 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ 750 ลักซ์ ส่วนรูปแบบการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ต่อกิจกรรมการเขียนพบว่าภาวะความสบายตาสูงสุดที่ระดับความส่องสว่างที่ 750 ลักซ์ มีความเหมาะสมที่สุด รองลงมาคือ 500 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ 300 ลักซ์ และรูปแบบการสอนโดยใช้โทรทัศน์ต่อกิจกรรมการเขียนพบว่าภาวะความสบายตาสูงสุดที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์มีความเหมาะสมที่สุด รองลงมาคือ 500 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ 300 ลักซ์ จากตารางผลแสดงอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอน พบว่า Sig.=0.002 (ค่า Sig. น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ใช้ทดสอบ) แสดงว่าระดับความส่องสว่าง

ที่ต่างกันมีผลต่อภาวะความสบายตาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ Sig. ต่ำกว่า 0.05 ซึ่งรูปแบบการสอนจะมีอิทธิพลมากกว่าระดับความส่องสว่าง

สรุปว่า การปรับระดับความส่องสว่างต่าง ๆ มีความเหมาะสมกับรูปแบบการสอนที่แตกต่างกันโดยมีผลต่อภาวะความสบายตาในกิจกรรมการอ่านมากกว่า เพราะแม้จะเพิ่มระดับความส่องสว่างในกิจกรรมการเขียนเท่าใดก็ไม่มีผลต่อการเขียน แต่เมื่อแยกการวัดผลระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนพบว่าไม่มีผลต่อภาวะความสบายตา แต่เมื่ออิทธิพลทั้งสองร่วมกันจะส่งผลกระทบต่อภาวะความสบายตา ซึ่งรูปแบบการสอนมีอิทธิพลมากกว่าระดับความส่องสว่าง และจากผลการทดลอง พบว่า รูปแบบการสอนและระดับความส่องสว่างทั้งการอ่านและการเขียนเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการมองเห็น



บทที่ 5

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนมีผลต่อภาวะความสบายตาอย่างไร โดยมีคำถามการวิจัยคือ ผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตาอย่างไรแบ่งเป็น (1) ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านหนังสือมีลักษณะเป็นอย่างไร (2) ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการเขียนหนังสือมีลักษณะเป็นอย่างไร เพื่อตอบจุดประสงค์ของการวิจัยคือ (1) เพื่อศึกษากิจกรรมและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนของนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ สาขาวิชาภาพยนตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต (2) เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับความส่องสว่างที่มีต่อระดับความสบายตาของนักศึกษา และ (3) เพื่อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนและก่อให้เกิดภาวะความสบายตาภายในห้องเรียน

หลังการทดลองสามารถสรุปผลโดยแบ่งเป็นระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ก่อให้เกิดภาวะความสบายตาสำหรับการอ่านและการเขียนสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

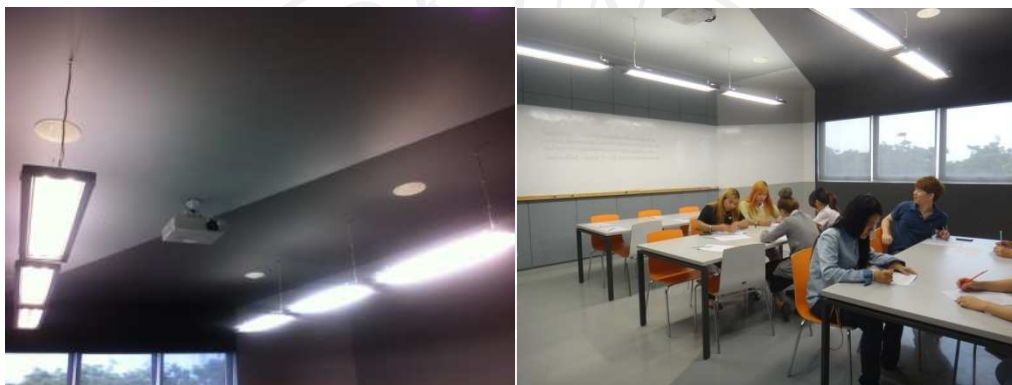
5.1 จุดประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากิจกรรม พฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนของนักศึกษา คณะนิเทศศาสตร์ภายในอาคารศูนย์ศิลปภาพยนตร์และสื่อดิจิทัล ภาควิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต สรุปได้ว่า

จากการสำรวจรูปแบบการสอนเบื้องต้นที่เกิดขึ้นภายในในห้อง C4: 202 พบว่ามีรูปแบบการสอนหลักได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ โดยในทุกรูปแบบการสอนมีทั้งกิจกรรมการอ่านและการเขียนเช่นเดียวกัน

การให้แสงสว่างภายในห้องเรียนพบว่ามีการใช้แสงจากแสงประดิษฐ์เป็นหลัก โดยเป็นแสงประเภทแสงทางอ้อมที่ลักษณะการให้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงแสงแล้วสะท้อนกับฝ้าเพดานและพื้นที่ใช้สอย ซึ่งมีโคมไฟที่ภายในใช้แผ่นสะท้อนแสงพลาสติกจึงทำให้ความส่องสว่างไม่เต็มประสิทธิภาพเท่าที่ควรแต่มีข้อดีที่ลดแสงจ้าทำให้เกิดแสงนวลมากกว่าการใช้โคมไฟที่มีแผ่นสะท้อนแสงเป็นอลูมิเนียมมีสวิตช์ควบคุมระบบการให้แสง 2 จุด ได้แก่ สวิตช์ควบคุมหน้าห้องบริเวณหน้าจอฉาย สำหรับการใช้งานที่เน้นการให้แสงบริเวณหน้าห้อง และ สวิตช์ควบคุมผังกวางจอไฟฟ้าสำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มีข้อดีที่ง่ายต่อการควบคุมและมีข้อเสียคือลักษณะของการให้แสงแบบส่องลงทำให้เกิดเงาบนใบหน้าของผู้บรรยายและสิ่งเปลี่ยนพลังงาน

สวิตช์ควบคุมหน้าห้องบริเวณหน้าจอฉายสำหรับการทำงานที่เน้นการใช้แสงบริเวณหน้าห้อง มีลักษณะการให้แสงเป็นดวงโคมส่องลงโดยใช้หลอดไฟคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ กำลังไฟฟ้า 24 วัตต์ จำนวน 3 หลอดสำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ใช้หลอดคอมT5กำลังไฟฟ้า 28 วัตต์ จำนวน 2 หลอดต่อ 1 โคมไฟ ทั้งห้องรวมจำนวน 6 โคม รวม 12 หลอด 8 หลอดที่ติดตั้งบริเวณกลางห้อง มีข้อดีที่เป็นลักษณะการควบคุมแสงแบบเบ็ดเสร็จจึงควบคุมง่ายแต่มีข้อเสียคือไม่สามารถแยกการใช้งานได้ตามลักษณะกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนและสิ้นเปลืองพลังงาน

ภาพที่ 5.1: ตำแหน่งไฟ



อุปกรณ์สื่อการสอน กระดานไวท์บอร์ดติดตั้งหน้าห้องและบริเวณด้านข้างของห้องเรียน โดยลักษณะการใช้งานเฉพาะบริเวณด้านข้างของห้องเรียนเนื่องจากด้านหน้าของห้องเรียนมีการใช้จอฉายทำให้ปิดกระดานไวท์บอร์ดบริเวณหน้าห้อง มีข้อดีคือมีพื้นที่การใช้งานกระดานไวท์บอร์ดเพิ่มมากขึ้นและมีข้อเสียคือกระดานไวท์บอร์ดที่ติดตั้งบริเวณด้านข้างของห้องเรียนนั้นอยู่ใกล้กับแหล่งให้แสง จึงทำให้รับแสงสะท้อนจากแหล่งกำเนิดแสงมากและเกิดแสงจ้าทำให้มองไม่เห็นข้อความบนกระดานบ่อยครั้งเมื่อมีการใช้งานทำให้นักศึกษาต้องย้ายตำแหน่งการนั่งเพื่อหามุมที่ลดการสะท้อนแสงให้มากที่สุด สำหรับวัสดุของกระดานไวท์บอร์ดที่ติดตั้งบริเวณด้านข้างของห้องเรียนนั้นเป็นกระดานไวท์บอร์ดทำให้มีผลต่อแสงสะท้อน ข้อดีคือประหยัดค่าใช้จ่ายและข้อเสียคือไม่สามารถลดแสงสะท้อนได้ดีเท่าที่ควร

ภาพที่ 5.2: ตำแหน่งกระดานไวท์บอร์ด



โปรเจคเตอร์ มีการติดตั้งบริเวณกลางห้องเรียนห่างจากจอฉายภาพประมาณ 8 ฟุตและวางตำแหน่งที่ตั้งฉากกับจอฉายมีข้อดีคือการติดตั้งโปรเจคเตอร์ติดตั้งบนเพดานเพื่อให้โปรเจคเตอร์ตั้งฉากกับภาพฉายในลักษณะเช่นนี้ช่วยลดปัญหาการเกิดภาพบิดเบี้ยวสัดส่วนผิดรูป (Key Stone) ได้เป็นอย่างดีซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่จะวางตำแหน่งของโปรเจคเตอร์ตั้งโต๊ะบริเวณกลางห้องทำให้ต้องปรับโปรเจคเตอร์ให้เงยขึ้นเพื่อให้รับกับจอฉาย ซึ่งมีข้อเสียคือทำให้ภาพด้านบนจะใหญ่ขึ้นทั้งแนวราบและแนวตั้งและรูปทรงหรือข้อความที่มองเห็นไม่สมบูรณ์ โดยมีจอร์รับภาพขนาด 120 นิ้ว จอฉายภาพมีระยะห่างจากเครื่องโปรเจคเตอร์ 4.20-5.00 เมตร มีการใช้เครื่องวัดแสง Digicon lx-50 ย่านการวัด: 2,000 - 20,000 ลักซ์ ค่าความส่องสว่าง 3500 ลูเมน ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมกับใช้ในห้องเรียนขนาดใหญ่แต่ในที่นี้นำมาใช้กับห้องเรียนขนาดเล็กแต่ไม่พบว่าเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน

ภาพที่ 5.3: ตำแหน่งโปรเจคเตอร์



จอโทรทัศน์แบนขนาด 24 นิ้วมีติดตั้งบริเวณหน้าห้องเรียนในระดับสายตาของผู้เรียน ในตำแหน่งที่วางเป็นตำแหน่งเดียวกับกระดานไวท์บอร์ดซึ่งการใช้งานโทรทัศน์เป็นมุมมองที่สามารถมองเห็นจอโทรทัศน์ได้ทุกมุมมองโดยมุมมองที่เกิดแสงสะท้อนมากที่สุดคือบริเวณด้านรอบนอกของพื้นที่นั่งเรียน

ภาพที่ 5.4: ตำแหน่งโทรทัศน์



เมื่อทดลองวางโทรทัศน์ในมุมอื่น ๆ เช่นมุมข้างของห้องเรียนดังภาพที่ 5.5 ทดลองปรับตำแหน่งโทรทัศน์ในมุมกระดานไวท์บอร์ดและในระหว่างการเปิดทั้งโปรเจคเตอร์และโทรทัศน์พบว่าค่าสะท้อนมีมากและเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภาวะความไม่สบายตาอย่างมาก

ภาพที่ 5.5: ทดลองปรับตำแหน่งโทรทัศน์



5.2 จุดประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อภาวะความสบายตาของนักศึกษา สรุปได้ว่า

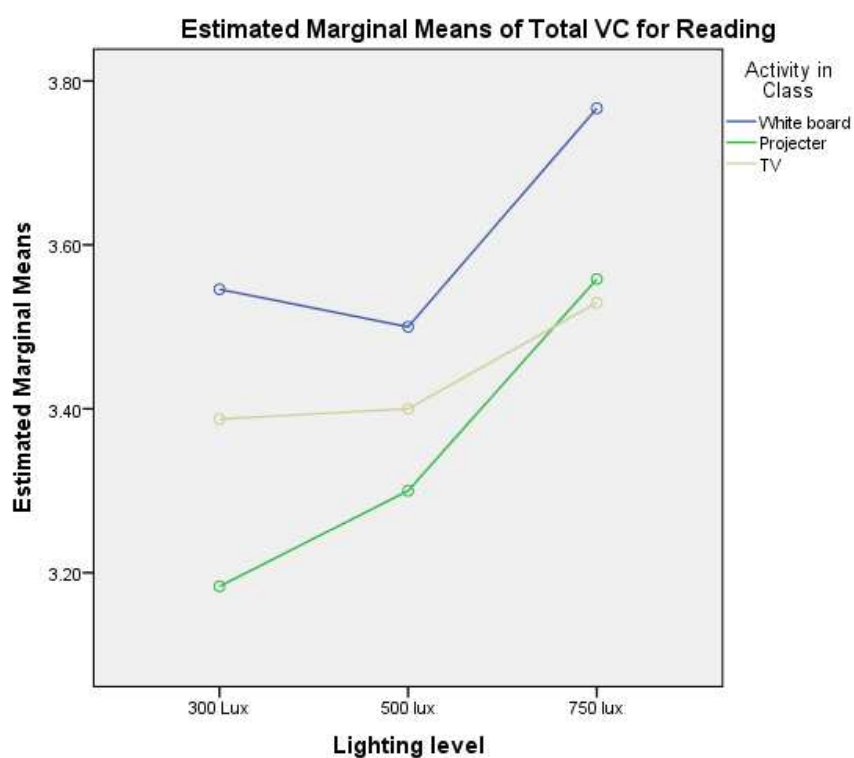
เมื่อพิจารณาเฉพาะระดับความส่องสว่างที่สูงขึ้นโดยไม่พิจารณาถึงรูปแบบการสอนพบว่าระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการอ่านสูงสุดดีที่สุดที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ รองลงมาที่ระดับ 500 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาน้อยที่สุดคือ 300 ลักซ์ ในขณะที่ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ เช่นกัน แต่รองลงมาที่ระดับ 300 ลักซ์ และระดับความส่องสว่างที่มีภาวะความสบายตาน้อยที่สุดคือ 500 ลักซ์

เมื่อพิจารณาดารางแสดงผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่าระดับความส่องสว่างไม่ได้มีผลต่อรูปแบบการสอนคือการเรียนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด โปรเจคเตอร์และโทรทัศน์แต่พบว่าเมื่อมีกิจกรรมอ่านและการเขียนเกิดขึ้นจะเห็นได้ว่ามีผลต่อภาวะความสบายตาแสดงในตาราง 5.1 ได้ดังต่อไปนี้

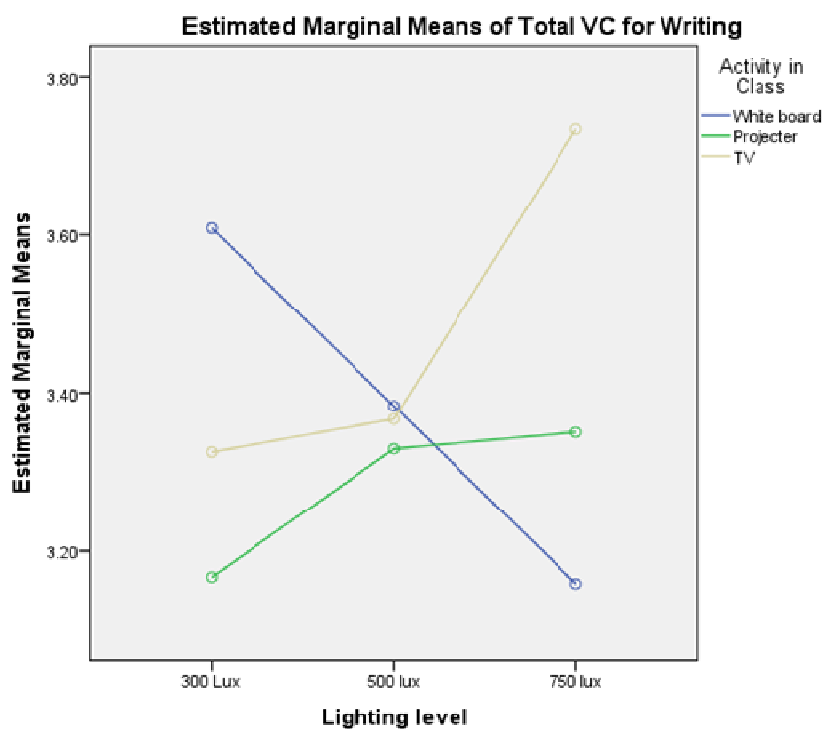
ตารางที่ 5.1: สรุปผลการทดลองผลกระทบของระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่มีผลต่อ
ภาวะความสบายตา

ระดับ	เปรียบเทียบ กับกิจกรรม		เปรียบเทียบภาวะความสบายตากับกิจกรรมที่มอบหมายโดยพิจารณาร่วมกับรูปแบบการสอน					
			ระดับความส่องสว่าง (ลักซ์)					
			750		500		300	
	อ่าน	เขียน	อ่าน	เขียน	อ่าน	เขียน	อ่าน	เขียน
1	750	750	กระดานไวท์ บอร์ด	โทรทัศน์	กระดานไวท์ บอร์ด	กระดานไวท์ บอร์ด	กระดานไวท์ บอร์ด	ไวท์บอร์ด
2	500	300	โปรเจคเตอร์	โปรเจคเตอร์	โทรทัศน์	โทรทัศน์	โทรทัศน์	โทรทัศน์
3	300	500	โทรทัศน์	กระดานไวท์ บอร์ด	โปรเจคเตอร์	โปรเจคเตอร์	โปรเจคเตอร์	โปรเจคเตอร์

ภาพที่ 5.6: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนทดลองต่อ
กิจกรรมการอ่าน



ภาพที่ 5.7: สรุปผลภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนทดลองต่อกิจกรรมการเขียน



จากผลในตาราง 5.1 แสดงให้เห็นว่าสื่อการสอนมีผลต่อภาวะความสบายตา โดยเฉพาะการเรียนรู้โดยใช้กระดานไวท์บอร์ด เมื่อทดลองเพิ่มระดับความส่องสว่างพบว่าภาวะความสบายตาลดลงดังจะเห็นได้จากผลสรุปภาวะความสบายตาโดยแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนทดลองต่อกิจกรรมการเขียนในกราฟที่ 5.2 ในขณะที่การอ่านในรูปแบบการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ดเป็นไปในทางตรงกันข้ามเมื่อทดลองเพิ่มระดับความส่องสว่างจะพบว่ามีภาวะความสบายตาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้รูปแบบการสอนที่ใช้โทรทัศน์และโปรเจคเตอร์นั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือเมื่อเพิ่มระดับความส่องสว่างแล้วมีภาวะความสบายตาเพิ่มขึ้นดังแสดงในกราฟ 4.2 และกราฟที่ 4.1 ที่แสดงภาวะความสบายตาแยกตามระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนต่อกิจกรรมการอ่าน ซึ่งการเพิ่มระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนยกเว้นการใช้กระดานไวท์บอร์ดจะทำให้มีภาวะความสบายตาสูงขึ้น สรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ผลกระทบต่อระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการอ่าน

เมื่อสรุปผลกระทบต่ระดับความส่องสว่างจากทั้งหมด 3 ระดับได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์ พบว่า ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการอ่านจะพบว่า ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาสูงสุดคือ 750 ลักซ์ รองลงมาที่ระดับ 500 ลักซ์ และ 300 ลักซ์

1.1) วิเคราะห์ผลตามรูปแบบการสอนต่อกิจกรรมการอ่าน

เมื่อจำแนกตามรูปแบบการสอนจากทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการอ่านมากที่สุดคือ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด รองลงมาคือ การสอนโดยใช้โทรทัศน์ และการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์

1.2) วิเคราะห์ผลตามระดับความส่องสว่างต่อรูปแบบการสอนด้วยกิจกรรมการอ่าน

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์ กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ ที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการอ่านคือที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ กับกิจกรรมการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ดมีภาวะความสบายตาต่อการอ่านที่สุด รองลงมาคือการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ และการสอนโดยใช้โทรทัศน์

2) ผลกระทบต่อระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการเขียน

เมื่อสรุปผลกระทบต่อระดับความส่องสว่างจากทั้งหมด 3 ระดับ ได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์ พบว่า ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการเขียนจะพบว่า ระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาสูงสุดคือ 750 ลักซ์ รองลงมาที่ระดับ 300 ลักซ์ และ 500 ลักซ์

2.1) วิเคราะห์ผลตามรูปแบบการสอนต่อกิจกรรมการเขียน

เมื่อจำแนกตามรูปแบบการสอนจากทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ พบว่ารูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาในการเขียนมากที่สุดคือ การสอนโดยใช้โทรทัศน์ รองลงมาคือการสอนโดยใช้ไวท์บอร์ด และการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์

2.2) วิเคราะห์ผลตามระดับความส่องสว่างต่อรูปแบบการสอนด้วยกิจกรรมการเขียน

เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์ กับรูปแบบการสอนทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ และการสอนโดยใช้โทรทัศน์ ที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาต่อการเขียนคือที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ กับกิจกรรมการสอนโดยใช้โทรทัศน์มีภาวะความสบายตาต่อการเขียนมากที่สุด รองลงมาคือการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด และการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่างจากผลรวมระหว่างกิจกรรมการอ่านและการเขียนจึงพบว่า การเพิ่มระดับความส่องสว่างเหมาะกับกิจกรรมการอ่าน (ค่าเฉลี่ย 3.46) มากกว่าการเขียน (3.38) สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

5.3 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อแยกการวัดผลระหว่างระดับความส่องสว่างกับรูปแบบการสอนพบว่าไม่มีผลต่อภาวะความสบายตา แต่เมื่ออิทธิพลทั้งสองร่วมกันจะส่งผลต่อภาวะความสบายตา ซึ่งรูปแบบการสอนมีอิทธิพลมากกว่าระดับความส่องสว่าง และจากผลการทดลองพบว่า รูปแบบการสอนและระดับความส่องสว่างทั้งการอ่านและการเขียนเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อภาวะความสบายตาโดยในกิจกรรมการอ่านจะมีผลต่อภาวะความสบายตามากกว่าการเขียน แม้จะเพิ่มระดับความส่องสว่างในกิจกรรมการเขียนก็ไม่มีผลต่อการเขียนโดยเฉพาะเมื่อเพิ่มระดับความส่องสว่างในรูปแบบการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ดและโปรเจคเตอร์แต่รูปแบบการสอนที่ใช้โทรทัศน์กิจกรรมการเขียนจะมีภาวะความสบายตามากกว่าการเขียน เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่การอ่านสบายตามากกว่าการเขียนนั้นวิเคราะห์ได้ดังนี้

1) การอ่านและการเขียนมีทักษะและวิธีการใช้สายตาที่แตกต่างกัน

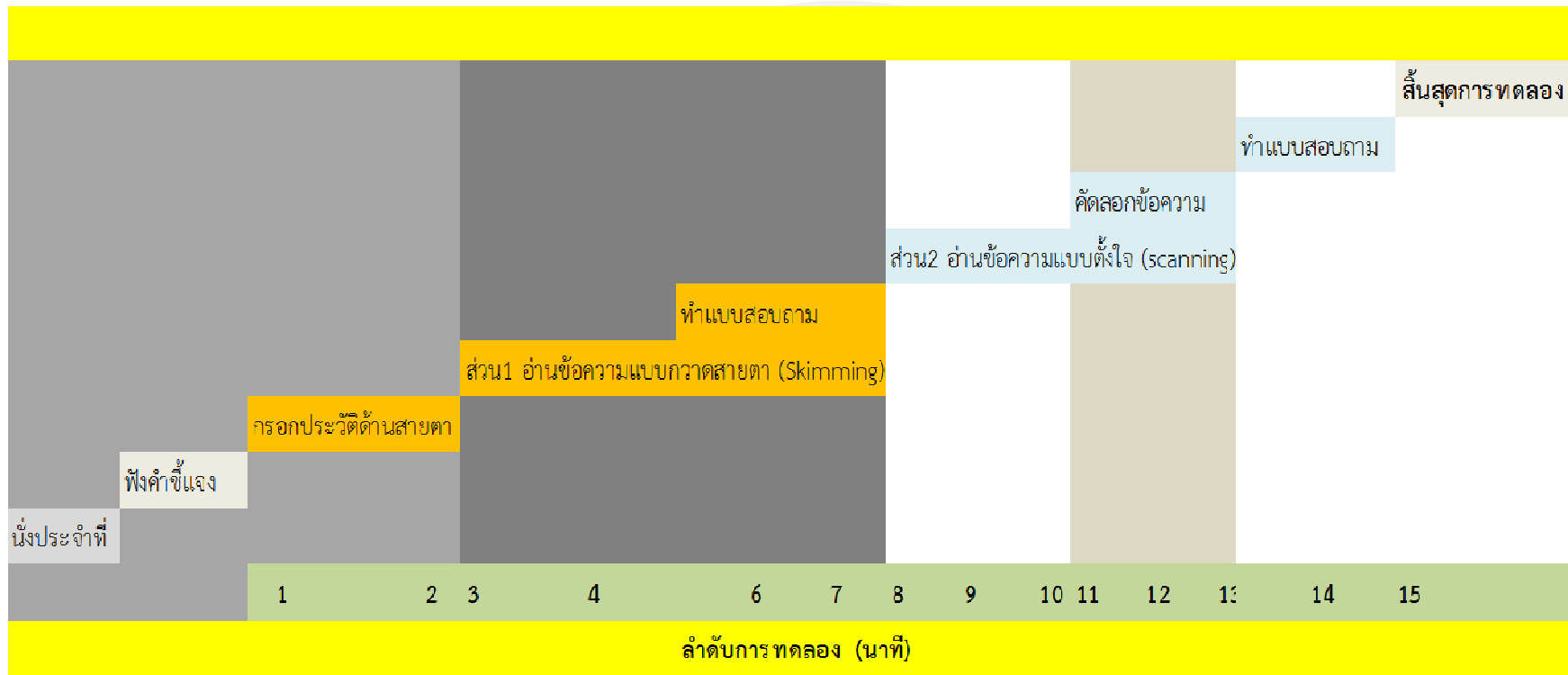
สาเหตุที่การอ่านสบายตามากกว่าการเขียนในระดับความส่องสว่างที่ดีที่สุดคือ 750 ลักซ์ เนื่องจาก การอ่านมีทักษะการใช้สายตาที่แตกต่างจากการเขียน ซึ่งการอ่านจะมีลักษณะการใช้สายตาโดยการมอง ในขณะที่การเขียนจะมีการอ่านและเพ่งกับข้อความเป็นเวลานานกว่าเพื่อที่จะจดจำข้อความที่เห็นแล้วเขียน การเขียนในที่นี่จึงเป็น 2 กระบวนการคือทั้งอ่านและเขียนเพื่อคัดลอกจึงทำให้เกิดการปรับระยะของดวงตาอย่างรวดเร็วระหว่างระยะใกล้และไกลพฤติกรรมการเพ่งมองเช่นนี้ทำให้เกิดกล้ามเนื้อสายตาดึงเครียดและเกิดภาวะความไม่สบายตาซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะความไม่สบายตาเท่าการอ่านซึ่งทำให้กล้ามเนื้อตาต้องใช้การปรับตัวถึง 2 นาทีเพื่อให้กลับเข้าสู่ภาวะปกติและเมื่อต้องเจอกับวัตถุสะท้อนแสงอย่างกระดานไวท์บอร์ดจึงก่อให้เกิดอาการทางสายตามากยิ่งขึ้นโดยสาเหตุของอาการภายนอกที่สังเกตได้คือเขียนผิดมากหรือปฏิบัติกิจกรรมไม่ราบรื่นสอดคล้องกับคอนลอน และคณะ (Conlon, et al., 1999) ที่นิยามถึงภาวะความไม่สบายตาว่าหมายถึงการที่ดวงตาดึงเครียดเพราะมีการสะสมจากผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ด้านแสงสว่าง โดยเป็นภาวะที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานใด ๆ และได้ทำการวัดประสิทธิภาพของภาวะความไม่สบายตาจากการอ่านซึ่งหากเป็นการอ่านออกเสียงก็จะอ่านได้ไม่ราบรื่นเช่น อ่านได้ช้าลงอ่านผิดหรืออ่านแล้วเสียงเบาเพราะไม่มั่นใจในการอ่าน ซึ่งเป็นหนึ่งในคำอธิบายถึงความไม่สบายตาได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าเมื่อมีการเพิ่มระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ ในรูปแบบการสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ดมีผู้ที่เกิดอาการคลื่นไส้เวียนหัวระหว่างการคัดลอกข้อความและบางคนหยุดคัดลอกหรือคัดลอกข้อความไม่จบ

2) การปรับตัวของตาต่อแสง

อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การอ่านสบายตามากกว่าการเขียนในระดับความส่องสว่างที่ 750 ลักซ์ ซึ่งเป็นระดับความส่องสว่างที่ดีที่สุดในการทดลอง เพราะการปรับตัวของตาต่อแสงที่เกิดขึ้น ในขณะที่

ดวงตาเกิดการปรับตัวอย่างรวดเร็วจากที่มีดไปยังที่สว่างและจากที่สว่างไปยังที่มีดในกรณีนี้จะเป็นการปรับตัวของตาต่อแสงจากที่มีดไปยังที่สว่าง โดยในบริเวณทางเดินไปยังห้องทดลองมีความมืดกว่าห้องทดลองมาก ซึ่งสาเหตุที่ทางเดินไม่สว่างมากนักเพราะมีมาตรฐานที่กำหนดให้มีการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาาร่วมด้วย และกำหนดมาตรฐานระดับความส่องสว่างของทางเดินภายในอาคารอยู่ที่ CIE กำหนดไว้ที่ 50-100-150 ลักซ์ และ IES กำหนดไว้ที่ 100-150-200 ลักซ์ รวมไปถึงข้อกำหนดจากกฎกระทรวงพลังงานได้กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 ก็ได้กำหนดมาตรฐานความส่องสว่างของทางเดินในพื้นที่สัญจรหนาแน่น ไว้ที่ 50 ลักซ์ และมาตรฐานความส่องสว่างของทางเดินในพื้นที่สัญจรเบาบางไว้ที่ 50 ลักซ์ (สมาคมผู้ตรวจสอบและบริหารความปลอดภัยอาคาร, 2552) ดังนั้นเมื่อผู้ทดลองเดินเข้ามาระหว่างทางเดินซึ่งมีความมืดกว่าแสงภายในห้องจึงทำให้เกิดการปรับตัวทางด้านสายตากับแสงโดยไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งเป็นภาวะเมื่อตาที่เคยอยู่ในที่มีดต้องเปลี่ยนไปอยู่ในที่สว่างความไวต่อแสงจะลดลงอย่างมาก แต่การลดลงจะเกิดขึ้นภายใน 5 นาที และจะเข้าสู่ภาวะปกติประมาณ 10 นาทีหลังจากเกิดภาวะดังกล่าว โดยหากดวงตาได้รับผลกระทบจากการปรับตัวต่อแสงนี้จะมีอาการที่เกิดขึ้นคือรู้สึกแสบตาหรือลืมตาไม่ขึ้นอยู่ชั่วขณะและจะเริ่มเข้าสู่ภาวะชินกับความสว่างในช่วงนี้รู้ม่านตาหดเล็กลง จะสามารถทราบได้ว่ามีอาการจากภาวะนั้นจากการวัดความสามารถในการอ่านตัวเลข หรือตัวอักษรทั้งระยะที่ใกล้ และระยะไกล และวัดการมองเห็นสีต่าง ๆ ได้ถูกต้องไม่ผิดเพี้ยน (สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, ม.ป.ป.) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับลำดับการทดลองจะพบว่า การอ่านเป็นกิจกรรมลำดับที่สอง ซึ่งอยู่ในช่วงเวลาที่ 6-10 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดวงตาสามารถปรับตัวต่อระดับความส่องสว่างได้แล้ว ในขณะที่การเขียนนั้นเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ 10-15 ถัดจากการเกิดภาวะชินกับความสว่าง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ดวงตาปรับกับสภาพแวดล้อมแสงได้อย่างปกติ ดังนั้นหากจะเกิดผลกระทบต่อการมองเห็นน่าจะมีผลต่อการอ่านมากกว่าไม่น่ามีผลต่อการเขียน อย่างไรก็ตามผู้ทดลองก็ยังมีโอกาสเกิดอาการทางสายตาซ้ำได้หากมีการปรับโฟกัสของดวงตาซ้ำ ๆ เช่นการมองกระดานแล้วจดแล้วเงยหน้ามองกระดาน ซึ่งดวงตาต้องใช้เวลาในการปรับตัวกว่า 2 นาทีจึงจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติซึ่งจะตรงกับกิจกรรมการเขียนโดยเฉพาะเมื่อต้องใช้สายตากับวัตถุที่มีแสงสะท้อนอย่างมากจะเห็นได้ชัดเมื่อเทียบลำดับขั้นการทดลองเปรียบเทียบกับกับลำดับเวลาการของการปรับตัวของตาต่อแสงแสดงในภาพที่ 5.8

ภาพที่ 5.8: แสดงลำดับขั้นการทดลองเปรียบเทียบกับลำดับเวลาของการปรับตัวของตาต่อแสง



3) ปัจจัยที่ทำให้ระดับความส่องสว่างแปรปรวน

จากการทดลองได้มีการควบคุมตัวแปรอิสระได้แก่ ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอน ซึ่งในระหว่างการทดลองยังพบว่ามีปัจจัยที่ทำให้ระดับความส่องสว่างแปรปรวนที่ส่งผลต่อตัวแปรควบคุมดังต่อไปนี้

แสงสะท้อน (Reflection) คือแสงที่ไปกระทบกับตัวกลางแล้วสะท้อนไปในทิศทางอื่นหรือสะท้อนกลับมาทิศทางเดิม โดยการสะท้อนของแสงนั้นจะขึ้นอยู่กับพื้นผิวของวัตถุด้วย โดยทั่วไปพื้นผิวที่เรียบและมีความมันจะทำให้มุมของแสงที่ตกกระทบนั้นมีค่าเท่ากับมุมสะท้อนตำแหน่งที่แสงตกกระทบกับแสงสะท้อนบนพื้นผิวจะเป็นตำแหน่งเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าแสงสะท้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองซึ่งไม่ได้มีการควบคุมเพราะเป็นการทดลองที่จำลองสถานการณ์การเรียนรู้จริง ซึ่งการเขียนโดยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้กระดานไวท์บอร์ด เป็นกิจกรรมที่การเขียนมีความสบายตา เฉลี่ยต่ำที่สุดมีสาเหตุมาจากความมันวาวบนพื้นผิวของวัสดุกระดานที่มีพื้นผิวหน้าเงาวาวทำให้เกิดการสะท้อนแสงอย่างมาก โดยเฉพาะหากมีกิจกรรมการเขียนซึ่งมีกระบวนการใช้สายตาเป็น 2 ชั้นก็จะเสี่ยงต่อการเกิดภาวะความไม่สบายตามากกว่านั่นเอง อีกทั้งการเขียนเป็นการก้มลงมองกระดานซึ่งทำให้ดวงตาได้รับค่าสะท้อนจากโต๊ะเรียนไปด้วย ซึ่งจากการทดลองพบว่าภายในห้องเรียนมีการใช้โต๊ะเรียนที่มีผิวหน้าวัสดุด้านบนเป็นลามิเนตปิดด้วยผิวเมลามีน ซึ่งพื้นผิวสีขาวเทาไม่ดูดซึมแสงได้ดีเท่าพื้นผิวสีเข้มจึงทำให้แสงเกิดการตกกระทบและสะท้อนเข้าตาผู้เรียน จึงเป็นอีกสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะความไม่สบายตาส่งผลต่อความยากลำบากในการมองยิ่งขึ้น เพราะทำให้ดวงตาต้องมีการบังคับกล้ามเนื้อตาให้เปิดกว้างเพื่อให้มองเห็นภาพในสภาพแวดล้อมไม่ชัดเจนและทำให้เกิดความเมื่อยล้าทางสายตาซึ่งการที่แสงสว่างน้อยหรือมากเกินไปจะมีผลเสียต่อสุขภาพของตาทำให้กล้ามเนื้อตาต้องทำงานมากขึ้น และต้องบังคับกล้ามเนื้อตาให้เปิดกว้างเพราะมองเห็นภาพในสภาพแวดล้อมไม่ชัดเจนเกิดความเมื่อยล้าสายตาได้ (ภาวนา ปรียาบาทกุล, 2553) และหากมีการใช้กระดานที่มีความมันวาวร่วมด้วยก็จะยิ่งเพิ่มค่าสะท้อนแสงขึ้นเป็นสาเหตุให้ระดับความส่องสว่างแปรปรวนและก่อให้เกิดภาวะความไม่สบายตามากยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ปัญหาเรื่องแสงสะท้อนจากกระดานไวท์บอร์ดเป็นปัญหาที่พบบ่อยครั้งและที่ผ่านมาเคยมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาถึงการลดปัญหาแสงสะท้อนจากกระดานไวท์บอร์ดด้วยการทดลองโดยวิธีติดตั้งกระดานไวท์บอร์ดในห้องเรียนไม่ให้มีแสงจ้าสะท้อนเข้าตา ด้วยวิธีการติดตั้งกระดานให้เอียงเป็นมุมต่างภายในห้องจำลอง (ทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์ศิริ, 2544) ผลพบว่าการวิจัยการติดตั้งกระดานไวท์บอร์ดที่ปรับเอียงมุม 5 องศาให้สอบเข้าด้านบนเพื่อหลบแสงจ้าสะท้อนที่อยู่ในมุมวิกฤติ (25 องศา) ที่กระดานไม่ให้เข้าตานักเรียนได้เช่นเดียวกับการปรับหน้าโต๊ะเรียนเอียง 5 องศาเป็นมุมที่สามารถหลีกเลี่ยงแสงสะท้อนได้ดี

แสงบาดตา (Glare) ที่เข้าตาแล้วทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากหรือมองไม่เห็นเลย การจัดโคมให้ส่องสว่างโดยทั่วไปต้องการแสงบาดตาน้อยที่สุดแสงบาดตามีด้วยกันสองแบบใหญ่ ๆ คือ แสงบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น มีแสงเข้าตามากจนไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ และแสงบาดตาแบบไม่สบายตา เป็นแสงที่ยังมองเห็นวัตถุได้แต่มองเห็นความลำบากและไม่สบายตาเพราะมีแสงย้อนเข้าตามาก แสงบาดตาจึงแตกต่างจากแสงสะท้อนตรงที่เป็นแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง สำหรับแสงบาดตาที่มักเกิดขึ้นในห้องเรียนคือ แสงจากประตู สามารถแก้ไขได้โดยการใช้โคมไฟแบบส่องไฟขึ้นแทนส่องแสงลงมาตรง ๆ หรืออาจเลือกให้มีตัวกรองแสงจากหลอดไฟเช่นตะแกรง เป็นต้น ในระหว่างการทดลองพบว่า มีแสงจ้าจากโคมไฟ ซึ่งในระหว่างการทดลองผู้วิจัยได้ทำการถอดหน้ากากโคมไฟออกเพื่อปรับระดับความส่องสว่างให้สูงขึ้นยังเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของแสง และเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบห้องเรียนต่อไปอีกด้วย อย่างไรก็ตามการพิจารณาว่าโคมมีแสงบาดตามากน้อยเพียงใดสามารถทำได้โดยการพิจารณาการกระจายแสงของโคมเพื่อให้ทราบว่าโคมให้ปริมาณแสงออกมาในทิศทางต่างๆก่อนจากนั้นให้พิจารณาว่าโคมที่ให้แสงออกมานั้นมีคุณภาพเป็นอย่างไร เพื่อให้ทราบว่าปริมาณของแสงบาดตามากน้อยเพียงใดและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่นั่นเอง

สภาพท้องฟ้า (Sky Conditions) สภาพของท้องฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของวันจะแตกต่างกันไปซึ่งแสงธรรมชาติเป็นแสงที่ได้จากดวงอาทิตย์หรือแสงกลางวัน (Daylight) ซึ่งจะมีความแปรปรวนตลอดเวลา เนื่องจากสภาพท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอจึงยากต่อการคาดคะเนต่อปริมาณแสงที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการส่องผ่านของแสงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศต่าง ๆ จะเกิดการกระจายตัวของแสงทั่วท้องฟ้า เมื่อกระทบกับฝุ่น ละอองไอน้ำ สารแขวนลอยต่าง ๆ ในแต่ละชั้นบรรยากาศ การกระจายตัวของแสงจากท้องฟ้าจึงมีผลต่อปริมาณของเมฆบนท้องฟ้าของแต่ละช่วงเวลาของวัน และทำให้เกิดลักษณะต่าง ๆ ของท้องฟ้าเช่น ท้องฟ้าโปร่งท้องฟ้าที่มีเมฆเป็นบางส่วน หรือท้องฟ้าที่มีเมฆคลุมทึบ ซึ่งทำให้เกิดความแปรปรวนของแสงภายในอาคาร จากการทดลองพบว่าภายในห้องเรียนกรณีศึกษามีการปิดม่านกรองแสงตลอดเวลาและแม้จะปิดม่านกรองแสงแต่ก็ยังมีแสงเล็กน้อยที่อาจเล็ดลอดเข้ามา ซึ่งปัจจัยเรื่องสภาพท้องฟ้านี้เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนแปรปรวนได้สำหรับการออกแบบแสงสว่างภายในห้องเรียนควรมีการคำนึงถึงปัจจัยเรื่องสภาพท้องฟ้าด้วย โดยเฉพาะงานออกแบบแสงสว่างภายในห้องเรียนที่จะต้องมีการนำแสงธรรมชาติไปใช้กับอาคารนอกจากนี้ความร้อนที่มากับแสงธรรมชาติดังเป็นอีกปัจจัยที่เกิดขึ้นพร้อมกับแสงจากธรรมชาติอีกด้วย

หลอดไฟ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า สีของแสงภายในห้องเรียนก็มีผลกับภาวะความสบายตาซึ่งในห้องเรียนกรณีศึกษาเป็นห้องเรียนที่ใช้สีเหลืองส้มซึ่งจากการศึกษาพบว่าแสงสีฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการรับรู้ของตาและยังทำตาอ่อนล้ายากกว่าแสงสีเหลืองส้มและสีของแสงที่เหมาะสม

กับห้องเรียนคือเดย์ไลท์เพราะเป็นแสงสีฟ้าแต่จากการทดลองได้ทำการทดลองโดยใช้สีของแสงประเภทวอร์มไวท์ซึ่งมีข้อดีที่เป็นแสงที่ถนอมสายตาและลดการบาดเจ็บมากกว่าและมีข้อเสียคือทำให้ง่วงนอนและทำให้การมองเห็นย่ำแย่เร็วกว่าแสงสีส้ม

5.4 จุดประสงค์ข้อ 3 เพื่อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงการออกแบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับรูปแบบการสอนและก่อให้เกิดภาวะความสบายตา ภายในห้องเรียนที่มีรูปแบบการสอนที่หลากหลายในอนาคต

1) มาตรฐานระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียน

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าระดับความส่องสว่างที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตาที่สุดสำหรับการเรียนในห้องเรียนที่มีรูปแบบการสอนที่หลากหลาย ได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานโปรเจคเตอร์ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ดและการสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์ เมื่อเปรียบเทียบระดับความส่องสว่าง 3 ระดับ ได้แก่ 300 500 และ 750 ลักซ์ พบว่า ระดับความส่องสว่างที่ 750 ลักซ์เป็นระดับความส่องสว่างที่เหมาะสมที่สุดกับทุกรูปแบบการสอนโดยเฉพาะการอ่าน จากการทดลองพบว่าระดับความส่องสว่างที่ระดับ 300 ลักซ์ น้อยเกินไปและส่งผลต่อภาวะความสบายตา แตกต่างจากมาตรฐานสมาคมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย ซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียนให้ควรมีระดับความส่องสว่างที่ 300 ลักซ์ หากระดับความส่องสว่างที่ต่ำกว่านี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่สบายตาซึ่งมาตรฐานดังกล่าวเป็นมาตรฐานที่ถือว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานระดับความส่องสว่างของสมาคมวิศวกรรมแสงสว่างสหรัฐอเมริกา สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่นครฮอนโนนเปรี๊ว (2546) ได้แสดงให้เห็นว่าค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในห้องเรียนระดับประถมศึกษา 32 ห้องเรียนที่วัดค่าความส่องสว่างได้ต่ำกว่า 300 ลักซ์ และมีระดับความส่องสว่างอยู่ในช่วง 250-401 ลักซ์เท่านั้น ซึ่งถือว่ามีความส่องสว่างไม่เพียงพอ ส่งผลให้เกิดภาวะความไม่สบายตาอยู่เสมอเช่นเดียวกับการศึกษาถึงการตรวจวัดมาตรฐานความส่องสว่างของห้องเรียน ทัศนศึกษาห้องปฏิบัติการในโรงเรียนนาโบสถ์พิทยา ที่พบว่าบางส่วนมีอาการปวดศีรษะโดยไม่ทราบสาเหตุและขอรับยาแก้ปวดศีรษะจากห้องพยาบาล ซึ่งจากการวิจัยพบว่าสาเหตุที่แท้จริงมาจากแสงสว่างไม่เพียงพอ ซึ่งในที่สว่างจำเป็นต่อนัยตา สำหรับการดูวัตถุที่มีความสว่างน้อยตาจะเสื่อมเร็วซึ่งส่งผลต่อการปวดศีรษะโดยตรง ส่วนการดูวัตถุที่มีความสว่างมากทำให้เรตินาของตาก็จะถูกทำลายซึ่งเป็นอันตรายต่อตาทั้งสิ้น (กั้วจิก้า แซ่ท้อ และคณะ, 2553) เช่นเดียวกับงานวิจัยระดับความส่องสว่างภายในห้องเรียนวิชาเขียนแบบในระดับมหาวิทยาลัยของไทย 6 แห่งที่พบว่า มีแสงสว่างไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับระดับมาตรฐานความส่องสว่างสากล (ปริญญาเจิตเกียรติพล, 2550)

2) การออกแบบเพื่อลดแสงสะท้อนจากกระดานไวท์บอร์ดภายในห้องเรียน

การออกแบบเพื่อลดแสงสะท้อนจากกระดานไวท์บอร์ดภายในห้องเรียนสามารถแก้ไขปัญหาระเบียงแสงสะท้อนจากกระดานไวท์บอร์ดได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่ลดการสะท้อนแสงเช่นเลือกใช้กระดานไวท์บอร์ดที่มีพื้นผิวหน้าชนิดด้านเป็นผิวหน้าของกระดาน จะต้องไม่เงาวาวสะท้อนแสง และพื้นผิวมีความทนทานต่อการใช้งานทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดี มีมุมมองในการสะท้อนแสงน้อย ไม่ว่าแสงของดวงอาทิตย์หรือแสงของแหล่งแสงสว่างจะเคลื่อนที่ไปอยู่ในมุมใด ๆ ก็ตามจะไม่เกิดเงาสะท้อนเข้าตาของผู้ใช้ในระดับที่เกินกว่าเกณฑ์แสงของบริเวณของห้องเรียน

สำหรับการวางตำแหน่งของกระดานไวท์บอร์ดก็มีความสำคัญ ควรวางในตำแหน่งที่ไม่อยู่ในจุดที่เกิดแสงสะท้อนมากจนเกินไปเพราะจะทำให้เกิดแสงบาดตาได้อาจปรับเปลี่ยนพร้อมแก้ไขที่แหล่งกำเนิดแสงโดยใช้เกล็ดบังแสงไม่ให้มีแสงตกกระทบที่กระดานโดยตรง (ภาวนา ปริญญาทุกุล, 2553) และควรเพิ่มแหล่งให้แสงบริเวณรางของกระดานไวท์บอร์ดการให้แสงสว่างในห้องเรียนควรเน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้องและที่หน้ากระดาน และเป็นไฟที่มีการปรับระดับความส่องสว่างได้เพื่อรองรับการใช้งานโดยสามารถปรับระดับความส่องสว่างได้ตามการใช้งานหรือการติดตั้งดวงไฟเพิ่มหรือติดตั้งดวงไฟเฉพาะที่ นอกจากนี้ยังอาจปรับปรุงสีของผนังหรือบริเวณโดยรอบที่เป็นสีทึบอาจทาสีใหม่โดยใช้สีอ่อนหรือสีสว่างเพื่อช่วยในเรื่องการเพิ่มความสว่างภายในห้องได้ และการความสะอาดดวงไฟและที่ครอบหลอดไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง

3) การเลือกใช้วัสดุเพื่อลดภาวะความไม่สบายตาภายในห้องเรียน

จากการทดลองพบว่าปัญหาการให้แสงสว่างส่วนหนึ่งมาจากการเลือกใช้วัสดุที่ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพโดยเฉพาะโคมไฟซึ่งทำหน้าที่ในการบังคับทิศทางของแสงให้ส่องสว่างไปในทิศทางของความส่องสว่างที่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อต้องทำหน้าที่รวมกับการทำงานของหลอดไฟฟ้า คุณภาพของโคมจึงมีความสำคัญและเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาถึงอัตราส่วนแสงจากโคม อุณหภูมิสะสมในโคม แสงบาดตา ตลอดจนความปลอดภัยของโคมสำหรับการวิจัยนี้พบว่ามีการสะท้อนแสงที่ลงมาจากโคมไฟกับแสงที่ตกกระทบกับกระดานไวท์บอร์ดบริเวณผนังด้านทิศตะวันตก ทำให้ความสว่างภายในห้องของทั้งสองด้านไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้ค่าการวัดความส่องสว่างในทุกระดับความส่องสว่างพบว่ามีค่าน้อยกว่าจุดวัดระดับความส่องสว่างบริเวณผนังด้านทิศตะวันออก จากผลดังกล่าวจึงเห็นได้ชัดว่าห้องเรียนนี้มีปัญหาเรื่องความไม่สม่ำเสมอของแสงภายใน และมีพื้นที่การเรียนเพียงจุดเดียวคือบริเวณกลางห้อง อีกทั้งลักษณะของกล่องโคมเองมีลักษณะคลุมหลอดไฟน้อย จึงทำให้ไม่สามารถกำหนดทิศทางของแสงให้ส่องสว่างลงยังพื้นที่การเรียน แต่แสงมีการสะท้อนขึ้นเพดานมาก หลังจากถอดส่วนประกอบต่าง ๆ ของโคมไฟออกพบว่ากล่องโคมไฟดังกล่าวนั้น ใช้วัสดุแผ่นสะท้อนเป็นพลาสติกใส จึงทำให้แสงสะท้อนน้อยกว่าปกติ เป็นสาเหตุให้ความส่องสว่างไม่ทั่วถึงทั้งห้องซึ่งโดยปกติแล้วลักษณะของโคมไฟควรประกอบด้วยแผ่นสะท้อนแสงด้านข้างหรืออาจมีแผ่น

สะท้อนแสงด้านหลังของหลอดเพิ่มเข้ามาเพื่อสะท้อนแสงและควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่กำหนด ส่วนตัวขวางจะสามารถลดแสงบาดตา เช่น ในมุมที่เลย มุมตัดแสง โดยทั่วไปแผ่นสะท้อนแสงและตัวขวางจะทำจากอลูมิเนียมซึ่งมีทั้งแบบเงาและแบบกระจาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบโคมไฟและลักษณะการใช้งานของโคมไฟนั้นๆจึงเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ความส่องสว่างไม่ได้ประสิทธิภาพเต็มที่ นอกจากนี้ควรพิจารณาถึงวัสดุที่ใช้ทำโคมด้วยว่าสามารถใช้งานทนทานและสามารถทนความร้อนได้สูง ตลอดจนมีการสะท้อนแสงที่ตีรวมถึงอุปกรณ์ประกอบย่อยอย่างเช่น บัลลัสต์ ขั้วรับหลอด ขั้วสตาร์ทเตอร์ เพื่อให้ได้คุณภาพของแสงที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย ซึ่งในอดีตห้องเรียนจะใช้โคมตะแกรงอลูมิเนียมเป็นโคมไฟโปร่งและให้ค่าความสว่างเฉลี่ยต่อบุคคลสูงกว่า โคมไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนจึงควรเป็นโคมที่มีแสงบาดตาน้อยตัวสะท้อนแสงของโคมอาจใช้อะลูมิเนียมที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสูง ควรเลือกใช้โคมที่ใช้สำหรับการส่องสว่างในห้องที่มีจอมอนิเตอร์ควรเป็นโคมที่มีแสงบาดตาน้อยหรือหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดแสงสะท้อนขึ้นบนจอโทรทัศน์ซึ่งโดยทั่วไปก็คือ ถ้าติดตั้งหรือให้การส่องสว่างที่ไม่ถูกต้องบางครั้งก็มีแสงสะท้อนให้เห็นในจอคอมพิวเตอร์ ทำให้อ่านข้อความในจอได้ยากลำบาก ทั้งนี้ควรคำนึงถึงเรื่องแสงบาดตาซึ่งโดยปกติแล้วโคมไฟทุกโคมจะให้แสงบาดตาของโคมอยู่แล้ว ซึ่งเป็นค่าที่แสดงคุณภาพแสงของโคม ควรเลือกโคมที่มีแสงบาดตาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งโคมมีหลายชนิดด้วยกันแต่ละโคมก็มีกราฟกระจายแสงของโคมต่างกัน ดังนั้นการนำโคมไปใช้ต้องเลือกกราฟกระจายแสงของโคมที่มีความเหมาะสมกับงานค่าที่ได้จากการวัดประสิทธิภาพของโคมโดยพิจารณาได้ทั้งรวมผลของความสูงและสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนของผนังและเพดานโดยผู้ผลิตเพื่อให้ได้โคมไฟที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานได้สูงสุดซึ่งโคมไฟที่มีประสิทธิภาพจะต้องเป็นโคมที่ให้ปริมาณแสงออกมาจากตัวโคมเมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่ออกจากหลอดให้มีค่าสูงที่สุดซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานด้วย

นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงตำแหน่งการติดตั้ง หากเลือกใช้โคมไฟที่ให้แสงแบบทางตรงและทางอ้อมจะเหมาะสมสำหรับและเพดานมีสีอ่อนหรือสีสว่างที่มีความสูง 2.7 เมตรขึ้นไป โดยปกติจะใช้กับบริเวณที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสง สำหรับห้องเรียนที่เป็นกรณีศึกษาใช้โคมไฟกำหนดทิศทางแบบทางตรงขึ้นเพดานให้สะท้อนตกลงมาเป็นแสงทางอ้อม ลักษณะการให้แสงเช่นนี้ไม่เหมาะสมกับเพดานที่มีการทาสีเข้มซึ่งมีการดูดกลืนแสงมากทำให้ความส่องสว่างสะท้อนได้ไม่เต็มที่ ลักษณะการให้แสงเช่นนี้จะเหมาะกับบริเวณที่ความส่องสว่างน้อยประมาณ 200-300 ลักซ์

สำหรับการใช้เลือกใช้โปรเจคเตอร์ภายในห้องเรียน ควรเลือกโปรเจคเตอร์ที่มีคุณสมบัติ Whiteboard Mode และ Blackboard Mode เพื่อรองรับการทำงานให้โปรเจคเตอร์สามารถฉายภาพบนกระดานดำและกระดานไวท์บอร์ดได้โดยให้สีสันทึบและรายละเอียดภาพได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเครื่องฉายแต่ละชนิดจำเป็นต้องเลือกใช้ห้องที่ควบคุมแสงที่แตกต่างกันไปด้วย เช่น เครื่องฉายภาพทึบแสงจำเป็นต้องฉายในห้องมืดสนิท ส่วนเครื่องฉาย ภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ ใช้ห้องที่มีความมืด

มากน้อยลงตามลำดับ และเครื่องฉายที่สามารถฉายได้ในห้องที่ไม่มีตมมากนักหรือห้องเรียนธรรมดาที่สว่างก็คือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะสิ่งที่ควรคำนึงในการจัดห้องฉาย อย่างการจัดที่นั่งภายในห้องเรียน ควรจัดที่นั่งผู้ดูไม่ให้บังกัน โดยจัดแต่ละแนวให้สูงต่ำลดหลั่นกันขึ้นไป เครื่องฉายควรตั้งอยู่แถวหลังของผู้ดู และสูงพอที่ผู้ดูจะไม่บังแสงจากเครื่องที่ส่องสว่างไปยังจอภาพ เพราะการที่ผู้ดูบังลำแสงจะปรากฏเงาบนจอบางส่วนหรือทั้งหมดนอกจากนี้ ในห้องเรียนควรติดตั้งจอให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพจากการฉายได้ทั่วทั้งห้อง และควรจัดที่นั่งให้สอดคล้องกับมุมสะท้อนแสงของจอฉายด้วย

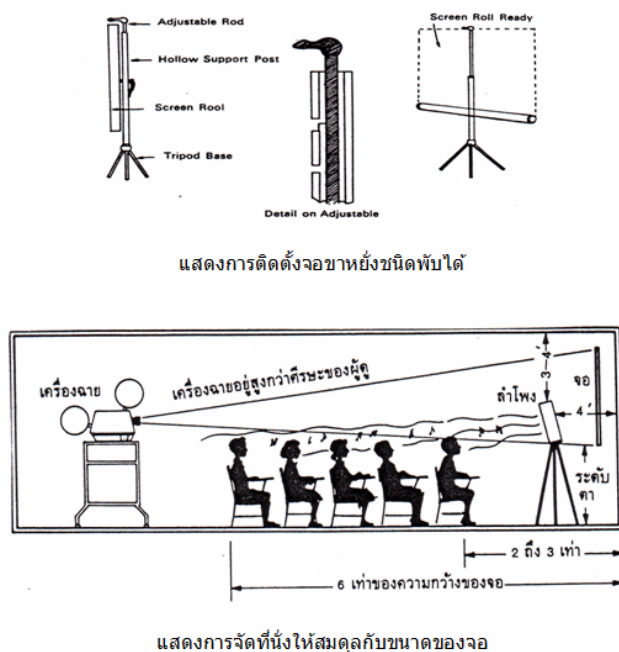
4) แนวทางการออกแบบห้องเรียนที่มีการใช้กระดานไวท์บอร์ด โทรทัศน์และโปรเจคเตอร์ภายในห้องเรียน

สำหรับห้องเรียนในปัจจุบันที่มีการใช้กระดานไวท์บอร์ด โทรทัศน์และโปรเจคเตอร์ภายในห้องเรียน ควรแบ่งพื้นที่การใช้งานกับระดับความส่องสว่างตามรูปแบบการสอนเป็น 2 ส่วนใหญ่ได้แก่ พื้นที่สำหรับงานไวท์บอร์ด (Blackboard Zone) การให้แสงสว่างในห้องบรรยายที่เน้นการส่องสว่างสม่ำเสมอในห้องและที่หน้ากระดานโดยปรับระดับความส่องสว่างที่หน้าเวที 500 ลักซ์และเพิ่มไฟที่ปรับระดับความส่องสว่างได้สำหรับกระดานเมื่อมีการใช้งาน และอีกพื้นที่คือพื้นที่สำหรับนั่งเรียน (Student Zone) สำหรับการฉายสไลด์หรือวิดีโอไม่ต้องปิดไฟทั้งห้องถ้ามีการใช้โทรทัศน์หรือคอมพิวเตอร์ควรปรับระดับความส่องสว่างให้มีความเหมาะสมที่ระดับความส่องสว่าง 750 ลักซ์ และควรแยกสวิทช์เปิดปิดไฟ ซึ่งการควบคุมการเปิดปิดดวงโคมนั้นจะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้แสงประดิษฐ์มากขึ้น โดยควรวางแผนเปิดปิดดวงโคมให้ยาวนานกับช่องเปิดเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับการกระจายแสงธรรมชาติและต้องแยกผังไฟของพื้นที่สอนออกจากพื้นที่เรียนเพื่อความสะดวกในการควบคุมแสงภายในห้องเรียน ในกรณีที่เป็นห้องเรียนขนาดเล็กควรกำหนดระดับความส่องสว่างที่ค่าเฉลี่ย 750 ลักซ์ โดยทั่วไปภายในห้องเรียนจะมีค่าสะท้อนของพื้นผิวไม่ว่าพื้น ผนัง เพดาน ควรมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระหว่าง 20-50% ดังนั้นนอกจากจะเลือกใช้วัสดุที่ลดการสะท้อนแสงสำหรับกระดานไวท์บอร์ดควรเลือกวัสดุที่มีค่าสะท้อนแสงน้อยมีการวางในตำแหน่งที่ไม่มีแสงสะท้อนจากดวงไฟและจากแสงภายนอกตลอดทั้งวัน หรือแก้ไขโดยการใช่มู่ลี่กรองแสงโดยต้องมีการทดลองปรับมู่ลี่ในองศาต่าง ๆ เพื่อหาองศาที่เหมาะสมและควรวัดผลด้านความสบายตาโดยการวัดค่าความเข้มแสงที่ระนาบที่ทำงานประกอบด้วย ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาเคยมีการทดลองนำมู่ลี่มาปรับองศาเพื่อควบคุมปริมาณแสงธรรมชาติไม่ให้เข้าสู่ห้องเรียนที่มีสื่อการสอนหลากหลายประเภทมากเกินไป ผลการทดลองด้านความสบายตาพบว่าการปรับมู่ลี่ที่ 90 องศาหรือปิดมู่ลี่หมดทำให้เกิดความสบายตามากที่สุด รองลงมาคือในมุม 30 45 และ 60 องศา เนื่องจากแสงจากภายนอกตกกระทบกับมู่ลี่ก่อนที่จะสะท้อนเข้าสู่ภายในห้องจึงทำให้ความเข้มแสงบริเวณใกล้ช่องแสงลดลงในขณะที่การปรับมู่ลี่ 0 องศาหรือปรับขนานกับพื้นมีความสบายตาน้อยที่สุด (น้ำผึ้ง สายหงษ์ และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, 2551) แสดงให้เห็นว่าการปรับองศาของมู่ลี่มีความเกี่ยวข้องกับความเข้มแสงและความสบายตาและ

การออกแบบแผงกันแดดและหิ้งสะท้อนแสงก็ควรคำนึงถึงทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี เพื่อป้องกันแสงอาทิตย์ที่จะส่องเข้ามาในอาคารโดยตรง และเพื่อประสิทธิภาพในการลดแสงสะท้อน ควรจัดวางอุปกรณ์การสอนควรวางในตำแหน่งที่ถูกต้องด้วย

สำหรับการใช้โปรเจคเตอร์ภายในห้องเรียนก็เช่นเดียวกันควรเลือกใช้โปรเจคเตอร์ที่มีความส่องสว่างเหมาะสมกับประเภทการใช้งานภายในห้องเรียน นอกจากนี้ยังควรจัดที่นั่งสำหรับนักศึกษา โดยต้องคำนึงถึงขนาดของจอฉายด้วยซึ่งผู้ที่นั่งแถวหน้าควรมีระยะห่างจากจอไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความกว้างจอ เช่น ถ้าจอมีขนาดกว้าง 40 ฟุต ผู้ดูแถวหน้าต้องนั่งห่างจากจอ 80 ฟุตเป็นอย่างน้อย และผู้ดูแถวหลังสุดต้องห่างจากจอไม่เกิน 6 เท่าของความกว้างของจอหรือถ้าจอกว้าง 30 ฟุต แถวหลังสุดควรห่างจากจอไม่เกิน 180 ฟุต เป็นต้น (สถาบันการพลศึกษา, 2557) ดังเช่นแสดงในภาพที่ 5.9

ภาพที่ 5.9: แสดงผังการจัดที่นั่งให้สอดคล้องกับขนาดของจอภาพ



ที่มา: สถาบันการพลศึกษา. (2557). จอรับภาพและห้องฉาย. สืบค้นจาก <http://bit.ly/1zMW9Y0>.

นอกจากนี้ควรวางโปรเจคเตอร์ในตำแหน่งติดตั้งที่ห่างจากแหล่งกำเนิดเงาจากหน้าต่างประตู หรือ พัดลมเพดาน อีกทั้งต้องวางในตำแหน่งที่ไม่ตรงกับเส้นทางของแสงไม่มีการตัดผ่านพื้นที่มีการเดินผ่านไปมาอย่างมากร หรือ ติดตั้งในตำแหน่งที่แสงยังข้ามศีรษะของคนเดินแนวแสงของโปรเจคเตอร์ไปยังจอฉายเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดเงาที่ไม่ต้องการ ทั้งนี้หากเป็นห้องเรียนที่มีแสงสว่าง

จากภายนอกส่องเข้ามาในห้องทางหน้าต่างห้องเรียนควรเลือกใช้โพรเจคเตอร์ที่มีความสว่างที่สู้แสงได้โดยไม่ต้องปิดหน้าต่างซึ่งมักจะเป็นโพรเจคเตอร์ที่มีความสว่างที่ระดับ 2000 – 3000 ลูเมน อย่างเช่น ในกรณีศึกษาที่พบว่าเมื่อทดลองเปิดโพรเจคเตอร์พร้อมทั้งเปิดไฟก็ยังสามารถมองเห็นได้ชัดเจนโดยไม่รบกวนสายตาเพราะเป็นห้องเรียนขนาดเล็กและใช้โพรเจคเตอร์ที่มีความส่องสว่างถึง 3500 ลูเมนซึ่งถือเป็นความส่องสว่างที่สูงมากซึ่งในห้องเรียนขนาดใหญ่หรือห้องขนาดใหญ่ จะมีความจำเป็นต้องใช้โพรเจคเตอร์ที่มีความสว่างสูงและคอนทราสต์สูงด้วยอย่างไรก็ตามโพรเจคเตอร์ก็มีอายุการใช้งาน เพราะภายในมีหลอดภาพซึ่งมีการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปโดยปกติอายุการใช้งานหลอดภาพจะอยู่ที่ 2000-3000 ชั่วโมง เมื่อถึงระยะเวลาใกล้หลอดภาพหมดอายุก็ต้องเปลี่ยนหลอดภาพให้กับโพรเจคเตอร์ (ณัฐวุฒิ ชัยมงคล, 2553)

สำหรับโทรทัศน์ภายในห้องเรียนควรตั้งค่าคอนทราสต์เรโซที่โทรทัศน์เพื่อความคมชัดของภาพแล้ว ควรคำนึงถึงปัจจัยเรื่องตำแหน่งการวางโทรทัศน์เป็นสำคัญ โดยเฉพาะควรคำนึงถึงตำแหน่งโคมไฟแสงสว่างไม่ควรวางเหนือจอโทรทัศน์และไม่ควรวางโทรทัศน์ไว้ใกล้หน้าต่างเพื่อลดปัญหาแสงสะท้อนบนหน้าจอที่ทำให้การอ่านเป็นไปด้วยความยากลำบาก

นอกจากนี้ โคมไฟที่ใช้ในห้องเรียนหากเป็นโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ควรติดตั้งแนวยาวของโคมตามทิศทางการมองเพื่อไม่ให้เกิดเงาระหว่างโคมที่โต๊ะเรียน โคมที่ใช้ตัวสะท้อนแสงที่มากพอโดยเลือกใช้โคมที่มีวัสดุสะท้อนแสงที่มีประสิทธิภาพเช่นอลูมิเนียมเพื่อความส่องสว่างและช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยเลือกวัสดุที่ให้แสงสะท้อนและแสงบาดตาน้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้โดยเฉพาะโคมไฟยังต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพการให้แสงสูงด้วยเช่นกัน เช่น โคมฟลูออเรสเซนต์แบบตัวขวางพาราโบลาจัดรัศ ซึ่งให้ความสว่างมากและให้แสงบาดตาน้อยกว่าโคมฟลูออเรสเซนต์แบบตัวขวางชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้ควรคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของไฟจากดวงโคม โดยเฉพาะแสงสะท้อนจากโคมกับพื้นผิวภายในห้องเรียนด้วย อาทิ พื้น ผนัง เพดาน ควรมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระหว่าง 20-50% มุมแสงบาดตาของโคมที่มากกว่า 60 องศาขึ้นไปและต้องมีลูเมนเนสไม่มากกว่า 200 แคนเดลาต่อตารางเมตร

นอกจากการปรับระดับความส่องสว่างและการปรับเปลี่ยนวัสดุ ตำแหน่งของสิ่งต่างๆภายในห้องแล้ว อีกสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ควรเพิ่มความส่องสว่างระหว่างทางเดินและห้องเรียนเมื่อมีการใช้งานห้องเรียนด้วยเพราะแสงสว่างจากทางเดินซึ่งมีความมืด เมื่อเข้าสู่ห้องเรียนซึ่งมีความสว่างมากจะทำให้เกิดการมองเห็นที่ไม่ชัดเจนจนถึงมองไม่เห็นไประยะเวลานึง (Dark and Light Adaptation) ผลกระทบจากการมองเห็นไม่ชัดในช่วงเวลาหนึ่งอาจเป็นเพียงการหยุดชะงักในการเคลื่อนที่ แต่บางครั้งก็สามารถทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ โดยเพิ่มความส่องสว่างบริเวณทางเชื่อมเข้าสู่ห้องหรือเพิ่มรางไฟที่เชื่อมระหว่างทางเข้าสู่ตัวห้องเรียนเพื่อลดภาวะความไม่สบายตา

5.5 ข้อดีและข้อจำกัดของงานวิจัย

- 1) ข้อดีของการทดลองคือได้ทดลองที่สถานที่จริง ๆ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่สมจริงยิ่งขึ้นเพราะได้มีการทำการจำลองการทดลองมาแล้ว (Pilot Study) ทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการทดลองน้อย
- 2) ผลของการทดลองสามารถนำไปทำได้จริงในห้องเรียนที่มีสื่อการสอนที่มีหลายรูปแบบ เช่นเดียวกันได้แก่ การสอนโดยใช้กระดานไวท์บอร์ด การสอนโดยใช้โปรเจคเตอร์และการสอนโดยใช้โทรทัศน์
- 3) ข้อจำกัดเรื่องเวลาเพราะในการทดลองซึ่งในหลายสถานการณ์การทดลองค่อนข้างเร่งรีบจึงทำให้การอธิบายโจทย์เป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจทำให้ผู้ทดลองไม่เข้าใจและไม่ได้ปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดเพราะต้องเร่งรีบเข้าเรียนต่อ
- 4) ข้อจำกัดเรื่องสถานที่ซึ่งการเข้าทดลอง ทางมหาวิทยาลัยอนุญาตให้เข้าทดลองได้ในช่วงสอบจึงทำให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยอีกทั้งห้องเรียนกรณีศึกษามีการใช้งานทุกวันจึงทำให้ไม่ได้เข้าทดลองซ้ำจึงเป็นการสรุปผลจากการทดลองเพียงครั้งเดียว
- 5) ข้อจำกัดเรื่องกำลังคนเนื่องจากการทดลองจริง ดังนั้นจึงต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้และความเข้าใจในการเปลี่ยนหลอดไฟมาเป็นกำลังในการติดตั้งเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อตั้งค่าระดับความส่องสว่างให้ได้ตามที่ต้องการ
- 6) ข้อจำกัดเรื่องกำลังทรัพย์เนื่องจากการทดลอง ดังนั้นจึงต้องหาอุปกรณ์และวัสดุสำรองเป็นจำนวนมากซึ่งบางส่วนไม่ได้ใช้หรือใช้ไม่ได้ เช่นแผ่นสะท้อนแสงประเภทต่าง ๆ หลอดไฟประเภทต่าง ๆ เพื่อให้สามารถตั้งค่าระดับความส่องสว่างให้ได้ตามที่ต้องการ

5.6 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย

- 1) ควรทำการศึกษาให้ครอบคลุมถึงคอนทราสต์เรโซ ความจ้า แสงสะท้อนเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่แม่นยำ และควรศึกษากับรูปแบบการสอนที่หลากหลายยิ่งขึ้น
- 2) ควรศึกษาต่อเกี่ยวกับสิ่งรบกวนที่อาจทำให้ระดับความส่องสว่างแปรปรวนและทดลองซ้ำเพื่อความแม่นยำของผลการทดลอง
- 3) ควรศึกษาต่อเกี่ยวกับวัสดุทดแทนที่สามารถลดแสงสะท้อนภายในห้องเรียนในอนาคต
- 4) ควรศึกษาต่อถึงการนำแสงธรรมชาติเข้ามาประยุกต์ใช้ภายในห้องเรียนโดยคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและสอดคล้องกับการใช้ระดับความส่องสว่างและรูปแบบการสอนที่ส่งผลต่อภาวะความสบายตา
- 5) ควรทดลองซ้ำเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่แม่นยำ และน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น
- 6) ควรทดลองเปลี่ยนเป็นหลอด LED ซึ่งเป็นแนวโน้มของความส่องสว่างภายในห้องเรียนในอนาคต โดยมีการประยุกต์แสงจากธรรมชาติมาใช้ด้วยเพื่อประหยัดพลังงาน

บรรณานุกรม

- กิตติ สุขุมตันติ. (2550). Law and standard. *วารสาร TIEA*, 1(2), 5.
- กั้วจิก้า แซ่ท้อ, นงนภัส พลนอก และมนัสวี สีหะประพันธ์. (2553). *การตรวจวัดมาตรฐานความส่องสว่างของห้องเรียนห้องปฏิบัติการในโรงเรียนนาโบลัพพิทยาคม*. สืบค้นจาก <http://bit.ly/1iVArN5>.
- โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. (2555). *คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โครงการการสังเคราะห์รูปแบบ เทคนิค วิธีการ กระบวนการ นวัตกรรมจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในประเทศและต่างประเทศ. (ม.ป.ป.). *นิยามคำศัพท์*. สืบค้นจาก <http://www.edu.chula.ac.th/thinking/>.
- ชำนาญ ห่อเกียรติ. (2540). *เทคนิคการส่องสว่าง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐวุฒิ ชัยมงคล. (2553). *โปรเจคเตอร์สำหรับการเรียนการสอนในห้องเรียน*. สืบค้นจาก http://www.projector108.com/article/detail_29.html.
- ทิพวัลย์ ตั้งพูนทรัพย์ศิริ. (2544). *แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของแสงภายในห้องเรียนเพื่อความปลอดภัยและเป็นแนวทางการออกแบบห้องเรียนในชนบท*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญาภัทร์ เลิศจันทรางกูร. (ม.ป.ป.). *การรับสัมผัสและการรับรู้*. สืบค้นจาก <http://ohmkungzaa.50webs.com/allifarme/Timeable/Monday01/unit4.htm>.
- นธกร อ่อนเปรี้ยว. (2546). *การศึกษาสภาพแวดล้อมทางกายภาพในห้องเรียนประจำชั้นที่สนองตอบต่อการเรียนรู้แบบส่งเสริมศักยภาพนักเรียนกรณีศึกษาโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- น้ำผึ้ง สายทอง และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. (2551). *แนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียน*. สื่อผสม. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/ การผังเมือง*, 5(1), 69-70.
- นัฐชานนท์ เขาราช. (ม.ป.ป.). *การตรวจวัดและการประเมินแสงสว่าง*. สืบค้นจาก <http://home.kku.ac.th/knathc/Light%20Measurement.pdf>.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา*. นนทบุรี: เอสอาร์ปรีนติ้ง.
- ปรางทอง ชังธรรม. (2553). *การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในห้องเรียนประถมศึกษาพื้นฐาน (ห้องบ้น) ระดับอุดมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- ปริญญา เชิดเกียรติพล. (2550). *สภาพแวดล้อมทางกายภาพในห้องปฏิบัติการเขียนแบบสถาปัตยกรรม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฝ่ายอาคารสถานที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ม.ป.ป. ก). *แผนผังและลักษณะห้องเรียน C4: 202 ห้องวางแผนการผลิตภาพยนตร์ AutoCAD*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ฝ่ายอาคารสถานที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ม.ป.ป. ข). *แสดงแผนผัง Reflected Ceiling Plan AutoCAD*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ฝ่ายอาคารสถานที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ม.ป.ป. ค). *แสดงแผนผัง Partition & Finishing Plan AutoCAD*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ภavana ปรียาบาทกุล. (2553). *ความรู้เรื่องแสง*. สืบค้นจาก http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2014/03/5knowledge_of_light.pdf.
- สถาบันการพลศึกษา. (2557). *จอร์ับภาพและห้องฉาย*. สืบค้นจาก <http://bit.ly/1zMW9Y0>.
- สมาคมผู้ตรวจสอบและบริหารความปลอดภัยอาคาร. (2552, 20 กุมภาพันธ์). *กฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๒*. สืบค้นจาก <http://bit.ly/1r6roff>.
- สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. (ม.ป.ป.). *สภาพแวดล้อมในการทำงาน*. สืบค้นจาก <http://www.library.uru.ac.th/bookonline/Books/soc05/topic3/linkfile/print5.htm>.
- Bruin-Hordijk, T. d., & Groot, E. d. (2009). *Lighting in schools*. Retrieved from <http://bit.ly/1iWmD58>.
- Conlon, E. G., Lovegrove, W. J., Chekaluk, E., & Pattison, P. E. (1999). Measuring visual discomfort. *Visual Cognition*, 6(6), 637-663.
- Florida Solar Energy Center. (2010). *How windows work – glare tutorial*. Retrieved from <http://bit.ly/1oOnra7>.
- Grondzik, W. T., Kwok, A. G., Stein, B., & Reynolds, J. S. (2009). *Mechanical and electrical equipment for buildings* (11th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Jakubiec, J. A., & Reinhart, C. F. (2013). Predicting visual comfort conditions in a large daylit space based on long-term occupant evaluations: A field study. Retrieved from <http://bit.ly/1l0MqcZ>.
- Khalil, N. M. (1991). *Investigations of visual function in migraine using visual evoked potentials and visual psychophysical tests*. London: University of London.

Muelleners, W. M., Chronicle, E. P., Palmer, J. E., Koehler, P. J., & Vredevelt, J. W. (2001). Visual cortex excitability in migraine with and without aura.

The Journal of Head and Face Pain, 41(6), 565-572.

OMS Lighting. (n.d.) Retrieved from <http://www.omslighting.com/rightlight/1771/>.

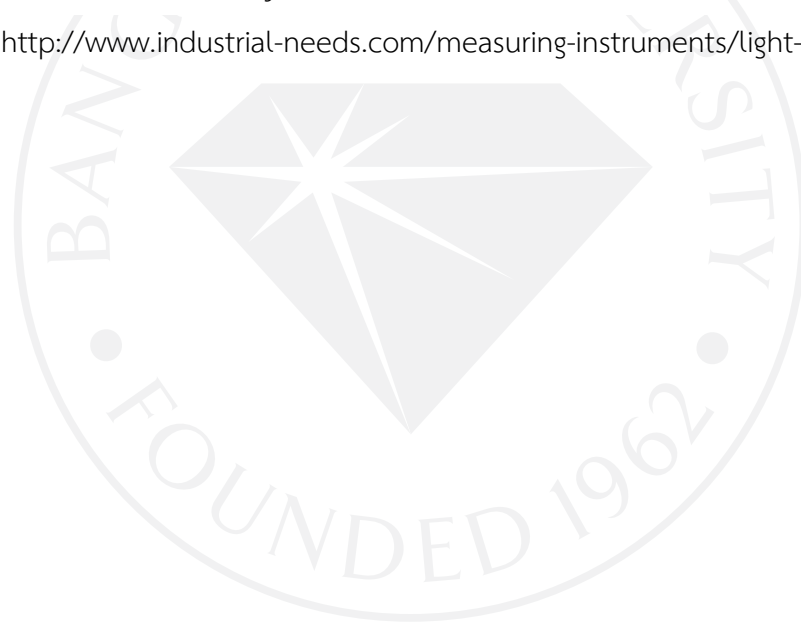
Pries, C. (2008). *Lightinlighting audit guide for teachers & students*.

Retrieved from <http://bit.ly/QcvWAO>.

Richman, E. E. (n.d.). *Requirements for Lighting Levels*. Retrieved from http://www.wbdg.org/pdfs/usace_lightinglevels.pdf.

Sheedy, J. E., Hayes, J., & Engle, J. (2003). Is all asthenopia the same?. *Optometry and VisionScience*, 80(11), 732-739.

The FNL (German institute of Standards). (n.d.) Retrieved from <http://www.industrial-needs.com/measuring-instruments/light-meters.htm>.







บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

แบบสอบถามเรื่องผลกระทบของระดับความส่องสว่างในห้องเรียนที่มีผลต่อกิจกรรมและความรู้สึกสบายตา

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นการประเมินผลการทดสอบการมองเห็นโดยรวม ไม่มีจุดมุ่งหมายในการค้นหาความบกพร่อง หรือความเด่นของความสามารถด้านการรับรู้ทางสายตาในแต่ละด้าน โดยระหว่างการทดสอบ ผู้เข้าทดสอบมีสิทธิ์ที่จะลุกออกจากห้องได้ตลอดเวลา หากไม่ต้องการเข้าร่วมการวิจัย ขอความกรุณาแจ้งผู้วิจัยพร้อมชี้แจงเหตุผล

แบบทดสอบประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

- ส่วนที่ 1 การประเมินความสามารถในการมองเห็น (Visual Acuity Test) ตอบแบบสอบถามประวัติด้านสายตาและพฤติกรรมที่ส่งผลต่ออาการทางสายตา
ใช้เวลาการทดสอบ 5 นาที
- ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการอ่านเพื่อประเมินความสบายตา (Visual Comfort) ภายใต้ระดับความส่องสว่างที่กำหนดเพื่อทดสอบความสบายตา ใช้เวลาการทดสอบ 5 นาที
- ส่วนที่ 3 แบบสอบถามการคัดลอกข้อความเพื่อประเมินความสบายตา (Visual Comfort) ภายใต้ระดับความส่องสว่างที่กำหนดเพื่อทดสอบความสบายตา ใช้เวลาการทดสอบ 5 นาที

ส่วนที่ 1 การประเมินความสามารถในการมองเห็น (Visual Acuity Test)

1.1 ข้อมูล

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้นปี.....อายุ.....

อีเมล.....เบอร์โทรศัพท์.....

1.2 ประวัติด้านสายตาและพฤติกรรมที่ส่งผลต่ออาการทางสายตา

1.ท่านมีความผิดปกติทางสายตาหรือไม่

- ☐ ปกติ ☐ ผิดปกติ ระบุ.....

2.ก่อนการทดสอบท่านได้สวมแว่นตาสีที่มีคาเฟอีนเป็นส่วนประกอบหรือไม่

- ☐ ไม่สวม ☐ สวม ระบุ.....

3.ก่อนการทดสอบท่านได้สวมแว่นตาสีที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบหรือไม่

- ☐ ไม่สวม ☐ สวม ระบุ.....

4.ท่านรู้สึกประหม่า หรือกังวลหรือไม่

- ☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ ระบุ.....

5.ขณะนี้ท่านหิว ง่วงนอนหรืออ่อนเพลียหรือไม่

- ☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ ระบุ.....

6.ท่านมีประวัติการปวดหัวหรือไม่เกรนหรือไม่

- ☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ ระบุ.....

7.ก่อนการทดสอบครั้งนี้ท่านได้รับประทานยาที่มีผลข้างเคียงหรือไม่

- ☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ ระบุ.....

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการประเมินความสามารถในการมองเห็นภายใต้ระดับความส่องสว่างที่กำหนด

เพื่อทดสอบความสบายตาด้วยแบบทดสอบอ่านภาษาชุดที่ 1

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้ให้ผู้เข้าทดลองเข้าประเมินหลังการอ่านข้อความที่กำหนดทันที และกรุณาให้คะแนนโดยทำ

เครื่องหมายถูก(✓) ให้คะแนนตามความเป็นจริงตามความหมายของคะแนน 1-5

รายการ		1=น้อยมาก 2=น้อย 3=ปานกลาง 4=มาก 5=มากที่สุด				
		1	2	3	4	5
1	ความชัดเจนในการมองเห็นข้อความโดยรวมเมื่ออ่านแบบผ่านตา (Skimming)					
2	ความชัดเจนในการมองเห็นข้อความเมื่ออ่านทีละตัวเมื่อตั้งใจอ่าน (Scanning)					
3	ความคมชัดของตัวอักษร Angsana new อ่านง่าย ชัดเจน					
4	ขนาดของตัวอักษร Angsana new อ่านง่าย ชัดเจน					
5	ความคมชัดของตัวเลข อ่านง่าย ชัดเจน					
6	ความคมชัดของตัวอักษรภาษาอังกฤษ อ่านง่าย ชัดเจน					
7	ต้องใช้ความพยายามในการมอง					
8	เมื่อหรีตามองแล้วชัดขึ้น					
9	ต้องเพ่งตามองถึงจะอ่านได้ชัดเจน					
10	ขณะเพ่งตามองข้อความแล้วรู้สึกเคืองตา(เช่นตาแห้ง)					
11	แสงสว่างเพียงพอต่อการมองเห็น					
12	มีแสงรบกวนการมอง(แสงสะท้อน เภา)					

13.ท่านมีอาการทางสายตาหรือร่างกายอื่นๆ หลังจากการอ่านข้อความทั้งหมดหรือไม่โปรดทำเครื่องหมายถูก(✓) ระบุได้มากกว่า1ข้อ

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| ☐ มองไม่เห็น | ☐ เกิดภาพเบลอ มัว | ☐ ตาแห้ง ระคายเคืองตา |
| ☐ ปวดตา | ☐ มองเห็นภาพซ้อน | ☐ เกิดจุดที่ภาพ |
| ☐ มึนหัว | ☐ ปวดหัว | ☐ ง่วงนอนมาก |
| ☐ อื่นๆ ระบุ..... | | |

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามการประเมินความสามารถในการมองเห็นภายใต้ระดับความส่องสว่างที่กำหนด

เพื่อทดสอบความสบายตาด้วยแบบทดสอบคัดลอกภาษาชุดที่ 1

ข้อชี้แจง คัดลอกข้อความที่กำหนดด้วยลายมือตัวบรรจงภายในเวลาที่กำหนด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ในกรณีที่คัดลอกข้อความได้ไม่ครบตามเวลาที่กำหนด โปรด ทำเครื่องหมายถูก(✓) ระบุได้มากกว่า1ข้อ

- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| ☐ มองไม่เห็น | ☐ ข้อความไม่ชัดเจนเข้าใจยาก | ☐ เกิดภาพเบลอ มัว |
| ☐ แสงสว่างน้อยเกินไป | ☐ ข้อความยาวเกินไป เขียนไม่ทัน | ☐ ปวดตา |
| ☐ จำเกินไป มีแสงสะท้อนบนข้อความ | ☐ มึนหัว | ☐ ปวดหัว |
| ☐ เพ่งนานไป เคืองตา | ☐ ตาแห้ง ไม่สบายตา | |
| ☐ อื่นๆ ระบุ..... | | |

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้ให้ผู้เข้าทดลองเข้าประเมินหลังการคัดลอกที่กำหนดทันที และกรุณาให้คะแนนโดยทำเครื่องหมายถูก(✓) ให้คะแนนตามความเป็นจริงตามความหมายของคะแนน 1-5

รายการ		1=น้อยมาก 2=น้อย 3=ปานกลาง 4=มาก 5=มากที่สุด				
		1	2	3	4	5
1	ความชัดเจนในการมองเห็นข้อความโดยรวมเมื่ออ่านแบบผ่านตา (Skimming)					
2	ความชัดเจนในการมองเห็นข้อความเมื่ออ่านทีละตัวเมื่อตั้งใจอ่าน (Scanning)					
3	ความคมชัดของตัวอักษร Angsana new อ่านง่าย ชัดเจน					
4	ขนาดของตัวอักษร Angsana new อ่านง่าย ชัดเจน					
5	ความคมชัดของตัวเลข อ่านง่าย ชัดเจน					
6	ความคมชัดของตัวอักษรภาษาอังกฤษ อ่านง่าย ชัดเจน					
7	ต้องใช้ความพยายามในการมอง					
8	เมื่อหรีตามองแล้วชัดขึ้น					
9	ต้องเพ่งตามองถึงจะอ่านได้ชัดเจน					
10	ขณะเพ่งตามองข้อความแล้วรู้สึกเคืองตา(เช่นตาแห้ง)					
11	แสงสว่างเพียงพอต่อการมองเห็น					
12	มีแสงรบกวนการมอง(แสงสะท้อน เงา)					

13. ท่านมีอาการทางสายตาหรือร่างกายอื่นๆ หลังจากการอ่านข้อความทั้งหมดหรือไม่ โปรดทำเครื่องหมายถูก(✓)

ระบุได้มากกว่า1ข้อ

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| ☐ มองไม่เห็น | ☐ เกิดภาพเบลอ มัว | ☐ ตาแห้ง ระคายเคืองตา |
| ☐ ปวดตา | ☐ มองเห็นภาพซ้อน | ☐ เกิดจุดที่ภาพ |
| ☐ มึนหัว | ☐ ปวดหัว | ☐ ง่วงนอนมาก |
| ☐ อื่นๆ ระบุ..... | | |



เรียน อาจารย์ไพบูลย์ นาสำราญ

ผู้อำนวยการสำนักบริหารกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

ดิฉันนางสาวศิวพร ปิยะศรีสวัสดิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการการออกแบบ ตกแต่งภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ปีการศึกษา 2556 รหัสนักศึกษา 7550800069 มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องผลกระทบของระดับความส่องสว่างในห้องเรียนที่มีผลต่อกิจกรรมและความรู้สึกสบายตา กรณีศึกษา ห้องเรียนชั้น 2 ภายในอาคาร ศูนย์ศิลปะภาพยนตร์และสื่อดิจิทัล ภาควิชาภาพยนตร์ คณะนิเทศศาสตร์ (Center for Cinematic and Digital Arts) มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต โดยมีความประสงค์จะขอข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1.ข้อมูลเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าภายในห้องเรียน 202 Film Administration Room ห้องวางแผนปฏิบัติงาน ควบคุมงานสร้างภาพยนตร์ ของอาคาร C4 ได้แก่ ผังวงจรไฟฟ้า/ชนิดของหลอดไฟ/กำลังวัตต์/ยี่ห้อ
- 2.ข้อมูลเกี่ยวกับโคมไฟ
- 3.ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการวางผังไฟฟ้า

ดิฉันขอรับรองว่าจะนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการจัดทำวิทยานิพนธ์จริง และจะไม่เผยแพร่ข้อมูลก่อนได้รับอนุญาต จึ่งเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ศิวพร ปิยะศรีสวัสดิ์

ติดต่อ 085-8049777

อีเมล travellerzworld@hotmail.com

ประวัติเจ้าของผลงาน

ชื่อ-สกุล

นางสาวศิวพร ปิยะศรีสวัสดิ์

อีเมล

travellerxworld@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ 2550

คณะโบราณคดี (สาขาประวัติศาสตร์ศิลปะ) จากมหาวิทยาลัยศิลปากร



มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ข้อตกลงว่าด้วยการอนุญาตให้ใช้สิทธิในวิทยานิพนธ์/สารนิพนธ์

วันที่ 23 เดือน กันยายน พ.ศ. 2557

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) อิศพร มีศรีสวัสดิ์ อยู่บ้านเลขที่ 71
ซอย ถนน พญาภิรมย์ ตำบล/แขวง พระรามเกล้า
อำเภอ/เขต เมือง จังหวัด ราชบุรี รหัสไปรษณีย์ 73000

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ รหัสประจำตัว 7550800069

ระดับปริญญา ☐ ตรี ☒ โท ☐ เอก

หลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สถาปัตยกรรมภายใน คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์
ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ” ฝ่ายหนึ่ง และ

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ตั้งอยู่เลขที่ 119 ถนนพระราม 4 แขวงพระโขนง เขตคลองเตย
กรุงเทพมหานคร 10110 ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ” อีกฝ่ายหนึ่ง

ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ และ ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ ตกลงทำสัญญากันโดยมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิขอรับรองว่าเป็นผู้สร้างสรรค์และเป็นผู้มีสิทธิแต่เพียงผู้เดียวในงานสารนิพนธ์/
วิทยานิพนธ์หัวข้อ ผลกระทบของระดับความสว่างในห้องเรียนและรูปแบบการสอนที่มีต่อ
อัตราการควบคุมคุณภาพ

ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัย
กรุงเทพ (ต่อไปนี้จะเรียกว่า “สารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์”)

ข้อ 2. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิตกลงยินยอมให้ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิโดยปราศจากค่าตอบแทนและไม่มี
กำหนดระยะเวลาในการนำสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ ซึ่งรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงการทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่
ต่อสาธารณชน ให้เข้าต้นฉบับหรือสำเนาอื่น ให้ประโยชน์อันเกิดจากลิขสิทธิ์แก่ผู้อื่น อนุญาตให้ผู้อื่นใช้
สิทธิโดยจะกำหนดเงื่อนไขอย่างหนึ่งอย่างใดด้วยหรือไม่ก็ได้ ไม่ว่าทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน หรือการ
กระทำอื่นใดในลักษณะทำนองเดียวกัน

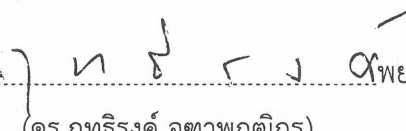
ข้อ 3. หากกรณีมีข้อขัดแย้งในปัญหาสิทธิในสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ระหว่างผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิกับ
บุคคลภายนอกก็ดี หรือระหว่างผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิกับบุคคลภายนอกก็ดี หรือมีเหตุขัดข้องอื่นๆ
เกี่ยวกับลิขสิทธิ์ อันเป็นเหตุให้ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิไม่สามารถนำงานนั้นออกทำซ้ำ เผยแพร่ หรือโฆษณา
ได้ ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิยินยอมรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิในความเสียหาย
ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิทั้งสิ้น

สัญญานี้ทำขึ้นสองฉบับ มีข้อความเป็นอย่างเดียวกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญานี้โดยละเอียดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อให้ไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และเก็บรักษาไว้ฝ่ายละฉบับ

ลงชื่อ วิมล นิษพัทธ์กุลผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ
(นางสาววิมล นิษพัทธ์กุล)

ลงชื่อ ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ
(ดร.ชนันนา รอดสุทธิ)
ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดและศูนย์การเรียนรู้

ลงชื่อ พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวพร หวังพิพัฒน์วงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ลงชื่อ พยาน
(ดร.ฤทธิรงค์ จุฑาพถุมิกร)
ผู้อำนวยการหลักสูตร/ ผู้รับผิดชอบหลักสูตร