สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก
A Study of the Shade and Shadow Projection Method of Stairs in Isometric Drawing.

นายวีระยุต ชุ้ยศร

สบหม.....
เลขทะเบียน 147268
วัน.เดือน.ปี 14 ก.ค. 2560

128532 X
b.....
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2559
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก
แหล่งเงิน เงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ 2559 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 80,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2558 ถึง 30 กันยายน 2559
นายวีระยุต ขุ้ยศร (หัวหน้าโครงการ) สังกัด ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ปัจจุบันมีเพียงการศึกษาขั้นพื้นฐาน และไม่ได้ให้ความสำคัญกับลักษณะบันไดที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้จัดทำแบบจำลองบันไดเพื่อการศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงานี้ โดยกำหนดแหล่งกำเนิดแสงคือดวงอาทิตย์ และกำหนดมาตราส่วนกล่องแสงที่เป็นที่นิยมใช้อยู่ในการเขียนแบบร่มเงาของวัตถุในงานแบบไอโซเมตริก คือ กล่องแสงมาตราส่วน 1:1 (มุม 45°) และเพิ่มเติม กล่องแสงมาตราส่วน 1:1.5 ซึ่งเป็นการเพิ่มวิธีการในการหาตำแหน่งร่มเงาอีกวิธีหนึ่ง วิธีการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้แบบจำลองบันไดจำนวน 5 แบบ ใช้วิธีการกำหนดมาตราส่วนกล่องแสง 2 แบบ เริ่มการทดลองโดยอธิบายพื้นฐานการหาตำแหน่งเงาบนบันไดด้วยการใช้แบบจำลอง การใช้โปรแกรมเขียนแบบออโต้แคด (AutoCAD program) อธิบายทั้งในงานแบบภาพสามมิติ (3D model) และงานแบบไอโซเมตริก (Isometric drawing) แล้วจึงให้นักศึกษาในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น เขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก โดยการใช้วิธีการกำหนดในกล่องแสง 3 วิธี คือ 1) การหาตำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงในรูปด้านบน(วิธีเดิมในกล่องแสงมาตราส่วน 1:1), 2) การหาตำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงในรูปด้านหน้า, และ 3) การหาตำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง (เพิ่มเติมในกล่องแสงมาตราส่วน 1:1.5) ทั้งนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความพึงพอใจในวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ด้วยการกำหนดมาตราส่วนของกล่องแสงทั้งสองแบบ

ปัญหาอันเกิดจากรูปแบบของลักษณะบันได ในการหาตำแหน่งร่มเงาบนบันได สำหรับนักศึกษาค่อนข้างมาก คือ บันไดที่มีราวบันไดโค้ง นักศึกษาต้องใช้เวลาในการเขียนแบบนานด้วยวิธีการแบบเดิมในการกำหนดมาตราส่วนกล่องสงที่ 1:1 แต่เมื่อเปลี่นมาตราส่วนกล่องแสงเป็น 1:1.5 แล้วใช้วิธีที่ 3 “การหาตำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง” นักศึกษาสามารถทำงานได้เร็วขึ้น และเข้าใจได้ง่ายขึ้น ทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้วิธีการใช้มาตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 ด้วยการใช้เส้นแสงด้านข้าง เพื่อหาตำแหน่งเงาที่สะดวกมากเมื่อระนาบรับเงามีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะมีลักษณะหรือองศาเช่นไร วิธีการหาตำแหน่งร่มเงาวิธีนี้จะสามารถช่วยลดความซับซ้อนของขั้นตอนในการหาตำแหน่งร่มเงา และประหยัดเวลาได้มาก

คำสำคัญ : บันได, ร่ม, เงา, เขียนแบบ, ไอโซเมตริก, แสง, กล่องแสง, ระนาบรับเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: A Study of the Shade and Shadow Projection Method of Stairs in Isometric Drawing.
Researcher: Mr. Wirayut Kuisorn
Faculty: Architecture **Department:** Interior Architecture

ABSTRACT

This was a study of the stair shade and shadow projection method in isometric drawing. Nowadays, there was only a basic study and there was less interesting in the differences of stairs. Researcher made the model of the stairs to study the shade and shadow projection method by setting up the position of the light from the sun and determine the scale of light ray box that was commonly used in shade and shadow drawing of the object in an isometric drawing with 1: 1 scale (angle 45 °) and increase light ray box 1:1.5 scale which is another method to find shade and shadow position. In this method, researcher used 5 stairs models by determining the light ray box scale in 2 models. The beginning of the experiment is the explanation the basis of finding shade and shadow position of stairs by using the models. Auto CAD program is used to explain in both 3D model and isometric drawing. Then allow the fundamentals of drawing students to draw shade and shadow positions in isometric drawing by using 3 light ray directions in the elevations of the light ray box; 1) Finding the shadow position by using the main light line (diagonal lines on a light ray box) in contrast with the light line (180°) on the top view(old method of 1:1 scale), 2) Finding where shadow using main light line, the intersection with the light line on the front view and 3) Finding the shadow point by using the main light line in contrast to the light line on the side view (1:1.5 scale). The results showed that the students were satisfied in the stairs' shadow drawings in isometric drawings by defining the scale of both the light ray boxes.

Problems found from the stairs formation in finding the stairs' shade and shadow position were curved stair railing that take time to draw with the old way of 1:1 scale but when it was changed to 1:1.5 scale and used the third method to find the shadow point by using the main light line in contrast to the light line on the side view. The result showed that the students can work faster and easily understand. In addition, this method can be applied with light ray box method 1:1.5 scale by using the light line on the side view to find shade and shadow position when there was a change in a shadow point. No matter what the characteristic or degree is, the method can easily help to reduce the complexity of the process of finding the shade position and save a lot of time.

Keywords: Stairs, shade and shadow, isometric drawing, light, light ray box, shadow point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย “การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก” ซึ่ง การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2559 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและความร่วมมือจากฝ่ายต่างๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริม อำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดีทั้งหน่วยงานภายในสถาบัน

ขอขอบพระคุณ อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และคณะผู้บริหาร คณะอาจารย์ในภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ผู้ร่วมสอนในรายวิชา ผศ.ดร.อันธิกา สวัสดิศรี อาจารย์สุวัฒน์ ตั้งทีฆะรักษ์ และอาจารย์ธวัลธรณ์ วัชรพรธนทัศน์ ที่ได้ให้คำแนะนำและสนับสนุนการวิจัยโดยตลอด และได้กรุณา แนะนำและเสนอข้อคิดเห็น ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยนี้ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบใจนักศึกษา ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้กระบวนการวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จและลุล่วงไปด้วยดี

ประโยชน์และความดีอันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบอุทิศเป็นกตัญญุตาบูชาแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

วีระยุต ขุ้ยศร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญภาพ VIII
บทที่ 1 บทนำ
1.1 หลักการและเหตุผลของการวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 1
1.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 2
1.4.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “ร่ม-เงา” 2
1.4.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “แสง” 2
1.4.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “แบบไอโซเมตริก” 3
1.4.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “บันได” 4
1.5 ระยะเวลาดำเนินโครงการ และ แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย 8
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม
2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “ร่ม-เงา” 10
2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “แสง” 10
2.2.1 การเดินทางเป็นเส้นตรง (Rectilinear propagation) 11
2.2.2 การหักเห (Refraction) 11
2.2.3 การสะท้อน (Reflection) 11
2.2.4 การกระจาย (Dispersion) 11
2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “แบบไอโซเมตริก” 14
2.3.1 ไตรเมตริก โปรเจคชั่น (Trimetric projection) 15
2.3.2 ไดเมตริก โปรเจคชั่น (Dimetric projection) 15
2.3.3 ไอโซเมตริก โปรเจคชั่น (Isometric projection) 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “กล่องแสง” 17
2.5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “บันได” 19
2.6 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “ความพึงพอใจ” 20
2.7 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม 20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
3.1 ขั้นตอนการวางแผนการวิจัย 22
3.2 ขั้นตอนการศึกษาเชิงปฏิบัติ 23
3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา 23
3.2.2 เครื่องมือในการวิจัย 24
3.2.3 วิธีการทดลอง (Experiments) 24
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ ประมวลผล และสรุปผลการวิจัย 27
3.3.1 ความเข้าใจและความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้แบบจำลอง 27
3.3.2 วิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 27
3.4 การวิจัยนำร่อง (Pilot study) 27
บทที่ 4 การทดลองและผลการวิจัย
4.1 การอธิบายพื้นฐานในการหาตำแหน่งร่มเงาในงานสามมิติ 31
4.1.1 การอธิบายเรื่ององศาแสงในกล่องแสง ด้วยแบบจำลองกล่องแสง 31
4.1.2 การอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันได 31
4.1.3 การอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันได ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสามมิติ 34
4.2 การอธิบายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 36
4.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการศึกษาด้วยแบบสอบถาม 40
4.3.1 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อมาตราส่วนกล่องแสง 40
4.3.2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อแบบบันได 40
4.4 ผลการวิจัย 41
4.4.1 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วนต่างกัน 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4.2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของแบบบันไดต่างๆ..... 42

4.4.3 วิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกเพิ่มเติม..... 44

บทที่ 5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 เพื่อสร้างเครื่องมือสามมิติในการอธิบายปรากฏการณ์ของกล่องแสง..... 50

5.2 วิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกเพิ่มเติม 50

5.3 ข้อเสนอแนะ..... 53

บรรณานุกรม.....

ภาคผนวก.....

ประวัติผู้วิจัย.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
1.1 แสดงระยะเวลาดำเนินโครงการ 8
1.2 แสดงแผนการใช้จ่ายเงิน 8
4.1 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า
1.1 แสดงการเกิดร่มบนตัววัตถุ และเงาบนระนาบ 2
1.2 แสดงการเกิดร่มเงาบนบันได เปรียบเทียบระหว่างแหล่งกำเนิดแสงจากโคมไฟ กับจากแสงดวงอาทิตย์ 3
1.3 แสดงภาพตัวอย่างแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 4
1.4 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มตัวแปรในงานวิจัย 5
1.5 แสดงขั้นตอนวิธีการทดลองในงานวิจัย 7
2.1 แสดงเส้นแสงจากดวงอาทิตย์เป็นเส้นขนาน 12
2.2 แสดงการเกิดร่มเงากับวัตถุ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงคือดวงอาทิตย์ 12
2.3 แสดงเส้นแสงจากโคมไฟเป็นเส้นรวมจากจุดกำเนิดแสง 13
2.4 แสดงการเกิดร่มเงากับวัตถุ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงคือหลอดไฟฟ้า 13
2.5 แสดงร่มเงากับวัตถุ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงคือหลอดไฟฟ้า รั้วมหาวิทยาลัยโตไก ประเทศญี่ปุ่น 14
2.6 แสดงภาพแอกโซโนเมตริก ดรออิง 15
2.7 แสดงการหาร่มเงาในภาพรูปเฉลียง หรือ ภาพออบลิค 16
2.8 แสดงการหาร่มเงาในภาพไอโซเมตริก 17
2.9 แสดงภาพเส้นแสงของรูปออโธกราฟิก ที่กล่องแสง 45° (1:1) 18
2.10 แสดงภาพเงาของรูปเฉลียง และ ไอโซเมตริก ที่กล่องแสง 45° (1:1) 18
2.11 แสดงกล่องแสงที่ มาตราส่วน 1:1.5 19
2.12 แสดงวิธีการหาเงาจุด a' ได้ด้วย 3 วิธี ทั้งที่ระนาบเอียง 19
3.1 แสดงประเด็นปัญหาของการวิจัย 23
3.2 กรอบแนวคิดในวิธีการวิจัย 23
3.3 แสดงขั้นตอนวิธีการทดลองในงานวิจัย 24
3.4 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองคานากาว่า โตเกียว 1 25
3.5 แสดงโมเดลแบบจำลองขั้นบันได 25
3.6 แสดงภาพแบบจำลอง 3 มิติ แบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 25
3.7 แสดงแบบจำลองบันได ในมุมมองแบบไอโซเมตริก 26
3.8 แสดงแบบจำลองบันได ในมุมมองแบบออโธกราฟิก 26
3.9 แสดงเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 27
3.10 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองคานากาว่า โตเกียว 2 28
3.11 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองไทเป ไต้หวัน 28
3.12 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองลินโดส กรีซ 28
3.13 แสดงภาพบันไดพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ อยุธยา และวัดคงคาราม ราชบุรี ตามลำดับ 29
3.14 แสดงรูปแบบบันไดที่ใช้ในงานวิจัย 29
4.1 แสดงการทดลองแบบจำลองกล่องแสง 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า
4.2 แสดงการบรรยายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 32
4.3 แสดงนักศึกษาฟังบรรยายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 32
4.4 แสดงนักศึกษาทดลองใช้แบบจำลองของบันไดในวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงา 33
4.5 แสดงนักศึกษาทดลองวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดใช้กล่องแสง 1:1.5 33
4.6 แสดงการอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันไดแบบต่างๆ ด้วยโปรแกรมออโต้แคด โมเดลสามมิติ 34
4.7 แสดงการอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันไดแบบลอยตัวไม่มีลูกตั้ง ด้วยโปรแกรมออโต้แคด โมเดลสามมิติ. 34
4.8 แสดงการอธิบายแหล่งกำเนิดแสงในงานไอโซเมตริก ด้วยโปรแกรมออโต้แคด 35
4.9 แสดงการอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันไดแบบลอยตัวไม่มีลูกตั้ง ด้วยโปรแกรมออโต้แคด 35
4.10 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดขนานพื้น ที่กล่องแสง 1:1 36
4.11 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดขนานพื้น ที่กล่องแสง 1:1.5 37
4.12 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดอียง ที่กล่องแสง 1:1 38
4.13 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดอียง ที่กล่องแสง 1:1.5 39
4.14 แสดงการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วนต่างกัน คือ สัดส่วน 1:1 และ1:1.5 41
4.15 แสดงกราฟค่าความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง 42
4.16 แสดงแบบจำลองบันไดต่างๆ 43
4.17 แสดงการเรียกชื่อเส้นแสงภายในกล่องแสง 44
4.18 แสดงการกำหนดวิธีการหาตำแหน่งเงา 44
4.19 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดมีทางลาด ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง 45
4.20 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดขนานกับพื้น ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านบน และรูปด้านหน้า 46
4.21 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดขนานกับพื้น ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง 47
4.22 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดโค้ง ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านบน 48
4.23 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดโค้ง ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง 49
5.1 แสดงผลสรุปวิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก 51
5.2 แสดงการประยุกต์ใช้วิธีการใช้มาตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 ด้วยการใช้เส้นแสงด้านข้าง 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การวิจัยนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2559) ในยุทธศาสตร์การพัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน กลุ่มวิจัยเพื่อส่งเสริมและพัฒนาการวิจัยด้านการเรียนการสอน เพื่อสร้างองค์ความรู้ ในลักษณะงานวิจัยพื้นฐานทางสถาปัตยกรรมและสถาปัตยกรรมภายใน โดยใช้ความรู้จากการวิจัยนี้ไปปรับปรุงการเรียนการสอนในรายวิชา 02236102 วิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น (Basic drawing) หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมภายใน และสาขาสถาปัตยกรรม หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง ในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.1 หลักการและเหตุผลของการวิจัย

หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย

เนื่องจากงานแบบเขียนเกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความคิดเป็นภาษาเขียนที่ถือได้ว่าภาษาสากลและแบบยังใช้ในการอ้างอิง เพื่อการผลิตงานจริงระหว่างผู้ออกแบบ ผู้ผลิต และผู้เป็นเจ้าของหรือผู้ว่าจ้าง งานแบบจึงมีความสำคัญยิ่งในการใช้เพื่อสื่อสารเข้าใจกัน เมื่อแบบมีความซับซ้อนมากขึ้น ความเข้าใจความเป็น 3 มิติในงาน ที่เขียนบนกระดาษ จึงมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการเขียนแสงและเงาในงานเขียนแบบนั้น จึงเป็นการพยายามนำความเป็น 3 มิติที่เกิดจากการมองเห็นวัตถุในความเป็นจริงมาแสดงในแบบซึ่งเป็นระนาบ 2 มิติ ทั้งนี้การมองเห็นด้วยตาหรือการรับรู้ด้วยประสาทตาต้องอาศัยแสง จึงถือว่าแสงกับรูปร่างนั้นไม่สามารถแยกออกจากกันได้

จากการเรียนการสอนในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น ซึ่งมีการศึกษาการศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ในการอธิบายหลักการและวิธีการเขียนนั้นนักศึกษาค่อนข้างเข้าใจได้อย่างล่าช้า ทั้งนี้ตำราที่ใช้ในการเรียนการสอนปัจจุบันมีน้อยและที่มีใช้อยู่นั้นมีวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาบนบันได แค่วิธีเดียวคือกำหนดทิศทางแสงทำมุมทแยงกับวัตถุที่ 45° เท่านั้น ได้แก่ หนังสือ “การเขียนแบบสถาปัตยกรรม” โดย ศาสตราจารย์เฉลิม รัตนทัศนีย และหนังสือ “หลักการเขียนแบบเบื้องต้น” โดย รองศาสตราจารย์เอกพงษ์ จุลเสนีย์ ผู้วิจัยได้เห็นถึงปัญหาในการสอนนักศึกษา และต้องการหาวิธีการสอนที่ทำให้นักศึกษาได้เข้าใจและเขียนแบบร่มเงาบนบันไดในแบบไอโซเมตริกได้เร็วขึ้น จึงต้องการวิจัยหาวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกของบันไดในรูปแบบต่างๆ ซึ่งน่าจะมีเงื่อนไขและวิธีการที่สามารถปรับตามความเหมาะสมของบันไดแบบต่างๆ ในงานสถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมภายใน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาวิธีการเขียนแบบ เพื่อหาตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

หาตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกบนเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงของระนาบบนขั้นบันไดและราวบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มนักศึกษาในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

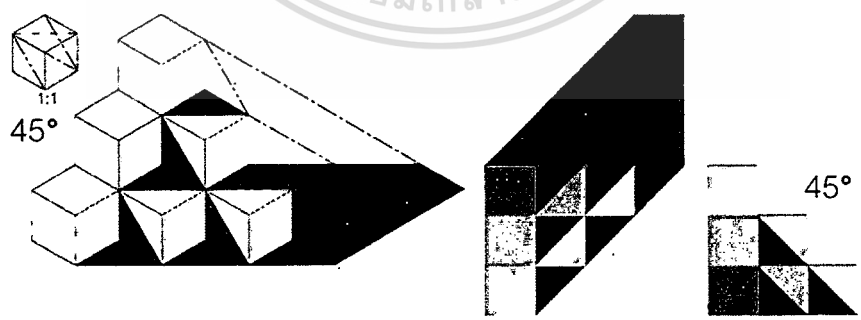
1.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.4.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “ร่ม-เงา”

การเกิดเงาที่เราเห็นนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบสามส่วนด้วยกันคือ 1)แสง ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติพื้นฐานของแสง แหล่งกำเนิดแสงและชนิดของแสง ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง 2)วัตถุที่รับแสง หรือวัตถุทึบที่ขวางทางแสง และ 3)ระนาบรับเงาหรือพื้นผิวที่รับเงา และระยะห่างระหว่างวัตถุกับระนาบรับเงา

แสงที่ส่องไปกระทบวัตถุนั้น มีผลต่อลักษณะของร่มเงา แต่ตัววัตถุเองก็เป็นส่วนสำคัญที่จะยอมให้แสงผ่านหรือไม่ผ่าน ทำให้มีการจำแนกวัตถุออกตามลักษณะการยอมให้แสงผ่านหรือไม่ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ วัตถุที่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านเป็นเส้นตรงไปได้นั้น เราเรียกวัตถุนี้ว่า “วัตถุโปร่งใส” (Transparent object) เช่น แก้วใส วุ้นใส น้ำใส เป็นต้น ถ้าแสงเคลื่อนที่ผ่านวัตถุแล้วเกิดการกระจายของแสงออกไปโดยรอบ ทำให้แสงเคลื่อนที่ไม่เป็นเส้นตรง เราเรียกวัตถุนั้นว่า “วัตถุโปร่งแสง” (Translucent object) เช่น กระจกฝ้า กระดาษไข เป็นต้น ส่วนวัตถุที่ไม่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านไปได้ เราเรียกว่า “วัตถุทึบแสง” (Opaque object) เช่น ผนังคอนกรีต แผ่นไม้กระดาน หิน มนุษย์ เป็นต้น

ทั้งนี้ในการตกกระทบของแสงจะทำให้เกิดร่มบนตัววัตถุ และเงาบนระนาบอื่น คือเมื่อแสงกระทบวัตถุจะเกิดพื้นที่บนวัตถุเกิดความต่างของค่าแสงได้สองระนาบคือ ระนาบที่หันรับแสง(Highlight) และระนาบที่ไม่ได้หันรับแสง(สว่างน้อยกว่า) เราเรียกพื้นที่บนวัตถุที่ไม่ได้หันรับแสงนั้นว่า “ร่ม” (Shade or High Shade) ส่วนอีกพื้นที่ที่วัตถุหรือส่วนของวัตถุได้บดบังแสงไว้บนพื้นที่ของระนาบอื่น ทำให้แสงเคลื่อนที่ไปไม่ถึงทั้งหมดหรือไปถึงได้บ้างและปรากฏเป็นรูปร่างของวัตถุนั้น เราเรียกพื้นที่รูปร่างนั้นว่า “เงา” (Shadow)



ภาพที่ 1.1 แสดงการเกิดร่มบนตัววัตถุ และเงาบนระนาบ

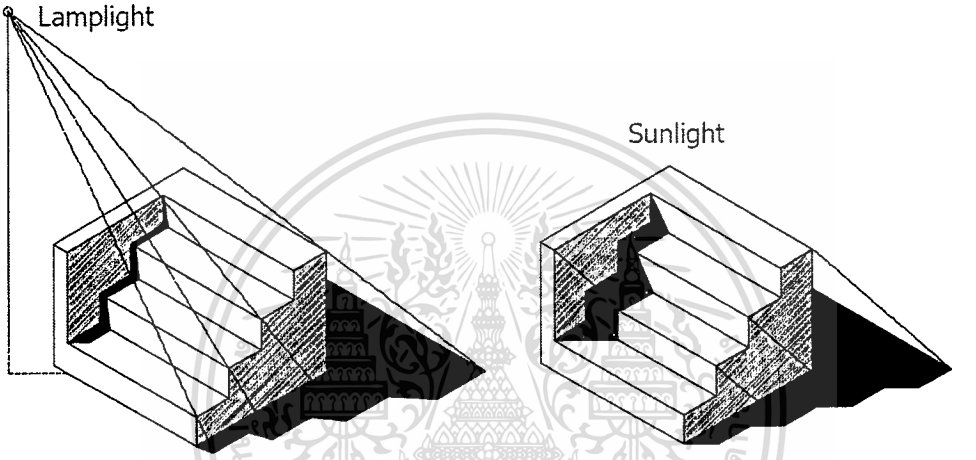
1.4.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “แสง”

องค์ประกอบสำคัญของแสงมีลักษณะเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เดินทางในรูปคลื่นด้วยอัตราเร็วสูง 299,792,458 เมตรต่อวินาที (ประมาณ 300,000 กม.ต่อวินาที) เมื่อแสงเคลื่อนที่จะเห็นเป็นลำแสงเส้นตรง คุณสมบัติของแสงที่สำคัญ ยังมี 4 ข้อ ได้แก่ การเดินทางเป็นเส้นตรง (Rectilinear

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

propagation), การหักเห (Refraction), การสะท้อน (Reflection), และ การกระจาย (Dispersion) เนื่องจากแสงมีความยาวคลื่นต่างกัน จึงเกิดการเดินทางด้วยความเร็วที่ต่างกันเมื่อผ่านตัวกลางเดียวกันจึงทำให้เกิดการแยกแสงออกมา

จากการแสดงมิติของแสงและเงาในงานแบบนั้นมีความจำเป็นต้องกำหนดมุมของแสงเพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นมูลฐาน โดยงานทางด้านสถาปัตยกรรมนั้นมักอ้างอิงแหล่งกำเนิดแสงจากดวงอาทิตย์เป็นสำคัญ การที่กำหนดแสงหลักจากดวงอาทิตย์นั้นนิยมกำหนดมุมในรูปด้านของกล่องแสงที่ 45° เพื่อความสะดวกในการขียนเงาในงานไอโซเมตริก เพราะจะได้ทิศทางของแสงหลักในงานไอโซเมตริกเท่ากับ 30° และมีความสะดวกในการเขียนเงาของวงกลมที่พื้นระนาบรับเงา (เอกพงษ์, 2537)



ภาพที่ 1.2 แสดงการเกิดร่มเงาบนบันได เปรียบเทียบระหว่างแหล่งกำเนิดแสงจากโคมไฟ กับจากแสงดวงอาทิตย์

1.4.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “แบบไอโซเมตริก”

ภาพสามมิติ โดยใช้แกน หรือ ภาพแอกโซโนเมตริก ดรออิง (Axonometric drawing) มาจากคำว่า Axon แปลว่า “แกน” รวมกับคำว่า Metron แปลว่า “การวัด” หรืออาจเรียกว่า “ภาพอักษมาตร”(เฉลิม , 2550) มีหลักการก็คือต้องเขียนเป็นเส้นขนาน (Parallel projection) โดยการเขียนภาพกำหนดแกน 3 แกนมาบรรจบกันที่จุดเดียว ดังนั้นการวัดหรือกล่าวถึงมุมในงานแอกโซโนเมตริกจึงอ้างถึงมุมโดยรอบจุดดังกล่าว และภาพแอกโซโนเมตริกมักต้องมีแกนหลักตั้งฉากกับแนวระนาบ(เสมือนแกน x, แกน y, และแกน z) แล้วเขียนออกมาเป็นภาพฉายซึ่งสามารถแสดงได้ 3 ด้านต่อ 1 ชิ้นงานมาเขียนประกอบกันในรูป

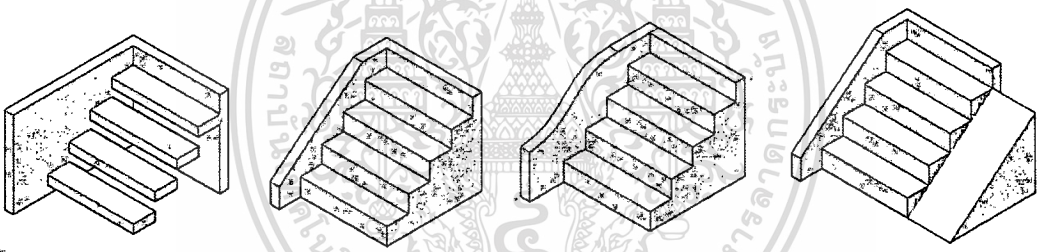
ไอโซเมตริก โปรเจคชั่น (Isometric projection) มาจากคำว่า Isos แปลว่า “เท่ากัน” เป็นการเขียนภาพกำหนดแกน 3 แกนมาบรรจบกันที่จุดเดียว โดยมุมทั้งสามมุมเท่ากับ 120° การเขียนภาพภาพไอโซเมตริก เนื่องจากมีลักษณะเป็นแปลนจึงต้องปรับทุกด้านให้เข้าสู่มุม 30°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “บันได”

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้ความหมายของบันได คือ สิ่งที่ทำเป็นขั้น ๆ สำหรับก้าวขึ้นลง โดยกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กำหนดความหมายขององค์ประกอบบันไดไว้คือ “ช่วงบันได” หมายความว่า ระยะตั้งบันได ซึ่งมีขั้นต่อเนื่องกันโดยตลอด, “ลูกตั้ง” หมายความว่า ระยะตั้งของขั้นบันได, “ลูกนอน” หมายความว่า ระยะราบของขั้นบันได

ส่วนที่ 3 บันไดของอาคาร ข้อ 23 บันไดของอาคารอยู่อาศัยถ้ามีต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 3 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และต้องมีพื้นหน้าบันไดมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได บันไดที่สูงเกิน 3 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 3 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และชานพักบันไดต้องมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได ระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และยังมีข้อกำหนดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ อีก เช่น ข้อ 24 บันไดของอาคารอยู่อาศัยรวม หอพัก, ต้องมีบันไดอย่างน้อยสองบันไดและแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร เป็นต้น หรือส่วนที่ 4 ว่าด้วยบันไดหนีไฟ เป็นต้น



ภาพที่ 1.3 แสดงภาพตัวอย่างแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

14. ระยะเวลาดำเนินโครงการ 1 ปี เริ่มตั้งแต่ 1 ต.ค. 58-30 ก.ย.59

15. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิธีการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research)

- กำหนดปัญหาและสภาพการณ์ของปัญหา

  จากการเรียนการสอนในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น ซึ่งมีการศึกษาการศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกของบันได ในการอธิบายหลักการและวิธีการเขียนนั้นนักศึกษาค่อนข้างเข้าใจได้อย่างล่าช้า ทั้งนี้ตำราที่ใช้ในการเรียนการสอนปัจจุบันมีน้อยและที่มีใช้อยู่นั้นมีวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาบนบันได แค่วิธีเดียวคือกำหนดทิศทางแสงทำมุมทแยงกับวัตถุที่ 45° เท่านั้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงปัญหาในการสอนนักศึกษา และต้องการหาวิธีการสอนที่ทำให้นักศึกษาได้เข้าใจและเขียนแบบร่มเงาบนบันไดในแบบไอโซเมตริกได้เร็วขึ้น จึงต้องการวิจัยหาวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกของบันไดในรูปแบบ กรอบแนวคิด

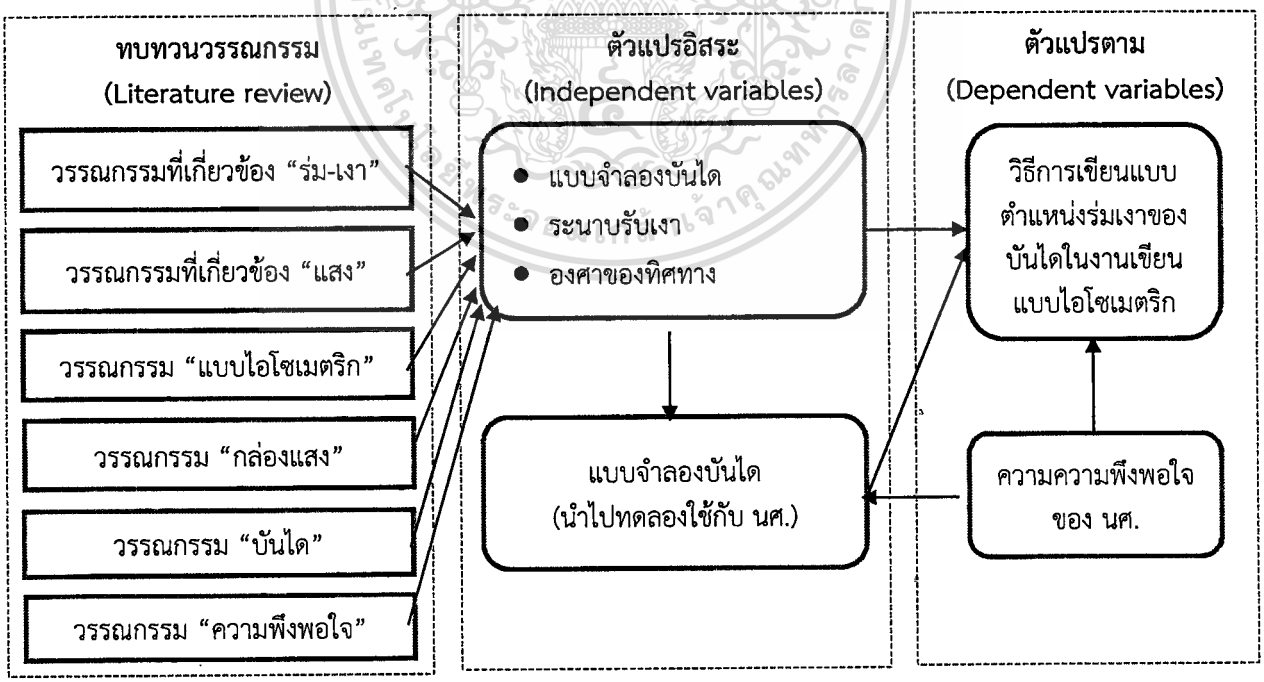
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยนี้เน้นการศึกษาการเรียนการสอนในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น ซึ่งมีการศึกษาการศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันได ซึ่งมีความซับซ้อนในการเขียนแบบโดยเฉพาะเมื่อรูปแบบของบันไดเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้องค์ประกอบของบันไดนั้นได้แก่ ขั้นบันได (ลูกตั้งและลูกนอน) และราวบันได เมื่อองค์ประกอบเหล่านี้ของบันไดเปลี่ยนไป ย่อมส่งผลให้ร่มเงาของบันไดนั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย ผู้วิจัยเห็นว่าในการเขียนแบบไอโซเมตริกร่มเงาบันได ด้วยวิธีเดิมที่ อัตราส่วนกล่องแสง 1:1 นั้นยากในการหาร่มเงาเมื่อตัวบันไดเปลี่ยนแปลง จึงต้องการทดลองการใช้ อัตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 (วีระยุต และ สุพัฒน์, 2558)

ความเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มตัวแปรในงานวิจัย

กลุ่มตัวแปรที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง (ภาพที่ 5) แบ่งได้คือ

- ตัวแปรอิสระ ได้แก่
  - แบบจำลองบันได (นำไปทดลองใช้กับ นักศึกษา)
  - ระนาบรับเงา (พื้น, ขั้นบันไดลูกตั้ง และ ขั้นบันไดลูกนอน)
  - องศาของทิศทาง (อัตราส่วนกล่องแสง 1:1 และ อัตราส่วนกล่องแสง 1:1.5)
- ตัวแปรตาม ได้แก่
  - วิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกบันได
  - ความความพึงพอใจของนักศึกษา



ภาพที่ 1.4 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มตัวแปรในงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามศัพท์เพื่อใช้ในการวิจัย

- ร่ม-เงา (Shade – Shadow)

“ร่ม” หมายถึง บริเวณที่แดดส่องไม่ถึงหรือมีอะไรบังแดด และ “เงา” หมายถึง ส่วนที่มืดเพราะมีวัตถุบังแสงทำให้แลเห็นเป็นรูปของวัตถุนั้น หรือ อาณาเขตหลังวัตถุที่แสงเคลื่อนที่ไปกระทบวัตถุนั้นแล้วแสงเคลื่อนที่ไปไม่ถึงทั้งหมดหรือไปถึงได้บ้าง (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542) ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับการเกิดเงา ซึ่งจะเกิดขึ้นนั้นต้องอาศัยองค์ประกอบสามส่วนด้วยกัน (เอกพงษ์, 2537) คือ

1) แสง ซึ่งประกอบด้วย คุณสมบัติพื้นฐานของแสง แหล่งกำเนิดแสงและชนิดของแสง ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง และทิศทางของแสง,

2) วัตถุที่รับแสง หรือวัตถุทึบที่ขวางทางแสง, และ

3) ระนาบรับเงาหรือพื้นผิวที่รับเงา และระยะห่างระหว่างวัตถุกับระนาบรับเงา ทั้งนี้จะศึกษาระนาบรับเงาที่เป็นแนวนอน แนวดิ่ง และ เอียง

- บันได (Stairs)

“บันได” คือ สิ่งที่ทำเป็นขั้น ๆ สำหรับก้าวขึ้นลง องค์ประกอบบันไดไว้คือ “ช่วงบันได” หมายความว่า ระยะตั้งบันได ซึ่งมีขั้นต่อเนื่องกันโดยตลอด, “ลูกตั้ง” หมายความว่า ระยะตั้งของขั้นบันได, “ลูกนอน” หมายความว่า ระยะราบของขั้นบันได

- ทิศทางแสง (Light ray direction)

“แสง” หมายถึง ความสว่าง, สิ่งที่ทำให้ดวงตาแลเห็น (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542) องค์ประกอบสำคัญของแสงมีลักษณะเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความสว่าง ในการศึกษาวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับแสงอาทิตย์ ซึ่งเดินทางเป็นเส้นตรง ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไปงานสถาปัตยกรรมนิยมการอ้างอิงแสงจากดวงอาทิตย์ เป็นหลัก

- แบบไอโซเมตริก (Isometric drawing)

“แบบไอโซเมตริก” เป็นงานเขียนแบบภาพสามมิติที่มองเห็นสัดส่วนใกล้และไกลออกไปมีขนาดเท่ากัน ลักษณะภาพเป็นภาพจริง สามารถวัดขนาดต่างๆของด้านความยาว ความกว้าง และความสูงได้ คำว่า Isos แปลว่า “เท่ากัน” เป็นการเขียนภาพกำหนดแกน 3 แกนมาบรรจบกันที่จุดเดียว โดยมุมทั้งสามมุมเท่ากับ 120° ก่อนที่จะเขียนภาพไอโซเมตริก มักจะต้องเข้าใจภาพฉาย (Orthography projection) ก่อนเพื่อต้องการทราบความยาว ความกว้าง จากภาพด้านบน (Top view) ความยาวกับความสูง จากภาพด้านหน้า (Front view) และความกว้าง หรือความหนากับความสูง จากภาพด้านข้าง (Side view)

- ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)

“ภาพออโธกราฟิก” คือ การฉายภาพในลักษณะการฉายเส้นขนาน โดยที่เส้นฉาย(Projection line) จะขนานกันโดยทุกเส้นในทิศทางเดียวกันจะไม่มีการรวมศูนย์หรือมารวมเป็นจุดเดียวกัน และเส้นฉายจะตรงไปตั้งฉากกับระนาบจำลองภาพ (Plane of projection) ซึ่งจะได้ภาพของวัตถุที่มีขนาดสัดส่วนตรงตามที่เป็นจริง โดยระนาบจำลองภาพนั้นจะประกอบด้วยระนาบหลัก 2 ระนาบ คือ ระนาบแนวนอนหรือแนวราบ (Horizontal plane) และ ระนาบแนวตั้งหรือแนวดิ่ง (Vertical plane) หรืออธิบายได้ว่า ภาพออโธกราฟิกนั้น ประกอบด้วยรูปจำลองที่เกิดในระนาบแนวตั้งหรือที่เราเรียกว่า รูปด้าน (Side view) แต่สำหรับงานสถาปัตยกรรมใช้คำว่า Elevation จำนวน 4 รูปด้าน คือ รูปด้านหน้า(Front-side view), รูปด้านซ้าย(Left-side view), รูปด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Right-side view), รูปด้านหลัง(Rear view), และจะได้รูปจำลองที่เกิดในระนาบนอนอีก 2 รูป คือ รูปด้านบน (Top view แต่สำหรับงานสถาปัตยกรรมใช้คำว่า Plan), และรูปด้านข้างใต้ (Bottom view)

- กล่องแสง (Light ray box)

ศาสตราจารย์เฉลิม รัตนทัศนีย (2550) และ รองศาสตราจารย์เอกพงษ์ จุลเสนีย์ (2537) ได้กำหนดมุมขนาด 45° ในงานรูปออโธกราฟิก ซึ่งเป็นมุมที่มีอยู่แล้วที่ไม้ฉากสามเหลี่ยม ทั้งนี้ได้กำหนดกล่องลูกบาศก์จตุรัสใส สมมติลำแสงจากดวงอาทิตย์ส่องทแยงมุมกล่อง จากมุมซ้ายบนลงมายังมุมขวาล่าง มุมนี้หมายถึงแสงส่องมาต้องวัตถุตัวต้นแบบนั้นจะทำมุมตั้งกับผืนราบที่ใช้เป็นผืนเขียนรูปและทำมุมนอนกับผืนที่ตั้งวัตถุที่ใช้เป็นผืนเขียนรูปตั้งเป็น 45° เท่ากัน โดยถือว่าเส้นแสงนี้แทนรัศมีของแสงอาทิตย์ที่ขนานกันทุกเส้น

- กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ

รูปแบบบันได

นักศึกษาในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น ร่วมทดลอง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 70 คน กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรมภายใน สาขาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

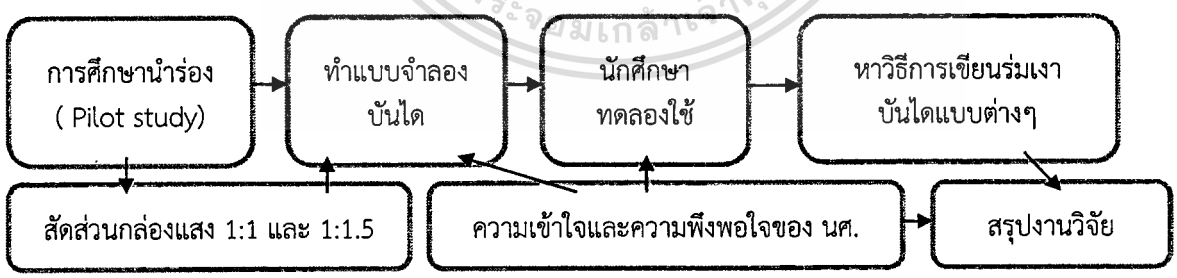
- ตั้งสมมติฐาน

- การใช้อัตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 ในการระบุตำแหน่งร่มเงา จะช่วยสร้างความเข้าใจในการหาตำแหน่งร่มเงาในแบบไอโซเมตริกบันไดแก่นักศึกษาได้ง่ายกว่า การใช้อัตราส่วนกล่องแสง 1:1

- การเขียนแบบร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกบันได(บันไดแบบต่างๆ) จะมีวิธีการที่ปรับได้

- การออกแบบวิจัย วิธีการและเครื่องมือ

ทำแบบจำลองแบบจำลองเพื่อการทดลอง ด้วยการศึกษานำร่องหาแบบจำลองบันไดที่เหมาะสม โดยการใช้วิธีปฏิบัติให้นักศึกษาทดลองใช้ศึกษาในห้องเรียน ประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการเรียน แล้วศึกษางานแบบจำลองต่อเพื่อหาวิธีการเขียนร่มเงาวิธีอื่นๆ แล้วนำวิธีที่ได้จากการศึกษาวิจัยมาใช้ในการเขียนแบบร่มเงาในงานไอโซเมตริกบันไดเป็นการทดลองความถูกต้องของวิธีการนั้นต่อไป ซึ่งแสดงขั้นตอนตามภาพที่



ภาพที่ 1.5 แสดงขั้นตอนวิธีการทดลองในงานวิจัย

- การดำเนินการทดลอง

- การวิเคราะห์ข้อมูล

- การทดลองเครื่องมือสามมิติในการอธิบายการเขียนแบบหาร่มเงา แบบจำลองบันได ในมุมมองแบบไอโซเมตริก

- แบบสอบถามเพื่อประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการศึกษาด้วยแบบสอบถาม

- ผลการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สรุปผลการวิจัยและอภิปราย

1.5 ระยะเวลาดำเนินโครงการ และ แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินโครงการ และ แผนการดำเนินงานโครงการวิจัย **12 เดือน (ตารางที่ 1.1-1.2)**

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาดำเนินโครงการ

การดำเนินงาน	ระยะเวลา												หมายเหตุ
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย	
กำหนดปัญหาและสภาพการณ์ของปัญหา	←	→											
ทบทวนวรรณกรรม กรอบแนวคิด,ตั้งสมมติฐาน			←		→								
การออกแบบวิจัย วิธีการและเครื่องมือ					←	→							
การดำเนินการทดลอง							←		→				
การวิเคราะห์ข้อมูล และผลการวิจัย										↔			
สรุปผลวิจัยและอภิปราย จัดทำรูปเล่ม											←	→	

ตารางที่ 1.2 แสดงแผนการใช้จ่ายเงิน

รายการ	วงเงินที่คาดว่าจะใช้แต่ละเดือน												หมายเหตุ
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค	ก.ย	
ค่าจ้างเขียนแบบ				←	→								
ค่าจ้างทดลองแสงและประเมินผล							←			→			
ค่าจ้างจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์											←	→	
ค่าวัสดุโครงการวิจัย	←					→	←					→	

ผลงานที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัยฯ : บทความทางวิชาการ ในวารสาร ระดับชาติ (National Journal) วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. ปี พ.ศ. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ จะกล่าวถึงทฤษฎีและแนวคิดตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาเพื่อการหาแนวทาง วิธีการ เพื่อวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกซึ่งได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 กลุ่มทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง “ร่ม-เงา”
2.2 กลุ่มทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง “แสง”
2.3 กลุ่มทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง “แบบไอโซเมตริก”
2.4 กลุ่มทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง “กล่องแสง”
2.5 กลุ่มทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง “บันได”
2.6 กลุ่มทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง “ความพึงพอใจ”
2.7 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “ร่ม-เงา”

การเกิดเงาที่เราเห็นนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบสามส่วนด้วยกัน (เอกพงษ์, 2537) คือ

1) แสง ซึ่งประกอบด้วย คุณสมบัติพื้นฐานของแสง แหล่งกำเนิดแสงและชนิดของแสง ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง และทิศทางของแสง

2) วัตถุที่รับแสง หรือวัตถุทึบที่ขวางทางแสง

3) ระนาบรับเงาหรือพื้นผิวที่รับเงา และระยะห่างระหว่างวัตถุกับระนาบรับเงา

แสงที่ส่องไปกระทบวัตถุนั้น มีผลต่อลักษณะของร่มเงา แต่ตัววัตถุเองก็เป็นส่วนสำคัญที่จะยอมให้แสงผ่านหรือไม่ผ่าน ทำให้มีการจำแนกวัตถุออกตามลักษณะการยอมให้แสงผ่านหรือไม่ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1.“วัตถุโปร่งใส” (Transparent object) คือวัตถุที่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านเป็นเส้นตรงไปได้นั้น เช่น แก้วใส วุ้นใส น้ำใส เป็นต้น

2.“วัตถุโปร่งแสง” (Translucent object) คือวัตถุที่แสงเคลื่อนที่ผ่านแล้วเกิดการกระจายของแสงออกไป โดยรอบ ทำให้แสงเคลื่อนที่ไม่เป็นเส้นตรง เช่น กระจกฝ้า กระดาษไข เป็นต้น

3.“วัตถุทึบแสง” (Opaque object) คือวัตถุที่ไม่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านไปได้ เช่น ผนังคอนกรีต แผ่นไม้กระดาน หิน มนุษย์ เป็นต้น

ทั้งนี้ในการตกกระทบของแสงจะทำให้เกิดร่มบนตัววัตถุ และเงาบนระนาบอื่น คือเมื่อแสงกระทบวัตถุจะเกิดพื้นที่บนวัตถุเกิดความต่างของค่าแสงได้สองระนาบคือ ระนาบที่หันรับแสง(Highlight) และระนาบที่ไม่ได้หันรับแสง(สว่างน้อยกว่า) เราเรียกพื้นที่บนวัตถุที่ไม่ได้หันรับแสงนั้นว่า “ร่ม” (Shade or High Shade) ส่วนอีกพื้นที่ที่วัตถุหรือส่วนของวัตถุได้บดบังแสงไว้บนพื้นที่ของระนาบอื่น ทำให้แสงเคลื่อนที่ไปไม่ถึงทั้งหมดหรือไปถึงได้บ้างและปรากฏเป็นรูปร่างของวัตถุนั้น เราเรียกพื้นที่รูปร่างนั้นว่า “เงา” (Shadow)

สิ่งที่มีผลกับร่ม-เงา ได้แก่ ตำแหน่งและระยะ ของแหล่งกำเนิดแสง วัตถุ และระนาบรับเงา, ตำแหน่งและระยะระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ, ตำแหน่งและระยะระหว่างวัตถุกับระนาบรับเงา, และ ลักษณะของวัตถุและระนาบรับเงา (แนวนอน, แนวดิ่ง, เอียง)

2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง “แสง”

องค์ประกอบสำคัญของแสงมีลักษณะเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เดินทางในรูปคลื่นด้วยอัตราเร็วสูง 299,792,458 เมตรต่อวินาที (ประมาณ 300,000 กม.ต่อวินาที) เมื่อแสงเคลื่อนที่จะเห็นเป็นลำแสงเส้นตรง และมีคุณสมบัติของอุณหภูมิแสง (Temperature) มีหน่วย เคลวิน(Kelvin) เช่น 1,900°K แสงสีแดงส้มแบบแสงเทียน, 2,800°K แสงหลอดไฟแบบไส้อินแคนเดสเซนต์, 3,500°K แสงตอนพระอาทิตย์ขึ้น หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เรียกว่า วอร์มไวท์(Warm White), 4,500°K หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เรียกว่า คูลไวท์ (Cool White), 5,500°K แสงในช่วงตอนเที่ยง, 6,500°K แสงเฉลี่ยในช่วงวันหรือแสงจาก หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เรียกว่าเดไลท์ (Daylight) เป็นต้น คุณสมบัติของความสว่างของแสง (illuminance) มีหน่วยเป็น ลักซ์(lux) และคุณสมบัติของสีแสง ที่รียกว่า “สีของแสง” (มาโนช, 2538) โดยการวิเคราะห์สีจากแสงสเปคตรัม(Spectrum) ซึ่งเป็นความถี่ของคลื่นแสง(Light wave length)ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตามนุษย์จำนวน 7 สี ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม แดง แสงบนจอโทรทัศน์และคอมพิวเตอร์ ได้จัดกลุ่มสีของแสงเป็น แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงิน หรือเรียกว่า "แสงสีปฐมภูมิ" ทั้งนี้เรามองเห็นวัตถุที่เปล่งแสงด้วยตัวเองไม่ได้ก็เพราะภาพที่เราเห็นนั้นจะต้องเกิดจากการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบวัตถุเข้าสู่ตาของเรา คือ เกิดจากการที่ก้อนพลังงานแสง (อนุภาคโฟตอนของแสง) ไปกระตุ้น เซลล์รูปแท่งในจอตา(Rod cell) และ เซลล์รูปกรวยในจอตา (Cone cell) ที่จอตา (Retina) ให้ทำการสร้างสัญญาณไฟฟ้าบนเส้นประสาท และส่งผ่านเส้นประสาทตาไปยังสมอง ทำให้เกิดการรับรู้มองเห็น ดังนั้นสีของวัตถุจึงก่อให้เกิดคุณภาพของแสงที่สะท้อนด้วย โดยสีของวัตถุหรือที่เราเข้าใจกันเรื่องทฤษฎีสีของวัตถุ หรือ Color Theory (มาโนช, 2538) กำหนดเนื้อสีนั้นเรียกว่า รงควัตถุ (Pigment) คือสารที่มีสีรงควัตถุตามธรรมชาติหาได้จากสัตว์ พืช หิน แร่ธาตุ ได้แก่ สีขาว สีดำ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน โดยกำหนดสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน รวมเรียกว่า "สีปฐมภูมิ" คุณสมบัติของแสงที่สำคัญ ยังมี 4 ข้อ ได้แก่

2.2.1 การเดินทางเป็นเส้นตรง (Rectilinear propagation)

เรียกว่ารังสีแสง (Light ray)

2.2.2 การหักเห (Refraction)

การหักเหของแสงนั้นต้องผ่านตัวกลาง ซึ่งในสถานะที่แสงผ่านอากาศเราจะให้ค่าการหักเหเท่ากับ 1 ส่วนการหักเหผ่านวัสดุอื่นมีค่าแตกต่างกัน เช่น น้ำ ค่าดัชนีการหักเห เท่ากับ 1.33 , แก้วใส ค่าดัชนีการหักเหเท่ากับ 1.5-1.9 เป็นต้น

2.2.3 การสะท้อน (Reflection)

การที่แสงตกกระทบผิวระนาบของวัตถุแล้วสะท้อนกลับออกมา มีลักษณะแบ่งเป็น 1.การสะท้อนแบบปกติ (Regular reflection) คือแสงตกกระทบบนวัตถุที่ผิวเรียบมันวาว มีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน 2. การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse reflection) คือแสงตกกระทบบนวัตถุที่ผิวขรุขระ ทำให้มุมสะท้อนมีทิศทางไม่แน่นอนแตกกระจายหลากหลายทิศทาง และ 3.การสะท้อนกลับหมด (Total internal reflection) เกิดในกรณีที่เรามองผ่านวัตถุที่เป็นตัวกลางการหักเหสองอย่าง จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แล้วทำให้เราไม่เห็นภาพวัตถุนั้น เช่น เราดำน้ำแล้วมองขึ้นไปดูเครื่องบินบนท้องฟ้า การหักเหของภาพที่ผิวน้ำบางครั้งถ้าเรามองด้วยองศาเทียบกับผิวน้ำที่น้อยเกินไปก็จะทำให้เราไม่เห็นเครื่องบิน ซึ่งเราใช้หลักการการสะท้อนกลับหมดนี้ในใยแก้วนำแสง โดยหลักของการใช้มุมวิกฤติ (Critical angle)

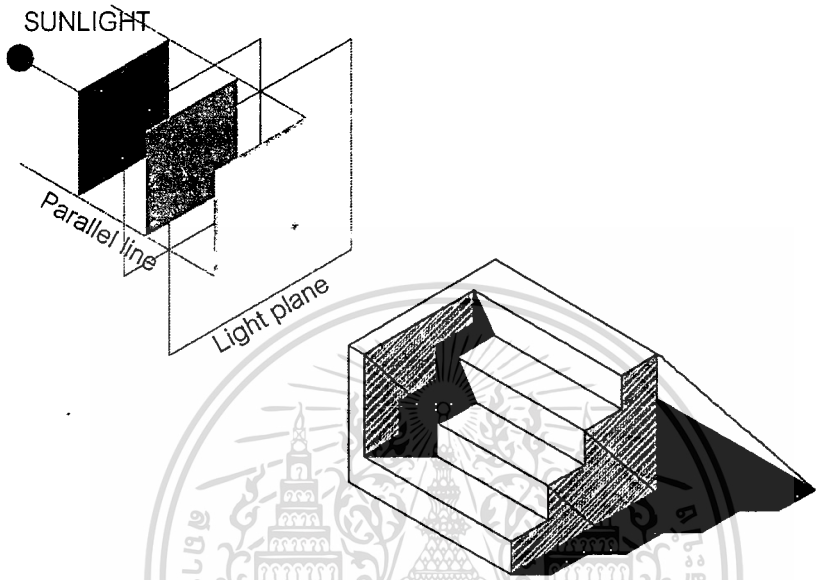
2.2.4 การกระจาย (Dispersion)

เนื่องจากแสงมีความยาวคลื่นต่างกัน จึงเกิดการเดินทางด้วยความเร็วที่ต่างกันเมื่อผ่านตัวกลางเดียวกันจึงทำให้เกิดการแยกแสงออกมา เช่นการเกิดสีของรุ้งกินน้ำ เพราะเกิดการหักเหที่ผิวละอองน้ำในอากาศกระจายสีต่างๆออกมา หรือการนำมาสู่การออกแบบแผ่นสะท้อนแสงหน้าโคมไฟ

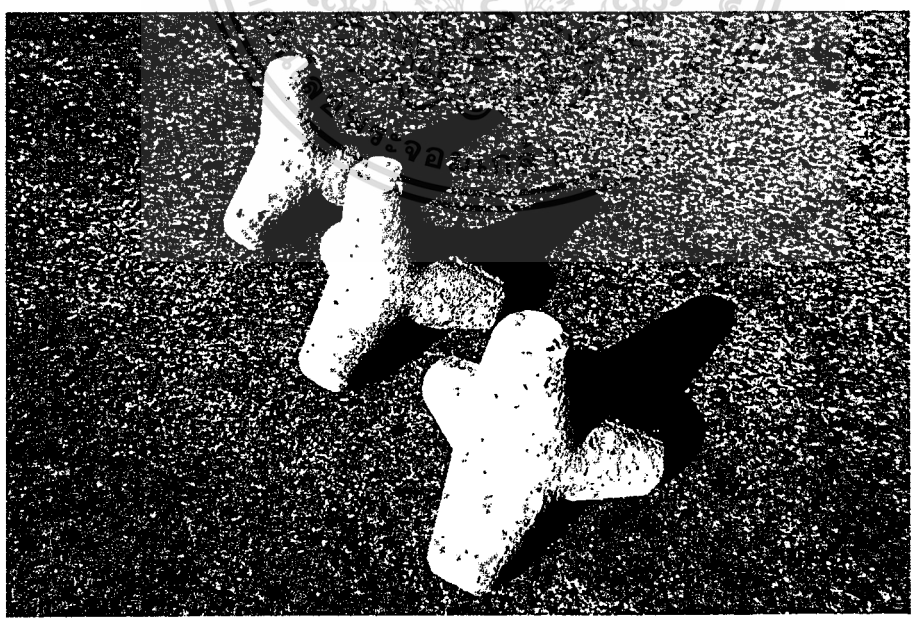
แหล่งกำเนิดแสงและชนิดของแสง คุณภาพของแหล่งกำเนิดแสงมีความสำคัญมาก แหล่งกำเนิดแสงที่ดูมีขนาดเล็กเช่นหลอดไฟ หรือดวงอาทิตย์ (เนื่องจากอยู่ไกลจากโลก) เมื่อตกกระทบลงบนผิวของวัตถุจะปรากฏจำนวนชั้นความแตกต่างของความเข้มของแสงมีน้อย กล่าวคือที่แสงที่สว่างจะสว่างมาก ที่มืดก็จะมืดมาก เป็นต้น แหล่งกำเนิดแสงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ (จากดวงอาทิตย์และแสงที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น หิ่งห้อย เห็ดเรืองแสง เป็นต้น) โดยทั่วไปงานสถาปัตยกรรมจะอ้างอิงแสงจากดวงอาทิตย์ เป็นหลัก และเนื่องจากดวงอาทิตย์มีระยะไกลจากวัตถุบนโลกมาก องศาการตกกระทบของลำแสงจึงถือเป็นลำแสงขนาน จึงใช้องศาเดียวในหนึ่งช่วงเวลา หรือแสดงในแบบเป็นเส้นขนาน ด้านของร่มจึงเป็นด้านเดียวกัน ทิศทางของเงาก็จะไปในทิศทางเดียวกัน (**ดูผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง**)



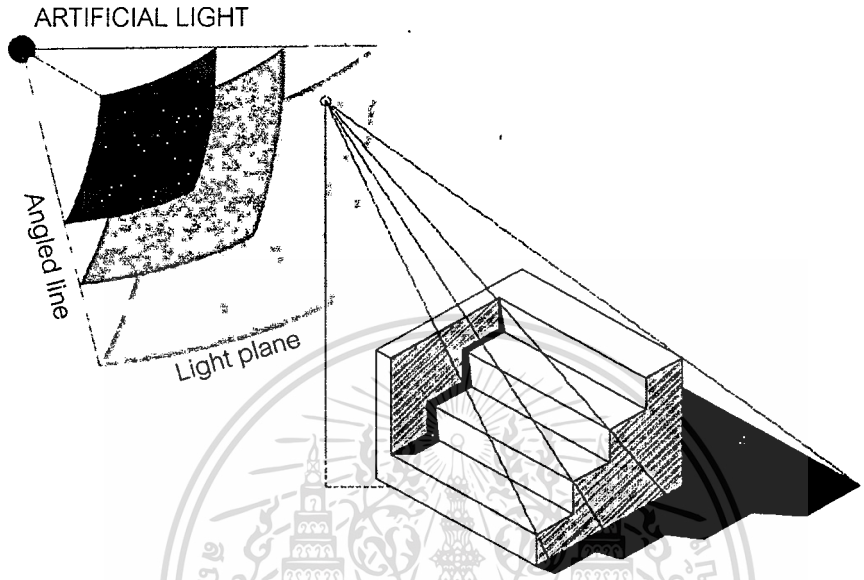
ภาพที่ 2.1 แสดงเส้นแสงจากดวงอาทิตย์เป็นเส้นขนาน



ภาพที่ 2.2 แสดงการเกิดร่มเงากับวัตถุ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงคือดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

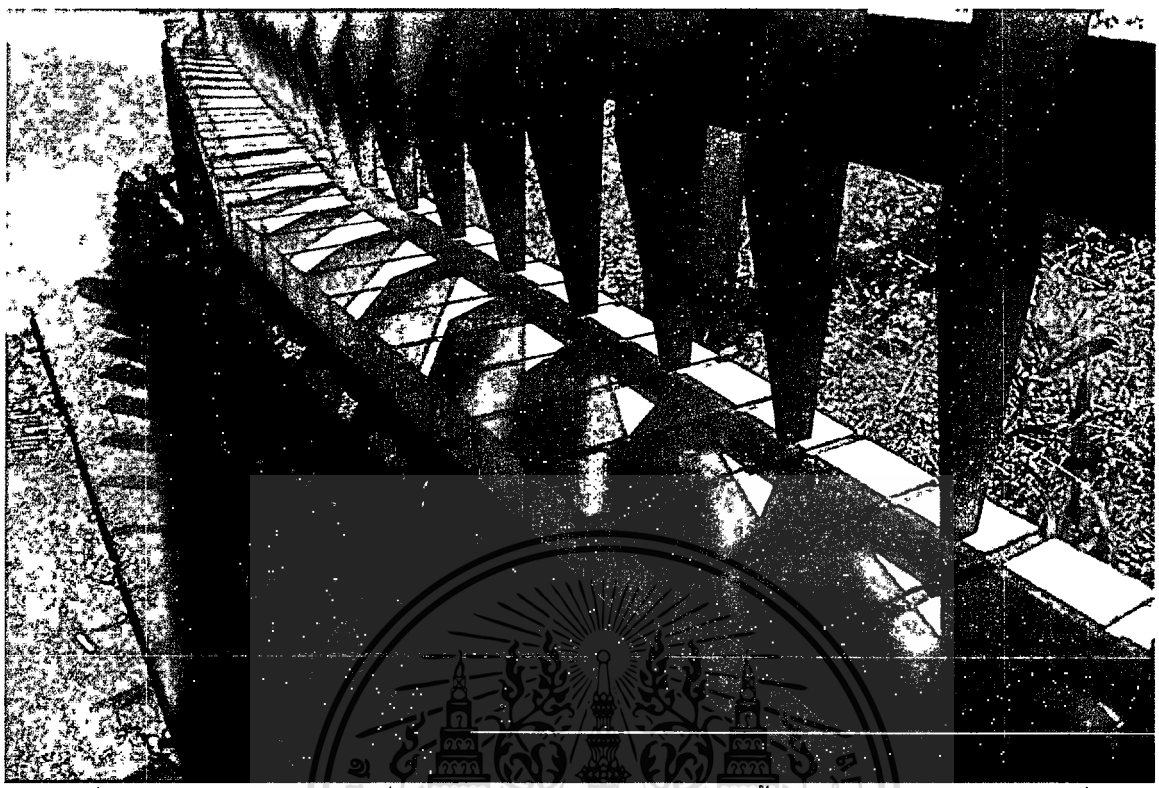
2. แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในเรื่องของแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญคือ ดวงโคม ซึ่งจะมีลักษณะการกระจายแสงที่แตกต่างกันตามการออกแบบของผลิตภัณฑ์ องศาการตกกระทบของลำแสงไปยังวัตถุจึงแต่งต่างกัน ทำให้ด้านของร่ม มีความแตกต่างกันและทำให้เกิดเงาที่แคบกว้างต่างกันแล้วมุ่งไปคนละทิศละทาง (ดูภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แสดงเส้นแสงจากโคมไฟเป็นเส้นรวมจากจุดกำเนิดแสง

ภาพที่ 2.4 แสดงการเกิดร่มเงากับวัตถุ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงคือหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 แสดงร่มเงากับวัตถุ เมื่อแหล่งกำเนิดแสงคือหลอดไฟฟ้า รั้วมหาวิทยาลัยโตไก ประเทศญี่ปุ่น

การแสดงมิติของแสงและเงาในงานแบบนั้นมีความจำเป็นต้องกำหนดมุมของแสงเพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นมูลฐาน โดยงานทางด้านสถาปัตยกรรมนั้นมักอ้างอิงแหล่งกำเนิดแสงจากดวงอาทิตย์เป็นสำคัญ และเพื่อความสะดวกในการเขียนแบบงานให้สอดคล้องกับอุปกรณ์เขียนแบบที่ใช้กันอยู่จึงมักกำหนดมุมของแสงที่ส่องมายังวัตถุที่ 45° การที่เรากำหนดแสงหลักจากดวงอาทิตย์นั้นนิยมกำหนดมุมในรูปด้านของกล่องแสงที่ 45° เพื่อความสะดวกในการขียนเงาในงานไอโซเมตริก เพราะจะได้ทิศทางของแสงหลักในงานไอโซเมตริกเท่ากับ 30° และมีความสะดวกในการเขียนเงาของวงกลมที่พื้นระนาบรับเงา (เอกพงษ์, 2537)

2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง "แบบไอโซเมตริก"

ภาพสามมิติ โดยใช้แกน หรือ ภาพแอกโซโนเมตริก ดรออิง (Axonometric drawing) มาจากคำว่า Axon แปลว่า "แกน" รวมกับคำว่า Metron แปลว่า "การวัด" มีหลักการก็คือต้องเขียนเป็นเส้นขนาน (Parallel projection) โดยการเขียนภาพกำหนดแกน 3 แกนมาบรรจบกันที่จุดเดียว ดังนั้นการวัดหรือกล่าวถึงมุมในงานแอกโซโนเมตริกจึงอ้างถึงมุมโดยรอบจุดดังกล่าว และภาพแอกโซโนเมตริกมักต้องมีแกนหลักตั้งฉากกับแนวระนาบ(เสมือนแกน x, แกน y, และแกน z) แล้วเขียนออกมาเป็นภาพฉายซึ่งสามารถแสดงได้ 3 ด้านต่อ 1 ชิ้นงานมาเขียนประกอบกันในรูปเดียวกัน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท โดยแยกตามลักษณะของมุมที่เกิดขึ้นจากจุดรวมกันของแกนทั้งสาม คือ ไตรเมตริก โปรเจคชั่น(Trimetric projection)หรือ "รูปแบบไตรมาตร", ไดเมตริก โปรเจคชั่น (Dimetric projection)หรือ "รูปแบบทวิมาตร", และ ไอโซเมตริก โปรเจคชั่น (Isometric projection)หรือ "รูปแบบสมมาตร" (ดูภาพที่ 2.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ไตรเมตริก โปรเจคชั่น (Trimetric projection)

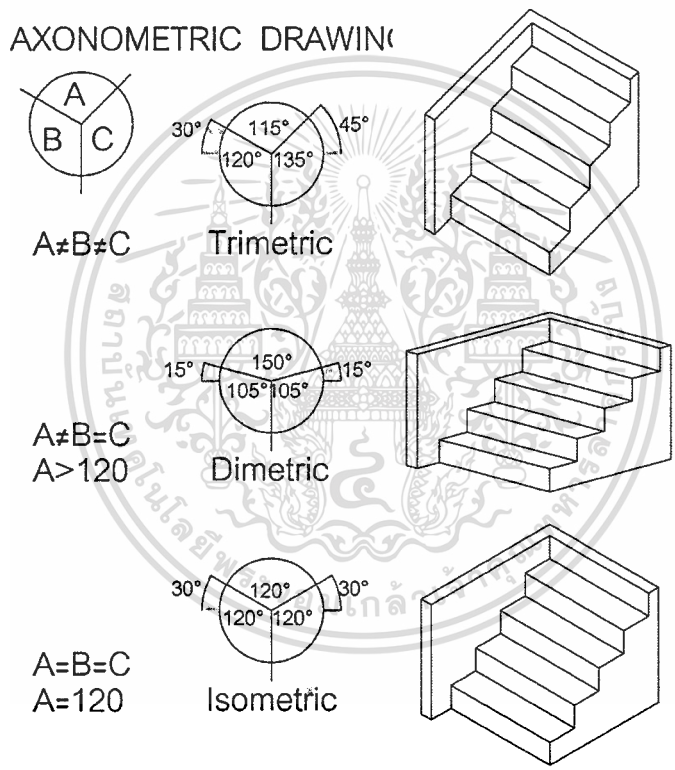
การเขียนภาพกำหนดแกน 3 แกนมาบรรจบกันที่จุดเดียว โดยมุมทั้งสามมุมนั้นมีองศาแตกต่างกันทั้งสามมุม

2.3.2 ไดเมตริก โปรเจคชั่น (Dimetric projection)

การเขียนภาพกำหนดแกน 3 แกนมาบรรจบกันที่จุดเดียว โดยมุมหนึ่งในสามมุมที่ต่างจะต้องมากกว่า 120° และอีกสองมุมนั้นต้องมีขนาดเท่ากัน

2.3.3 ไอโซเมตริก โปรเจคชั่น (Isometric projection)

มาจากคำว่า Isos แปลว่า “เท่ากัน” เป็นการเขียนภาพกำหนดแกน 3 แกนมาบรรจบกันที่จุดเดียว โดยมุมทั้งสามมุมเท่ากับ 120°



ภาพที่ 2.6 แสดงภาพแอกโซโนเมตริก ดรออิง

ซึ่งภาพแบบในกลุ่มไตรเมตริก โปรเจคชั่น(Trimetric projection) และ ไดเมตริก โปรเจคชั่น (Dimetric projection) ถ้ามีมุมใดมุมหนึ่งเป็น 90° ยังสามารถกำหนดแยกกลุ่มออกเป็น ภาพรูปเฉลียง (Oblique drawing) ซึ่งแยกย่อยออกเป็น 2 ประเภท กล่าวคือ

<u>ภาพรูปเฉลียง หรือ ภาพออบลิค</u> (Oblique drawing) เป็นการเขียนภาพบนหลักการเส้นขนานเช่นกัน แต่มีคุณสมบัติที่ด้านหนึ่งจะต้องเป็นระนาบตั้งฉาก หรือ 90° หรือกล่าวง่ายๆ คือการโปรเจ็คชั่นภาพจากรูปด้านมีด้วยกันสองแบบ แสดงในภาพที่ 2.7 คือ แบบแรกใช้ภาพออบลิคจากรูปด้านบน เรียกว่า “แปลนออบลิค”

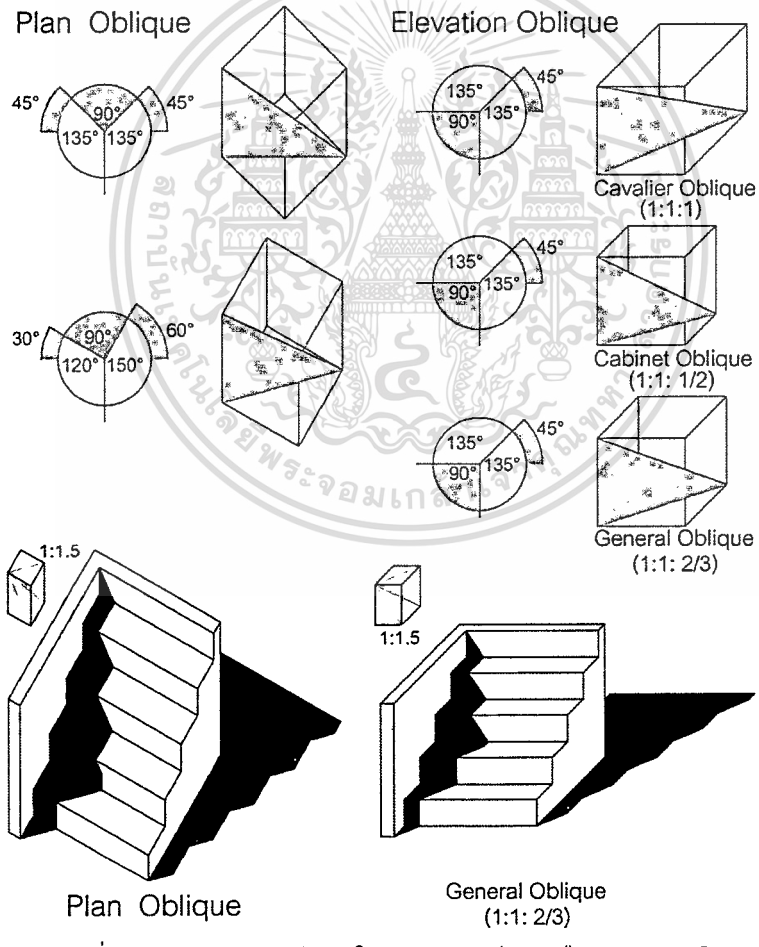
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Plan oblique) และแบบที่สองใช้รูปด้านข้างในงานออโธกราฟิก เรียกว่า “อีเลเวชั่นออบลิค” (Elevation oblique) ทั้งนี้สามารถแยกงานแบบภาพรูปเฉลียงไว้ซึ่งภาพรูปเฉลียงแบบรูปด้านแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) ภาพรูปเฉลียงแบบเต็มส่วน (Cavalier oblique) มุมเอียง 45° สัดส่วนทั้ง 3 ด้าน คือ กว้าง: สูง: ลึก (ด้านเอียง 45°) เป็น 1:1:1 แสดงว่าสามารถวัดระยะตามแบบได้ทั้งสามด้าน แต่การมองในเชิงศิลปะจะเห็นสัดส่วนของรูปนั้นมีความลึกมากเกินไปจากความรู้สึกจริง

2) ภาพรูปเฉลียงแบบครึ่งส่วน (Cabinet oblique) มุมเอียง 45° สัดส่วนทั้ง 3 ด้าน คือ กว้าง: สูง: ลึก (ด้านเอียง 45°) เป็น 1:1:0.5 แสดงว่าสามารถวัดระยะตามแบบได้ทั้งสองด้าน แต่การมองในเชิงศิลปะจะเห็นสัดส่วนของรูปนั้นมีความลึกน้อยไปหรือตื้นเกินไปจากความรู้สึกจริง

3) ภาพรูปเฉลียงแบบทั่วไป (General oblique) มุมเอียง 45° สัดส่วนทั้ง 3 ด้าน คือ กว้าง: สูง: ลึก (ด้านเอียง 45°) เป็น 1:1: 3/4 และ 1:1: 2/3 แสดงว่าสามารถวัดระยะตามแบบได้ทั้งสองด้าน โดยการมองในเชิงศิลปะจะเห็นสัดส่วนของรูปมีความลึกใกล้เคียงความจริง แต่จะมีความยุ่งยากในการคำนวณหาระยะด้านลึก

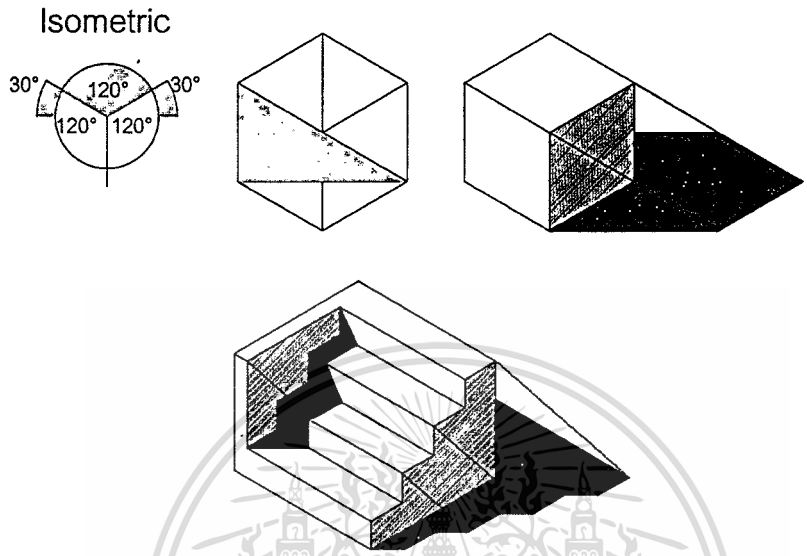


ภาพที่ 2.7 แสดงการหาร่มเงาในภาพรูปเฉลียง หรือ ภาพออบลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพที่ 2.8 แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเขียนร่มเงาในภาพไอโซเมตริกซึ่งง่าย กว่าการเขียนในแบบออบริคซมีความยุ่งยากในการเขียนเส้นแสงเงาของกล่องแสง เนื่องจากเส้นแสงที่พื้นต้องทแยงขึ้นตามแปลนหรือรูปด้านด้านบน และด้วยความรู้สึกผิดเพี้ยนของรูปทรงก็ทำให้การเขียนร่มเงานั้นดูไม่สมจริงด้วย

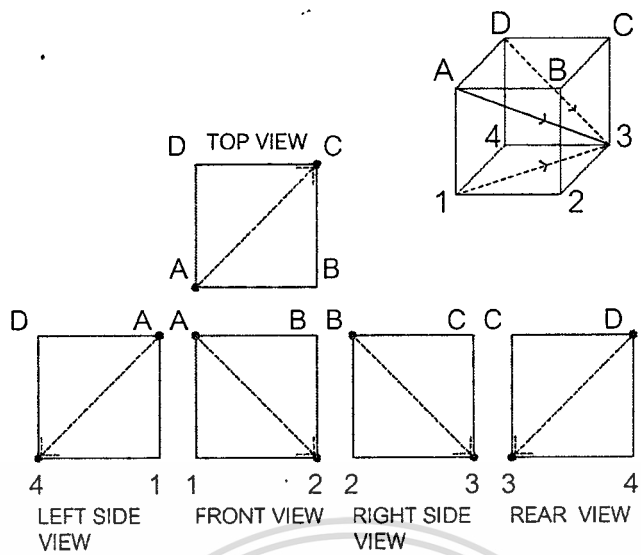


ภาพที่ 2.8 แสดงการหาร่มเงาในภาพไอโซเมตริก

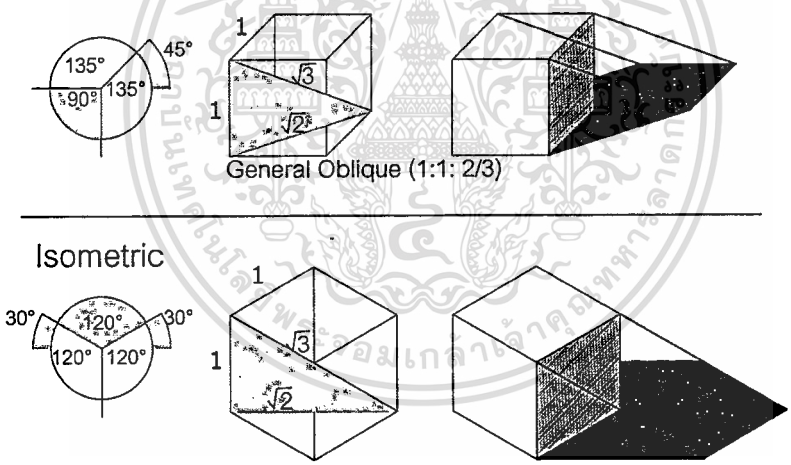
2.4 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง "กล่องแสง"

ตามหลักการในการหาร่มเงา เป็นเครื่องแสดงมิติในรูปไอโซเมตริกนั้น ต้องกำหนดมุมที่แสงส่องเพื่อให้เกิดร่มเงาที่น่าดูและสะดวกในการใช้เครื่องมือ ดังนั้น ศาสตราจารย์เฉลิม รัตนทัศนีย์ (2550) และ รองศาสตราจารย์เอกพงษ์ จุลเสนีย์ (2537) จึงได้กำหนดมุมขนาด 45° ในงานรูปออโธกราฟิกหรือมาตราส่วนกล่องแสงที่ 1:1 (กว้าง : สูง) ดูภาพที่ 2.9 ซึ่งเป็นมุมที่มีอยู่แล้วที่ไม้ฉากสามเหลี่ยม ทำให้ง่ายในการใช้เครื่องมือในการเขียนแบบ ทั้งนี้ได้กำหนดกล่องลูกบาศก์จตุรัสใส สมมติลำแสงจากดวงอาทิตย์ส่องทแยงมุมกล่อง จากมุมซ้ายบนลงมายังมุมขวาล่าง มุมนี้หมายถึงแสงส่องมาต้องวัตถุตัวต้นแบบนั้นจะทำมุมตั้งกับผืนราบที่ใช้เป็นผืนเขียนรูปแผนผังและทำมุมนอนกับผืนที่ตั้งที่ใช้เป็นผืนเขียนรูปตั้งเป็น 45° เท่ากัน(ภาพที่ 2.9) โดยถือว่าเส้นแสงนี้แทนรัศมีของแสงอาทิตย์ที่ขนานกันทุกเส้น ซึ่งในความเป็นจริงนั้นรัศมีของแสงดวงอาทิตย์นั้นเป็นกรวยที่ใหญ่มาก แต่เมื่อเทียบกับโลกและระยะทางที่ห่างกัน จึงไม่อาจจะคำนึกถึงสภาพของกรวยแสงนั้นได้ ทั้งนี้เส้นแสงนั้นจะเป็นเส้นทแยงมุมภายในลูกบาศก์ (เส้น A3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
147268



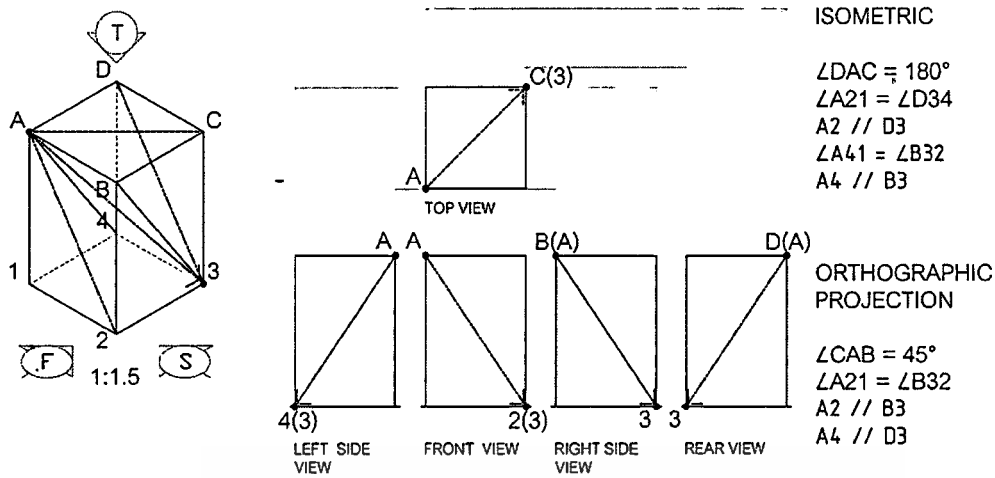
ภาพที่ 2.9 แสดงภาพเส้นแสงของรูปออโธกราฟิก ที่กล่องแสง 45° (1:1)



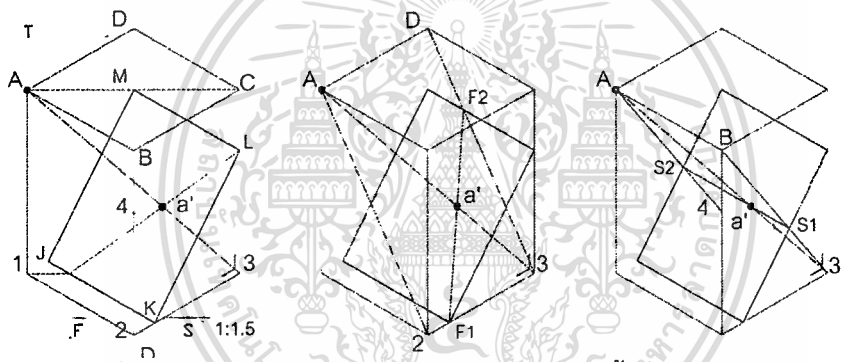
ภาพที่ 2.10 แสดงภาพเงาของรูปเฉลียง และ ไอโซเมตริก ที่กล่องแสง 45° (1:1)

วีระยุต ขุ้ยศร และ สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ (2558) แสดงให้เห็นว่า วิธีการเขียนแบบร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ด้วยกล่องแสงที่ มาตราส่วน 1:1.5 (ภาพที่ 2.10) นั้นสามารถปรับตามความเหมาะสม เมื่อลักษณะระนาบรับเงาเปลี่ยนไป ทั้งนี้ยังสามารถใช้เส้นแสงในทั้งสามระนาบ ร่วมกับเส้นแสงหลักได้ และมีความสะดวกรวดเร็วแตกต่างกันเมื่อระนาบรับเงานั้นมีการเปลี่ยนแปลง ทั้งยังสามารถหาตำแหน่งร่มเงาได้ถึง 3 วิธี (ภาพที่ 2.11-2.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 แสดงกล่องแสงที่ มาตราส่วน 1:1.5



ภาพที่ 2.12 แสดงวิธีการหาเงาจุด a' ได้ด้วย 3 วิธี ทั้งที่ระนาบเอียง

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเรียก เส้น A3 ว่า "เส้นแสงหลัก", เส้น AC ว่า "เส้นแสงในรูปด้านบน", เส้น A2 ว่า "เส้นแสงในรูปด้านหน้า" และ เส้น B3 ว่า "เส้นแสงในรูปด้านข้าง" เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงในงานวิจัย

2.5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง "บันได"

"บันได" คือ สิ่งที่ทำเป็นขั้น ๆ สำหรับก้าวขึ้นลง องค์ประกอบบันไดไว้คือ "ช่วงบันได" หมายความว่า ระยะตั้งบันได ซึ่งมีขั้นต่อเนื่องกันโดยตลอด, "ลูกตั้ง" หมายความว่า ระยะตั้งของขั้นบันได, "ลูกนอน" หมายความว่า ระยะราบของขั้นบันได

โดยกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กำหนดความหมายขององค์ประกอบบันไดไว้คือ "ช่วงบันได" หมายความว่า ระยะตั้งบันได ซึ่งมีขั้นต่อเนื่องกันโดยตลอด, "ลูกตั้ง" หมายความว่า ระยะตั้งของขั้นบันได, "ลูกนอน" หมายความว่า ระยะราบของขั้นบันได

ส่วนที่ 3 บันไดของอาคาร ข้อ 23 บันไดของอาคารอยู่อาศัยถ้ามีต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 3 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขั้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และต้องมีพื้นหน้าบันไดมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได บันไดที่สูงเกิน 3 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 3 เมตร หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยกว่านั้น และชานพักบันไดต้องมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได ระยะดิ่งจากขั้นบันได หรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร

และยังมีข้อกำหนดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ อีก เช่น ข้อ 24 บันไดของอาคารอยู่อาศัยรวม หอพัก, ต้องมีบันไดอย่างน้อยสองบันไดและแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร เป็นต้น หรือ ส่วนที่ 4 ว่าด้วยบันไดหนีไฟ เป็นต้น

2.6 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง "ความพึงพอใจ"

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม ซึ่ง การประเมินค่าของแต่ละคน ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งชนิดเดียวกัน ก็อาจแตกต่างกันได้ ด้วยขึ้นอยู่กับภูมิหลัง ประสบการณ์ ความสนใจการให้คุณค่าแก่สิ่งนั้นๆ ของแต่ละบุคคล

รายวิชาหรือเนื้อหาที่เรียนนั้น ผู้สอนย่อมมีจุดหมายที่ผู้เรียนพึงบรรลุแผนสำหรับจัดโอกาสการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่คาดหวังแก่ผู้เรียน ประสบการณ์ทั้งปวงของผู้เรียนที่จัดโดยสถาบันและกิจกรรมทางการศึกษาที่จัดให้กับผู้เรียน เมื่อผู้เรียนสามารถได้รับความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ที่คาดหวังไว้ มีอิสระในการตัดสินใจและการคิดสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ผู้เรียนย่อมพึงพอใจ ตามทฤษฎีความต้องการของอับราฮัม มาสโลว์ (Abrah H. Maslow) อ้างโดย ภาศิริ และ สินีนาถ (2553)

2.7 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยต้องการวิจัยเพื่อหาวิธีการหาตำแหน่งและเขียนแบบร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกบันได ซึ่งน่าจะมีเงื่อนไขและวิธีการที่สามารถปรับตามความเหมาะสม โดยเฉพาะกับรูปแบบบันได ด้วยวิธีกำหนดกล่องแสงด้วยมาตราส่วน ๑:๑.๕ เมื่อต้องการหาร่มเงาของจุดแสดงวัตถุที่เกิดการเปลี่ยนแปลงราวบันได และรนาบรับเงาบางส่วน เพื่อใช้ผลวิจัยนี้ในการนำมาปรับปรุงวิธีเขียนแบบร่มเงาของบันได จากการทบทวนวรรมสามารถสรุปเงื่อนไขในการวิจัย คือ กลุ่มตัวแปร แบ่งได้คือ ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1) แบบจำลองบันได (นำไปทดลองใช้กับ นักศึกษา)
2) ระนาบรับเงา (พื้น, ขั้นบันไดลูกตั้ง และ ขั้นบันไดลูกนอน)
3) องศาของทิศทาง (อัตราส่วนกล่องแสง 1:1 และ อัตราส่วนกล่องแสง 1:1.5)

และตัวแปรตาม ได้แก่

1) วิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกบันได
2) ความความพึงพอใจของนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

จากการสอนวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น เกิดปัญหาในการเรียนของนักศึกษาเรื่องการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ทั้งนี้เนื่องจากความซับซ้อนของระนาบ อันเกิดจากราวบันไดและจำนวนขั้นบันได และจากมุมที่นิยมใช้ในการเขียนแบบร่มเงา ทำให้เกิดการล่าช้าในการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก เมื่อทบทวนวรรณกรรมในเบื้องต้นนี้ เห็นได้ว่าการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกนั้น น่าจะพัฒนาวิธีการด้วยกล่อแสงแบบอื่นได้เพิ่มเติมจากกล่องแสง 1:1 คือ กำหนดทิศทางแสงในกล่องแสงที่ทำมุมทแยงด้วยมาตราส่วน 1:1.5ซึ่งมีวิธีการหาตำแหน่งจุดเงาถึง 3 วิธีในเบื้องต้น (วีระยุต และสุพัฒน์, 2558) เป็นเหตุให้ต้องทำการวิจัยเพื่อหาวิธีการทำความเข้าใจให้ง่ายสำหรับนักศึกษาและหาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกเพิ่มเติมต่อไป โดยมีวิธีการวิจัยดังนี้

3.1 ขั้นตอนการวางแผนการวิจัย
3.2 ขั้นตอนการศึกษาเชิงปฏิบัติ
  3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา
  3.2.2 เครื่องมือในการวิจัย
  3.2.3 วิธีการทดลอง
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลผล
3.4 ผลการวิจัย และอภิปราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขั้นตอนการวางแผนการวิจัย

การกำหนดปัญหาการวิจัยนี้เนื่องมาจากการเรียนการสอนเดิม ใช้วิธรการเขียนแบบร่มเงาบนวัตถุในงานแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกโดยการกำหนดทิศทางแสงในกล่องแสงที่ทำมุมทแยงกับวัตถุด้วยมุม 45° หรือที่มาตราส่วน 1:1 ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการใช้มาตราส่วนของกล่องแสงที่ 1:1.5 (อ้างถึง วีระยุตและ สุพัฒน์, 2558) ซึ่งสามารถเห็นเส้นแสงของรูปด้านหน้าและรูปด้านข้าง ในแบบไอโซเมตริกได้ชัดเจนไม่ซ้อนทับกับเส้นแสงหลัก น่าจะสามารถนำมาใช้ในการเขียนแบบร่มเงาบนแบบไอโซเมตริกบันได ได้เร็วขึ้นและเข้าใจง่ายขึ้นสำหรับนักศึกษา แล้วนำผลการวิจัยไปปรับปรุงการเรียนการสอนในรายวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น สามารถแสดงประเด็นปัญหาและเงื่อนไขได้ตามภาพที่ 3.1 แสดงประเด็นปัญหาของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาวิธีการเขียนแบบ เพื่อหาตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

สมมติฐานการวิจัย

- การใช้อัตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 ในการระบุตำแหน่งร่มเงา จะช่วยสร้างความเข้าใจในการหาตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกแก่นักศึกษาได้ง่ายกว่า การใช้อัตราส่วนกล่องแสง 1:1
- การเขียนแบบร่มเงาในงานเขียนแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก(บันไดแบบต่างๆ) จะมีวิธีการที่ปรับได้ตามความเหมาะสม

การออกแบบวิจัย วิธีการและเครื่องมือ

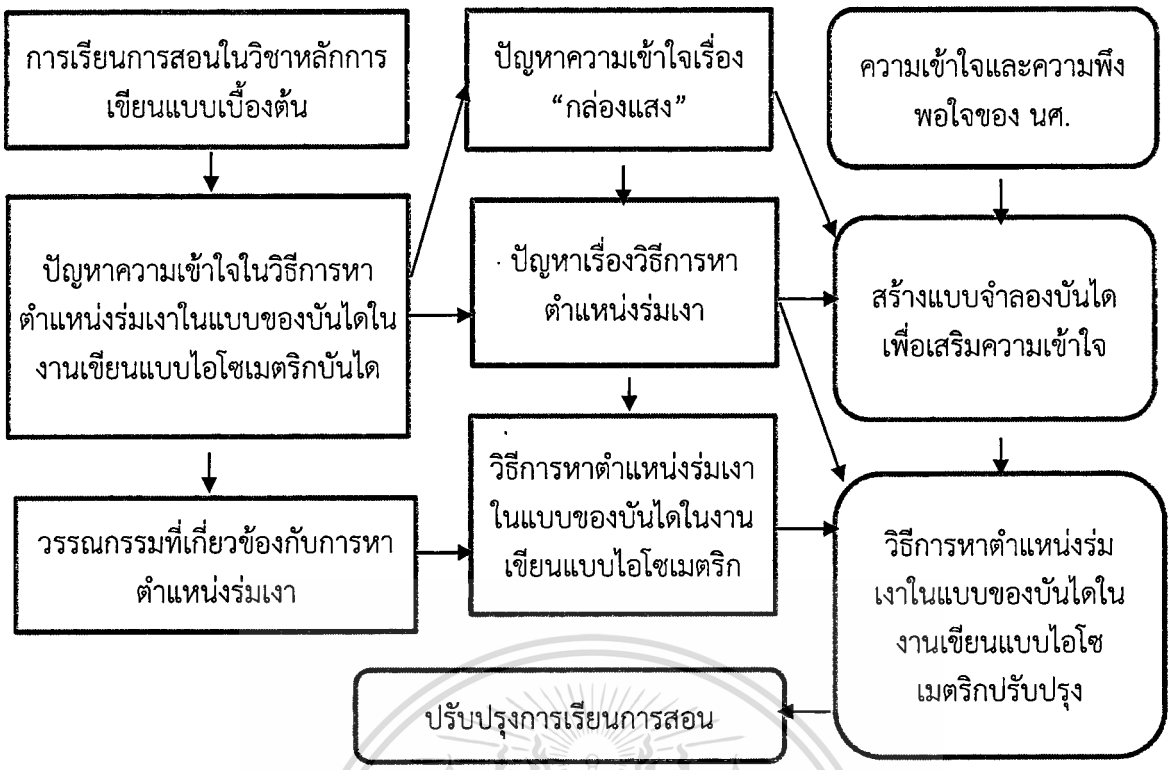
ทำแบบจำลองแบบจำลองเพื่อการทดลอง ด้วยการศึกษานำร่องหาแบบจำลองบันไดที่เหมาะสม โดยการใช้วิธีปฏิบัติให้นักศึกษาทดลองใช้ศึกษาในห้องเรียน ทั้งนี้แบบจำลองต้องไม่ซับซ้อนจนเกินไปและมีอยู่จริงเพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้และเข้าใจได้ สามารถเขียนแบบได้ในช่วงเวลาและและสามารถประเมินความพึงพอใจการเรียน แล้วจึงศึกษางานแบบจำลองต่อเพื่อหาวิธีการเขียนร่มเงาวิธีอื่นๆ แล้วนำวิธีที่ได้จากการศึกษาวิจัยมาใช้ในการเขียนแบบร่มเงาในงานไอโซเมตริกบันไดเป็นการทดลองความถูกต้องของวิธีการนั้นต่อไป

กรอบของการวิจัย

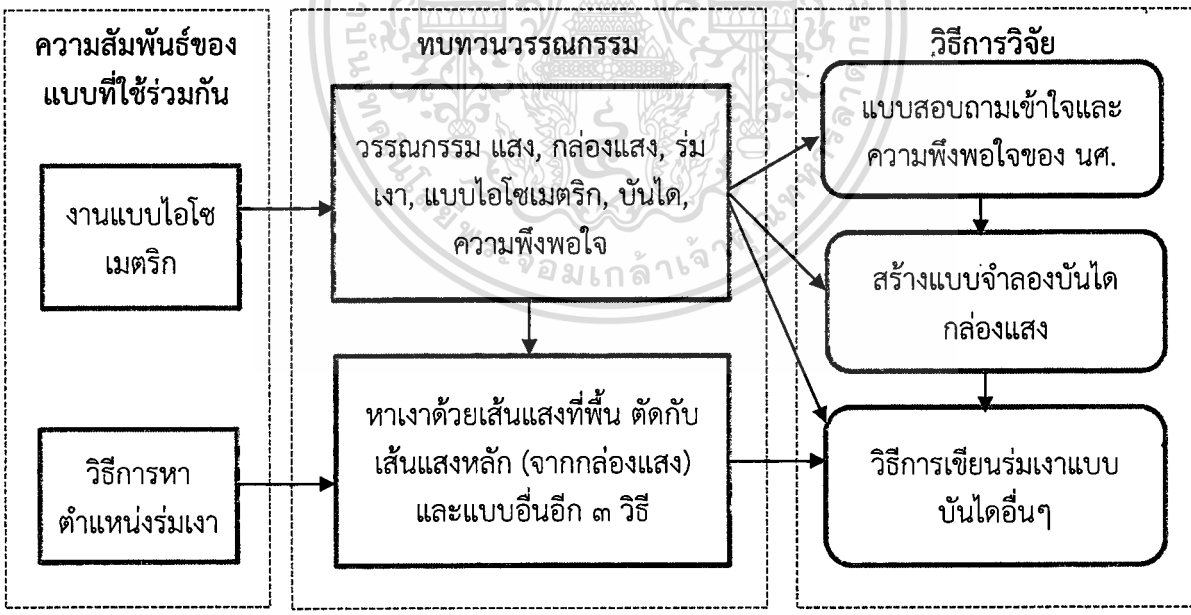
ศึกษาวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก บนเงื่อนไขที่กล่องแสง, มาตราส่วน 1:1 และมาตราส่วน 1:1.5 เพิ่มเติม ในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากการสอนวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น และการทบทวนวรรณกรรม นั้นสามารถสรุปกรอบแนวคิดสำหรับงานวิจัยคือ การเขียนแบบร่มเงาในงานออโธกราฟิกมีการใช้เส้นแสงด้านข้าง แต่ในงานแบบไอโซเมตริกไม่มีปรากฏการใช้งานเส้นแสงด้านข้าง เพราะเส้นแสงซ้อนกัน (กล่องแสง, มาตราส่วน 1:1) จึงต้องเปลี่ยนขนาดกล่องแสงให้เห็นเส้นแสงทุกเส้น (กล่องแสง, มาตราส่วน 1:1.5) เพื่อทดลองใช้เส้นแสงทุกเส้นหาร่มเงา ซึ่งคาดว่าน่าจะใช้ได้แสดงกรอบวิธีการวิจัย แสดงตามภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงประเด็นปัญหาของการวิจัย



ภาพที่ 3.2 กรอบแนวคิดในวิธีการวิจัย

3.2 ขั้นตอนการศึกษาเชิงปฏิบัติ

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา

- รูปแบบบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นักศึกษาในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น ร่วมทดลอง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 70 คน กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรมภายใน สาขาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.2 เครื่องมือในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรม แยกตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยได้ดังนี้

กลุ่มตัวแปรที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง แบ่งได้คือ

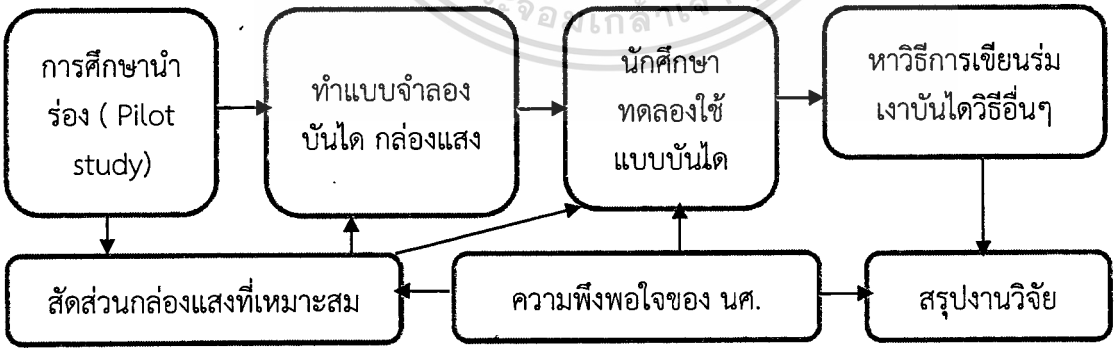
กลุ่มตัวแปรที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง (ภาพที่ 5) แบ่งได้คือ

- ตัวแปรอิสระ ได้แก่
  - แบบจำลองบันได (นำไปทดลองใช้กับ นักศึกษา)
  - ระนาบรับเงา (พื้น, ขั้นบันไดลูกตั้ง และ ขั้นบันไดลูกนอน)
  - องศาของทิศทาง (อัตราส่วนกล่องแสง 1:1 และ อัตราส่วนกล่องแสง 1:1.5)
- ตัวแปรตาม ได้แก่
  - วิธีการหาตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก
  - ความความพึงพอใจของนักศึกษา

3.2.3 วิธีการทดลอง(Experiments)

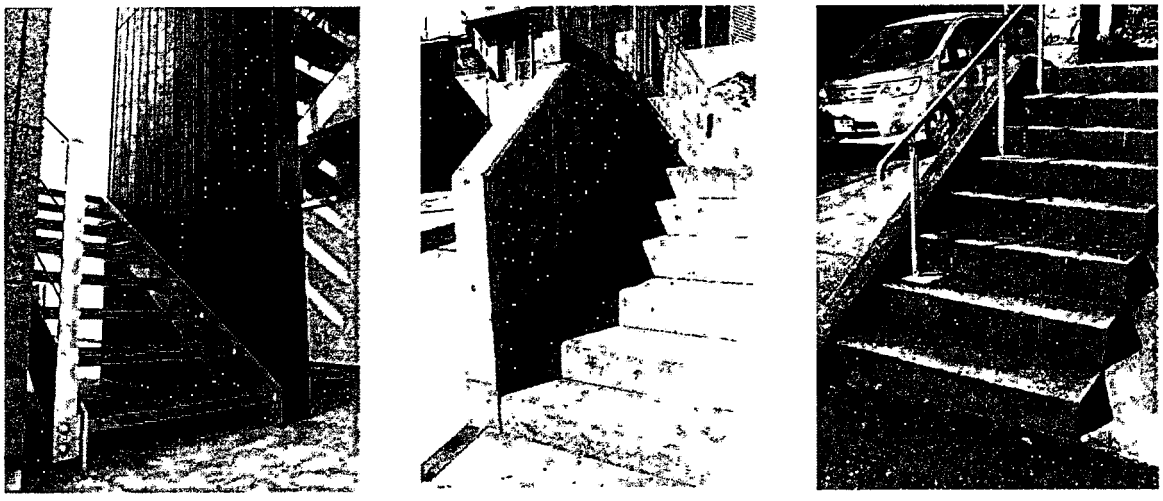
เตรียมการทำแบบจำลองบันไดเพื่อการทดลอง โดยการศึกษาจากบันไดจริงโดยทั่วไปที่ซ้ำกันหรือที่ใช้กัน โดยเฉพาะความต่างของราวบันได ซึ่งไม่ซับซ้อนเกินไป ทั้งนี้ด้วยการศึกษานำร่องหาแบบจำลองบันไดที่เหมาะสม

หลังจากทำแบบจำลอง โดยการใช้วิธีปฏิบัติให้นักศึกษาทดลองใช้ศึกษาในห้องเรียน ประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการเรียน แล้วศึกษางานแบบจำลองต่อบันไดเพื่อหาวิธีการเขียนร่มเงาวิธีอื่นๆ แล้วนำวิธีที่ได้จากการศึกษาวิจัยมาใช้ในการเขียนแบบวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก เป็นการทดลองความถูกต้องของวิธีการนั้นต่อไป ซึ่งแสดงขั้นตอนตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนวิธีการทดลองในงานวิจัย

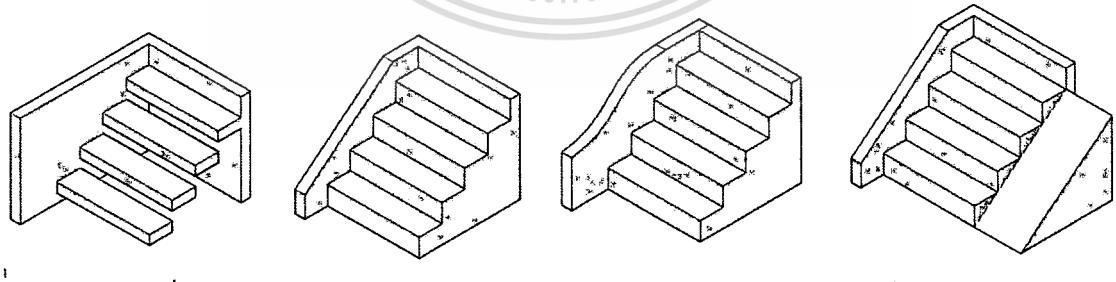
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองคานากาว่า โตเกียว 1

ทำแบบจำลองบันได (ภาพที่ 3.5-3.6)

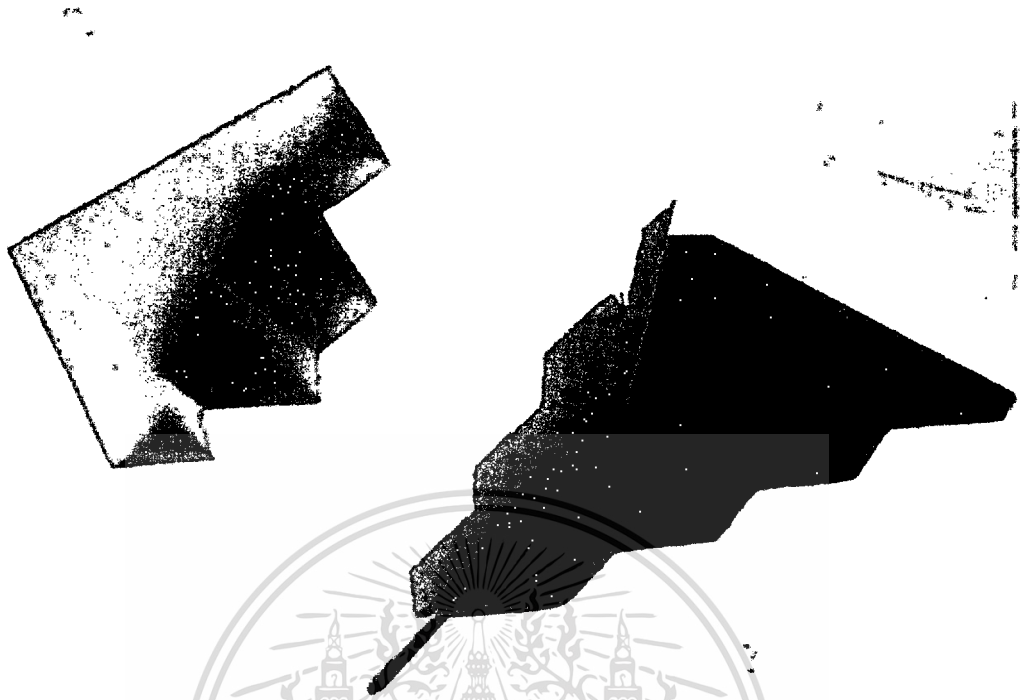
ภาพที่ 3.5 แสดงโมเดลแบบจำลองขั้นบันได



ภาพที่ 3.6 แสดงภาพแบบจำลอง 3 มิติ แบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

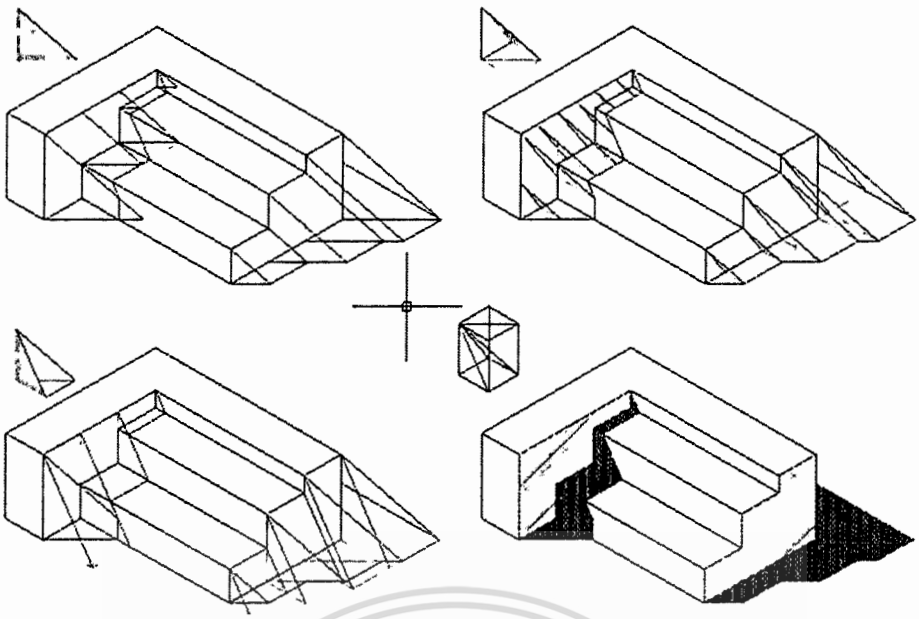
ทำการทดลองแสดงวิธีการทำความเข้าใจและหาตำแหน่งร่มเงา (ภาพที่ 37-3.9)



ภาพที่ 3.7 แสดงแบบจำลองบันได ในมุมมองแบบไอโซเมตริก

ภาพที่ 3.8 แสดงแบบจำลองบันได ในมุมมองแบบออโธกราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 แสดงเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ ประมวลผล และสรุปผลการวิจัย

3.3.1 ความเข้าใจและความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้แบบจำลอง
ประเมินด้วยการทำแบบสอบถาม แล้วประมวลผลด้วยวิธีทางสถิติ

3.3.2 วิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก
นำไปทดลองใช้ในการเขียนตำแหน่งร่มเงาในแบบของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ในแบบต่างๆ ว่าสามารถใช้วิธีที่ได้จากการวิจัยนี้หรือไม่

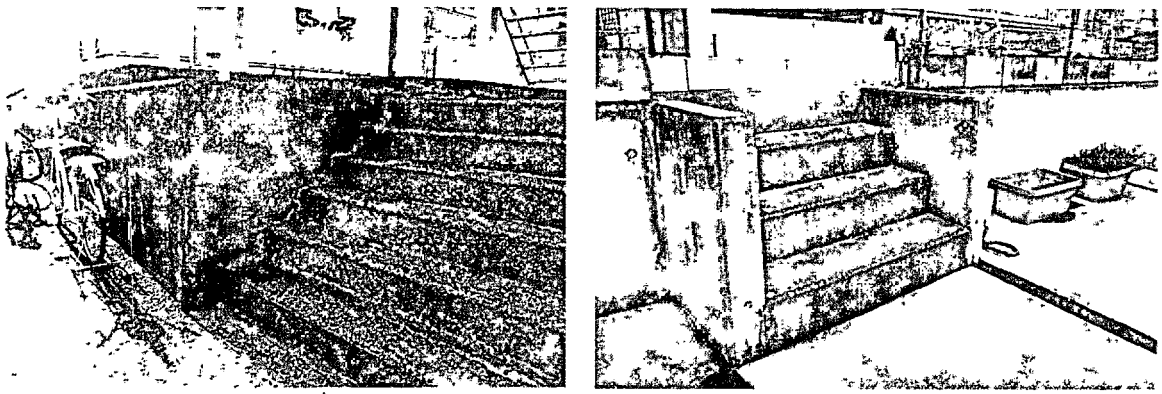
3.4 การวิจัยนำร่อง (Pilot study)

เนื่องด้วยการวิจัยนี้ ต้องหารูปแบบบันไดที่เหมาะสมในการใช้เพื่อการทดลองที่ต้องคำนึงถึง การทำความเข้าใจของนักศึกษาในเวลาอันจำกัด เพื่อประโยชน์ในการทดลองเขียนแบบให้ทันต่อเวลาเรียนในห้องสตูดิโอเขียนแบบ ซึ่งมีเวลาเรียนเพียงครึ่งวัน(4 ชั่วโมง) โดยเริ่มศึกษาสัดส่วนของกล่องแสงเดิมที่นิยมใช้กันคือที่มุม 45° หรือสัดส่วนขนาดกล่องที่ 1:1 (ความกว้าง : ความสูง) เปรียบเทียบกับสัดส่วนขนาดกล่องแสงที่ 1:1.5 (วีระยุต และ สุพัฒน์, 2558)

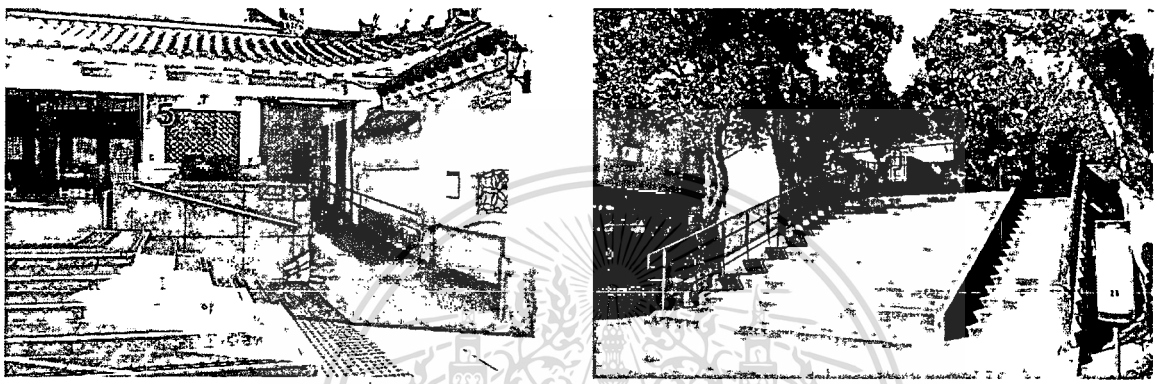
ทั้งนี้การเลือกแบบบันได ผู้วิจัยได้ถ่ายภาพรูปแบบบันไดในสถานที่จริง (ภาพที่ 3.10-3.13) นำมาลดทอนขนาด เขียนเป็นแบบไอโซเมตริก และทดลองหาตำแหน่งร่มเงาและเขียนแบบด้วยตนเอง เพื่อศึกษาความยากง่ายก่อนแล้วจึงให้นักศึกษา (อาสาสมัครที่เคยเรียนวิชากลักการเขียนแบบเบื้องต้น นักศึกษาชั้นปีที่ ๒) ทดลองเขียนแบบและหาตำแหน่งร่มเงาในเวลาครึ่งวัน เพื่อดูระยะเวลาในการเขียนแบบของนักศึกษา ซึ่งมีบางแบบของบันไดนักศึกษาจะเขียนไม่ทันเลย คือ แบบราวบันไดโค้ง แต่ด้วยเหตุที่เป็นเรื่องยากจึงยังคงรูปแบบนี้ในการทดลอง เพียงแต่ลดรายละเอียดของแบบลง

เมื่อทำการทดลองเบื้องต้นได้ปรับปรุงแบบให้คงเหลือในการทดลองทั้งสิ้น ดังภาพที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองคานากาว่า โตเกียว 2

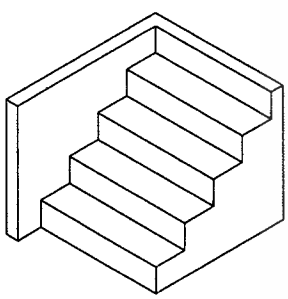


ภาพที่ 3.11 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองไทเป ไต้หวัน

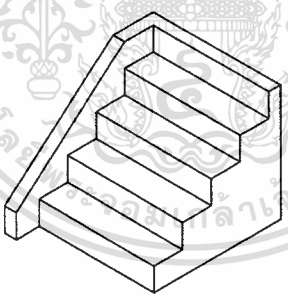
ภาพที่ 3.12 แสดงภาพตัวอย่างบันได เมืองโรดส์ กรีซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

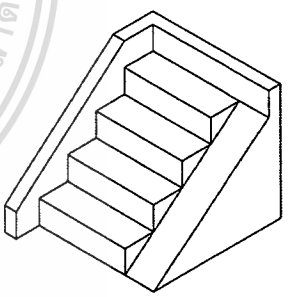
ภาพที่ 3.13 แสดงภาพบันไดพระอุโบสถวัดหน้าพระเมรุ อยุธยา และวัดคงคาราม ราชบุรี ตามลำดับ



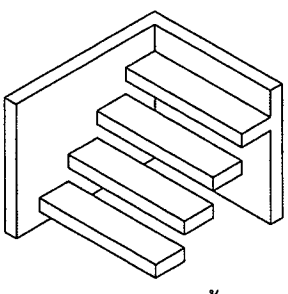
บันไดราวบันไดขนานกับพื้น



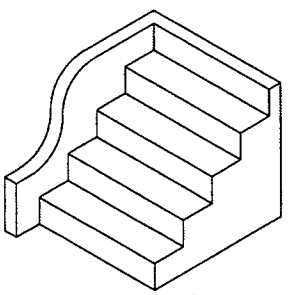
บันไดราวบันไดเอียง



บันไดราวบันไดเอียง
มีทางลาด



บันไดไม่มีลูกตั้ง



บันไดราวบันไดโค้ง

ภาพที่ 3.14 แสดงรูปแบบบันไดที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการวิจัย

การทดลองวิจัยนี้ ได้จากการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับการเรียนการสอนที่ได้มีการปรับเปลี่ยนอยู่บ้างในรายวิชาหลักการออกแบบเบื้องต้น ทั้งนี้การทดลองวิจัยเรื่องวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก มีความจำเป็นต้องอธิบายพื้นฐานให้นักศึกษาได้มีความเข้าใจในการเขียนแบบดังกล่าวก่อน เพื่อความรวดเร็วในการทดลองและความถูกต้องในการเขียนแบบและต้องอาศัยความร่วมมือจากคณะอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาช่วยอธิบายและตรวจงาน การอธิบายเบื้องต้นจึงเป็นเสมือนการทำความเข้าใจและข้อตกลงในการทดลองด้วย

ทั้งนี้งานวิจัยนี้ยังมีการเพิ่มเติมแบบของบันไดต่างๆ ซึ่งมีความยากง่ายไม่เท่ากัน โดยสรุปแบบมาจากการทำการวิจัยนำร่อง(Pilot study) โดยการทดลองวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนดังนี้

4.1 การอธิบายพื้นฐานในการหาตำแหน่งร่มเงาในงานสามมิติ

4.1.1 การอธิบายเรื่ององศาแสงในกล่องแสง ด้วยแบบจำลองกล่องแสง

4.1.2 การอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันได ด้วยแบบจำลองบันได

4.1.3 อธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันได ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสามมิติ โปรแกรมออโต้แคด (AutoCAD)

4.2 การอธิบายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

4.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการศึกษา

4.3.1. ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง

4.3.2. ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อวิธีการเขียนแบบกับรูปแบบบันได

4.3 ผลการวิจัย

4.3.1. ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดมาตราส่วนกล่องแสง

4.3.2. ผลความพึงพอใจของนักศึกษาต่อวิธีการเขียนแบบกับรูปแบบบันได

4.3.3 วิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกเพิ่มเติม

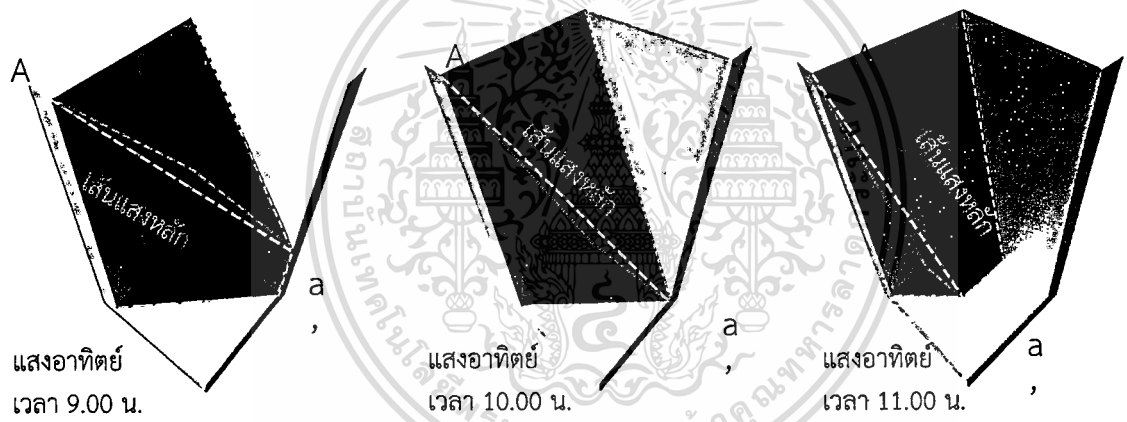
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การอธิบายพื้นฐานในการหาตำแหน่งร่มเงาในงานสามมิติ

4.1.1 การอธิบายเรื่ององศาแสงในกล่องแสง ด้วยแบบจำลองกล่องแสง

แบบจำลองกล่องแสงใช้ในการอธิบายหลักเบื้องต้นของกล่องแสง คือ ว่างกล่องแสงจำลองนี้ให้ตำแหน่งเงาที่พื้นกล่องเป็นเงาเส้นทแยงมุม (ภาพที่ 4.1) โดยกำหนดมุมกล่องเป็นจุด A และได้ตำแหน่งจุดเงาที่จุด a' ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าถ้าสัดส่วนของกล่องแสงอยู่ที่ 1:1.5 เงาจุด a' จะอยู่ตรงมุมล่างของกล่องแสงจำลองพอดี ตรงตามเวลาประมาณ 10.00 น.

การวางกล่องจำลองเข้าหาแสงที่เกิดเงาที่ระนาบพื้นกล่องเป็นเส้นทแยงมุม 45° หรือทิศทางในเส้นทแยงมุม ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาช่วงเช้า เช่นเวลาประมาณ 9.00 น. องศาทิศทางแสงจะไม่ชันมาก เงาจุด a' จะทอดตัวอยู่บนผนังของกล่องแสง แต่เมื่อเวลาประมาณ 10.00 น. องศาทิศทางแสงจะทำให้ เงาจุด a' อยู่มุมกล่องแสง และเมื่อเวลาประมาณ 11.00 น. ซึ่งองศาทิศทางแสงจะชันมาก เงาจุด a' จะทอดตัวอยู่บนพื้นของกล่องแสง ข้อสังเกตว่าเงาจุด a' จะอยู่ในแนวเส้นทแยงมุมที่ระนาบพื้นทั้งสิ้น ด้วยการศึกษาทดลองนี้น่าจะเพิ่มความเข้าใจให้นักศึกษาในเรื่องปัจจัยมุมองศาทิศทางแสงมีผลต่อการเปลี่ยนตำแหน่งของจุดเงาได้ชัดเจนมากขึ้น

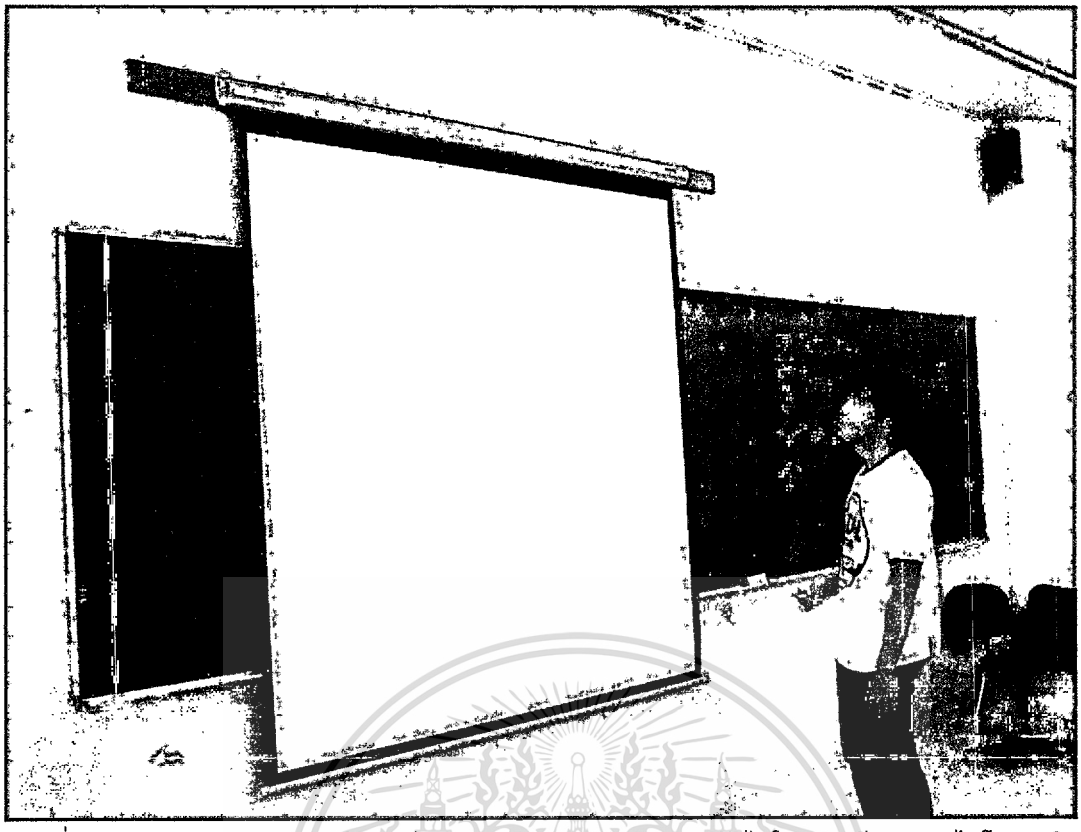


ภาพที่ 4.1 แสดงการทดลองแบบจำลองกล่องแสง

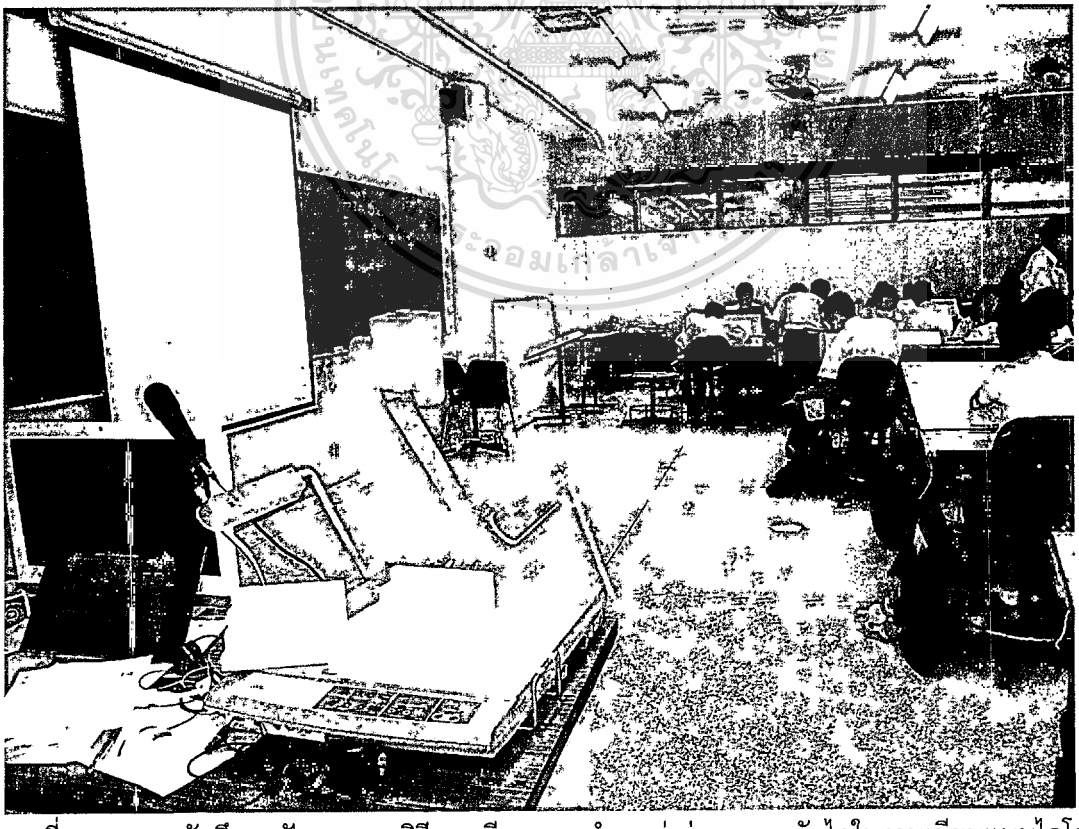
4.1.2 การอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันได

ด้วยแบบจำลองบันได (ดูภาพที่ 4.2-4.5) โดยการนำแบบจำลองบันไดวางบนเครื่องฉายทึบแสง แล้วเปิดโคมไฟส่อง หมุนตัวแบบจำลองบันได เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางแสงและรูปแบบเงาที่เกิดขึ้นบนแบบจำลองบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

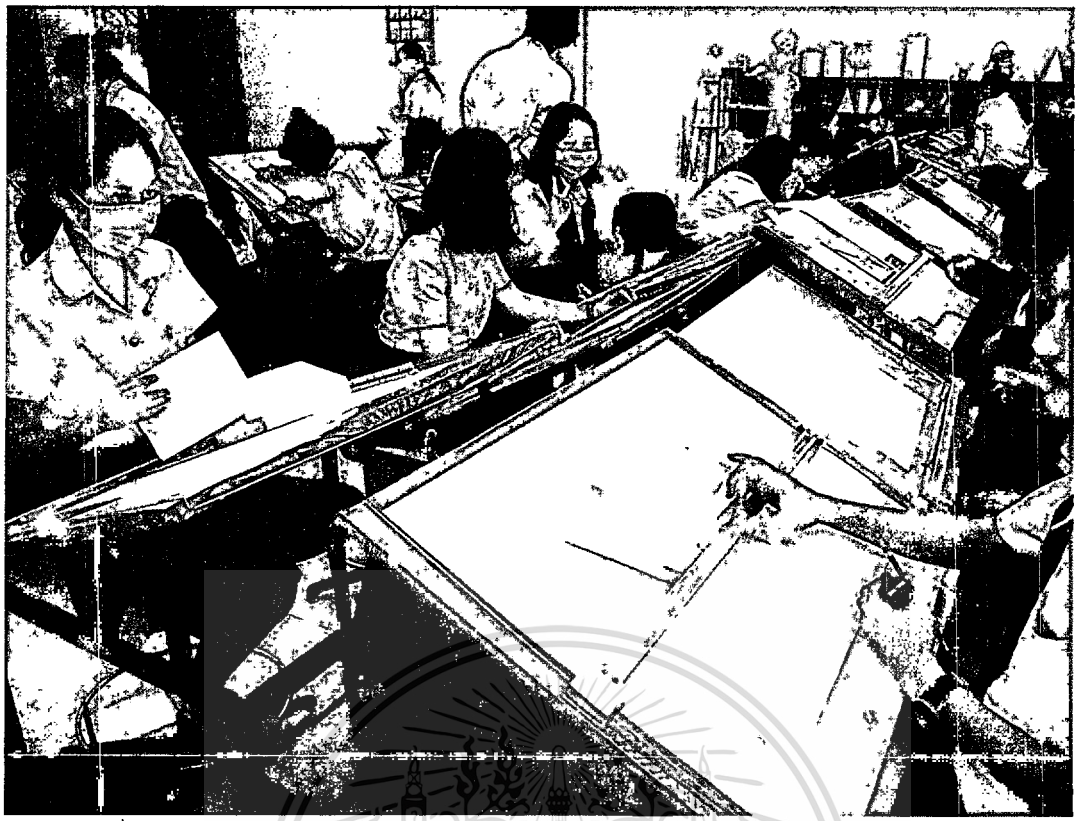


ภาพที่ 4.2 แสดงการบรรยายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

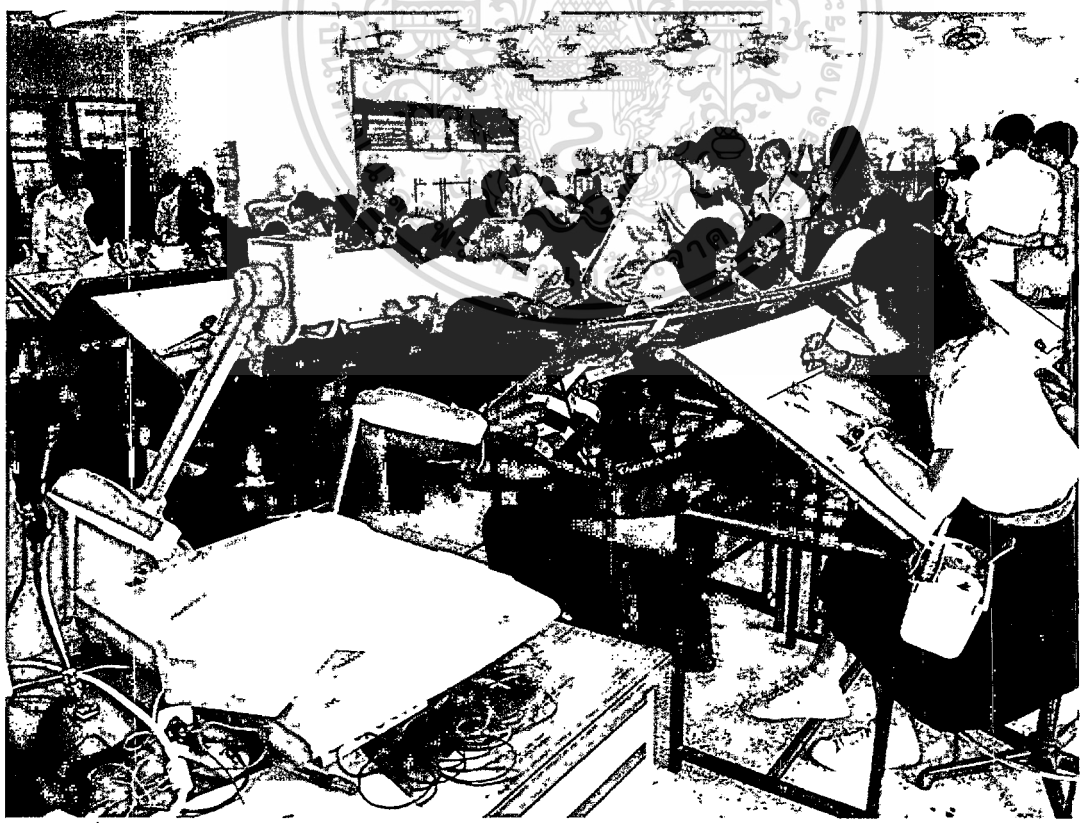


ภาพที่ 4.3 แสดงนักศึกษาฟังบรรยายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงนักศึกษาทดลองใช้แบบจำลองของบันไดในวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงา

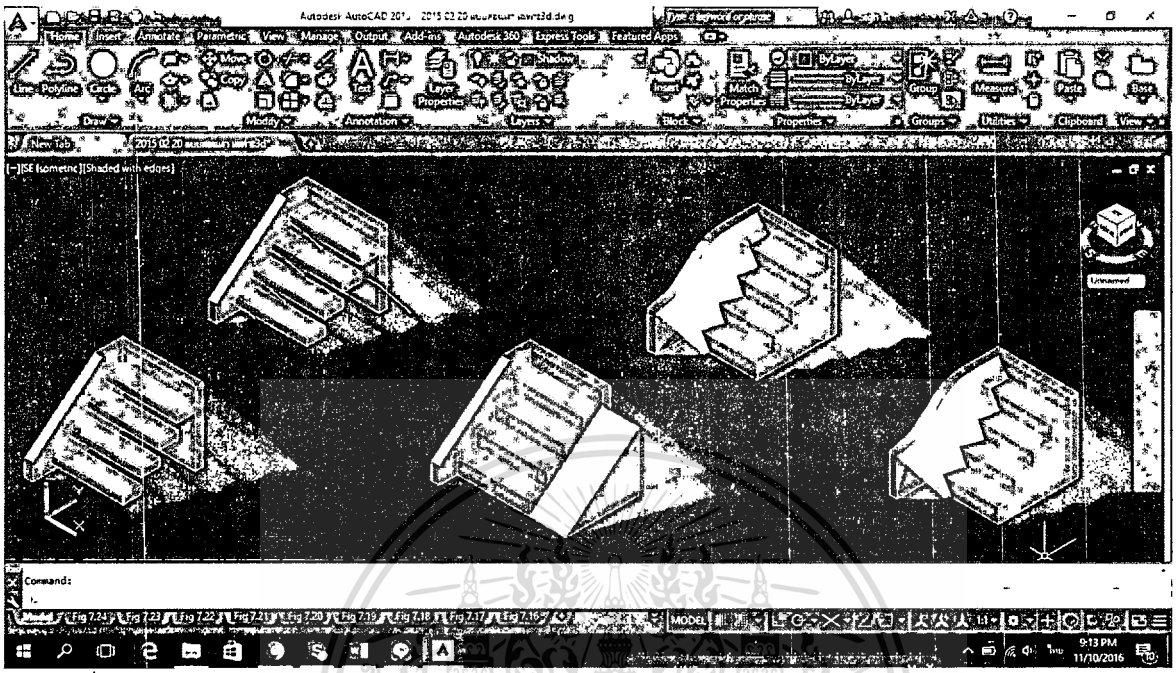


ภาพที่ 4.5 แสดงนักศึกษาทดลองวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดใช้กล่องแสง 1:1.5

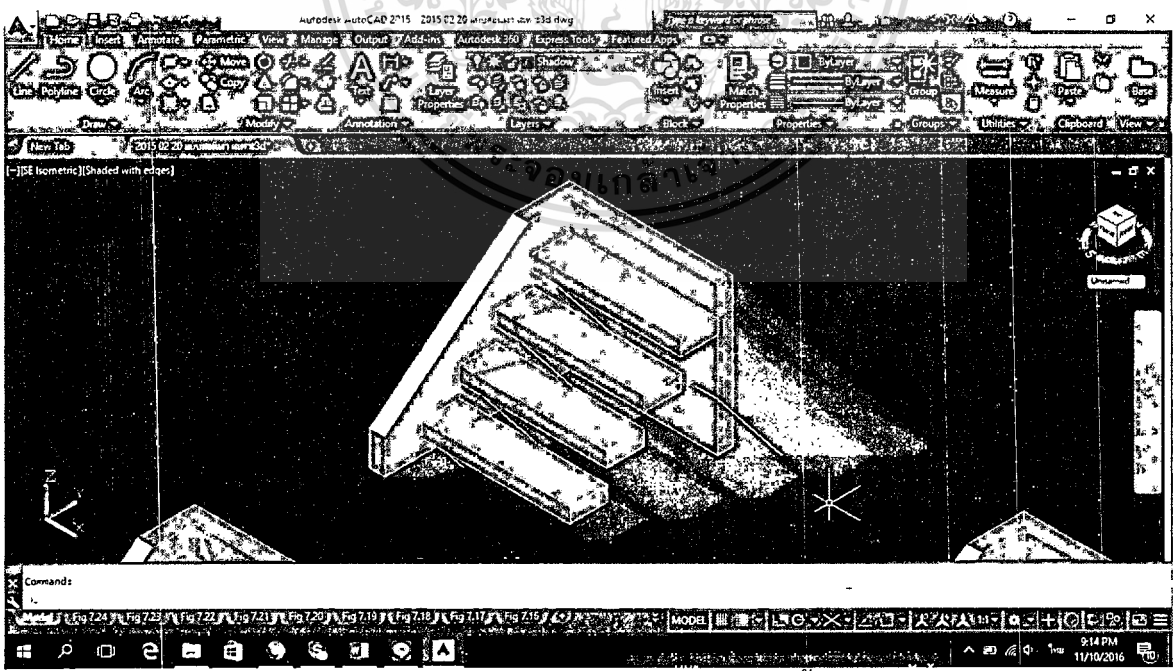
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันได ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสามมิติ

ใช้โปรแกรมออโต้แคด(AutoCAD) (ดูภาพที่ 4.6-4.9) เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงตามหลักการเขียนแบบ ทั้งยังสามารถปรับหมุนให้นักศึกษาดูได้ในหลายทิศทาง

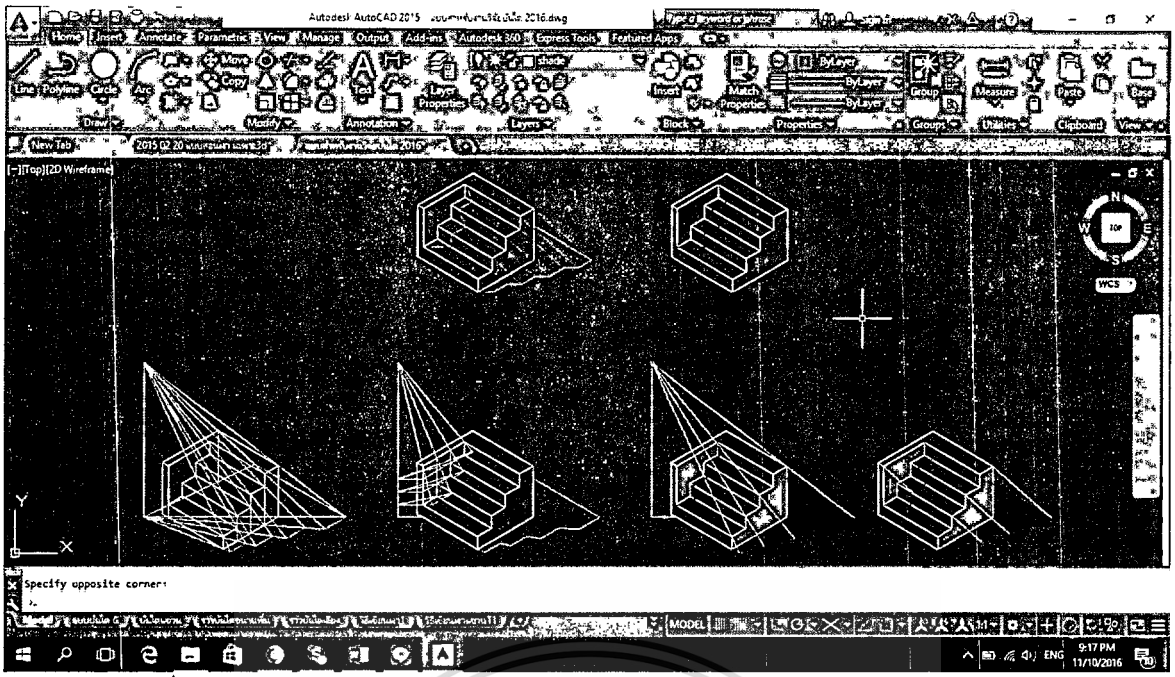


ภาพที่ 4.6 แสดงการอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันไดแบบต่างๆ ด้วยโปรแกรมออโต้แคด โมเดลสามมิติ

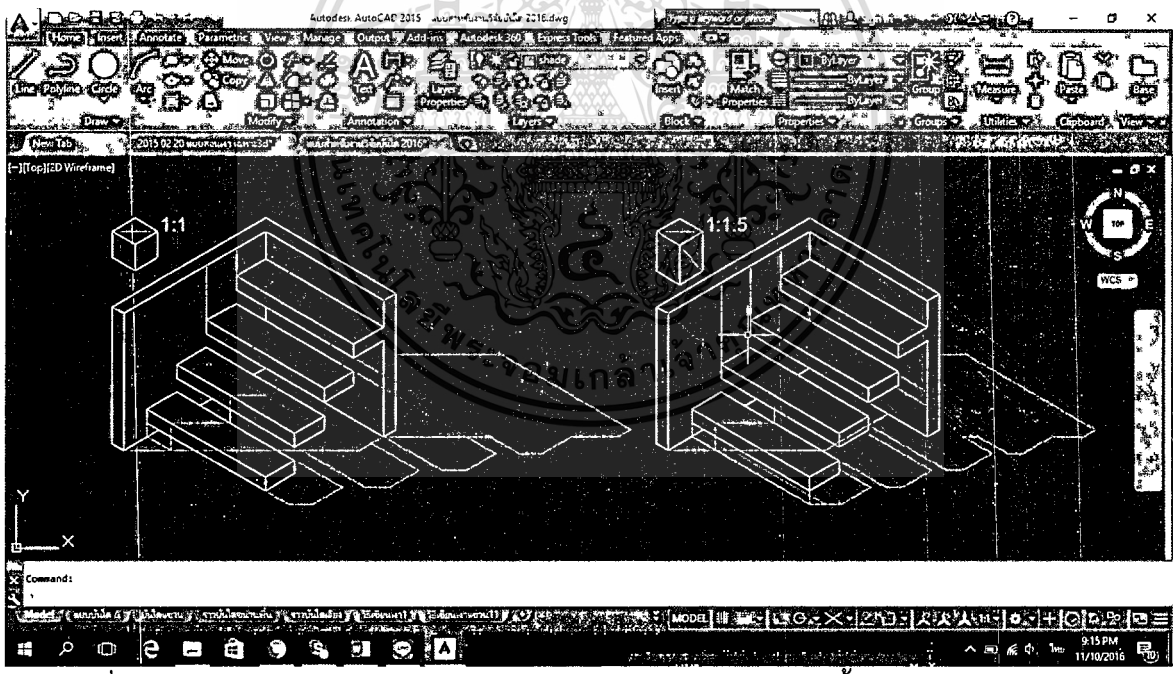


ภาพที่ 4.7 แสดงการอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันไดแบบลอยตัวไม่มีลูกตั้ง ด้วยโปรแกรมออโต้แคด โมเดลสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงการอธิบายแหล่งกำเนิดแสงในงานไอโซเมตริก ด้วยโปรแกรมออโต้แคด

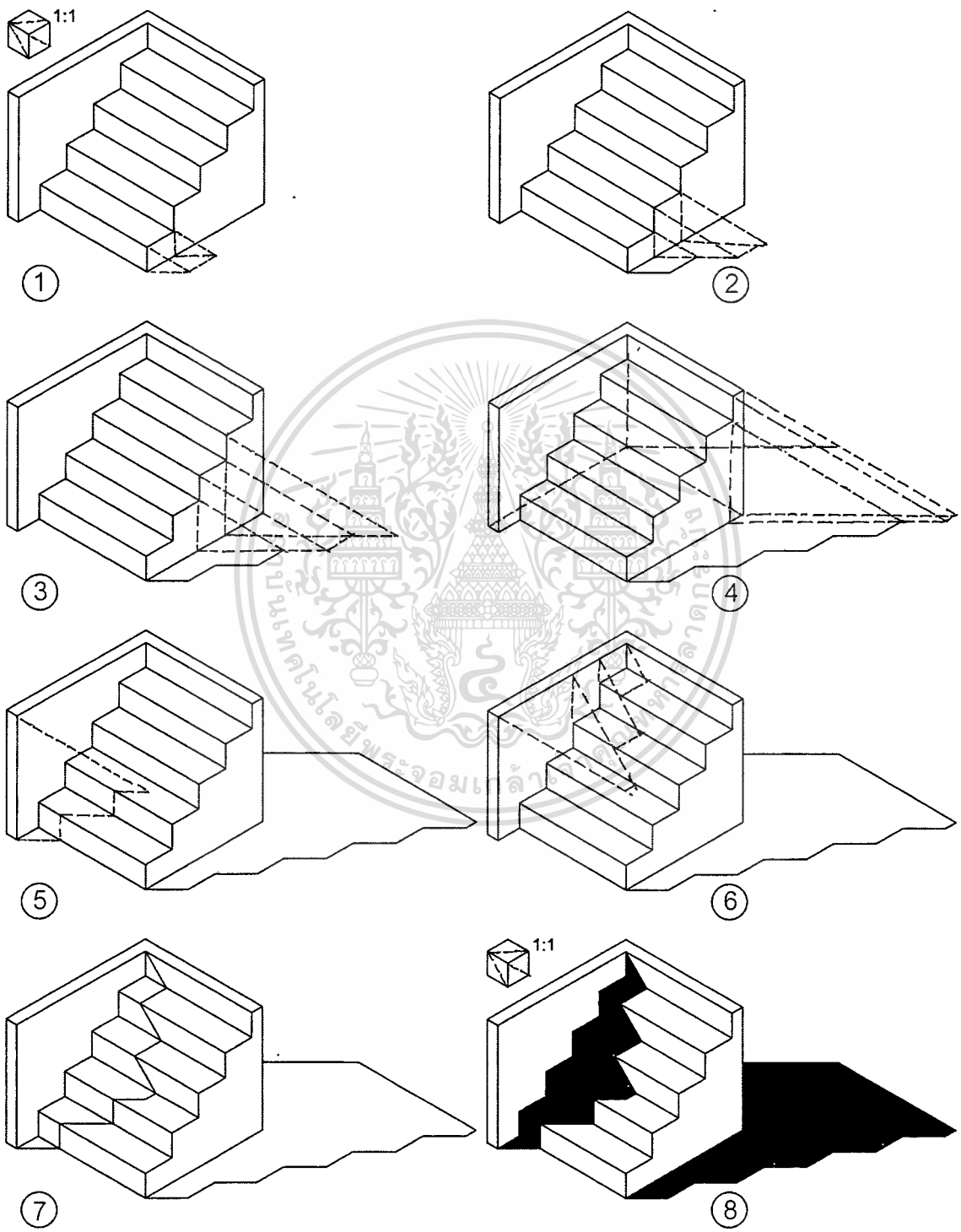


ภาพที่ 4.9 แสดงการอธิบายตำแหน่งร่มเงาของบันไดแบบลอยตัวไม่มีลูกตั้ง ด้วยโปรแกรมออโต้แคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

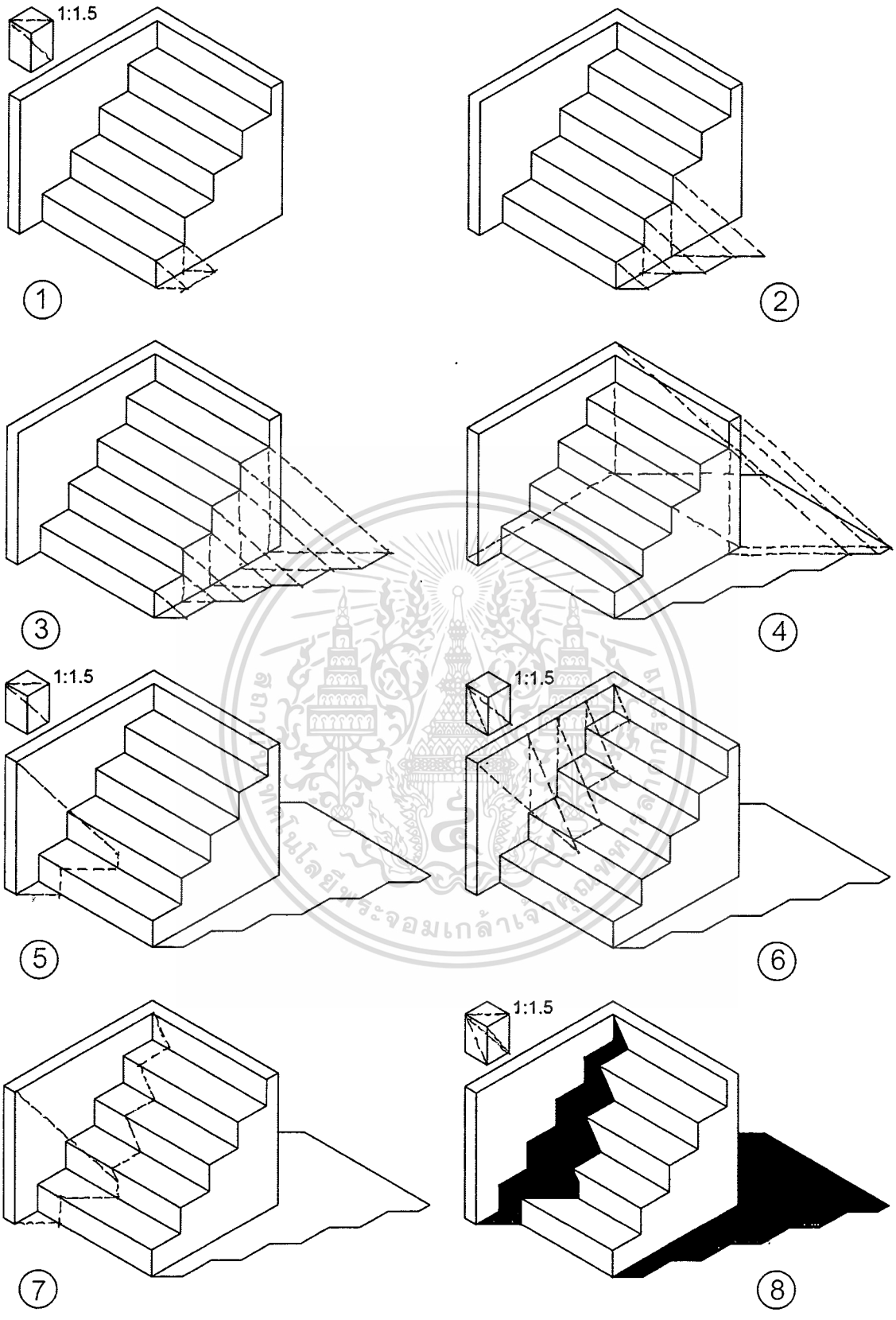
4.2 การอธิบายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

ทั้งนี้ในการทดลองนี้ ได้กำหนดการเขียนแบบด้วยค่ากล่องแสงที่ มาตราส่วน 1:1 และมาตราส่วน 1:1.5 จึงต้องมีการอธิบายวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก รวม 2 วิธี คือ (ภาพที่ 4.10-4.11)



ภาพที่ 4.10 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดขนานพื้น ที่กล่องแสง 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

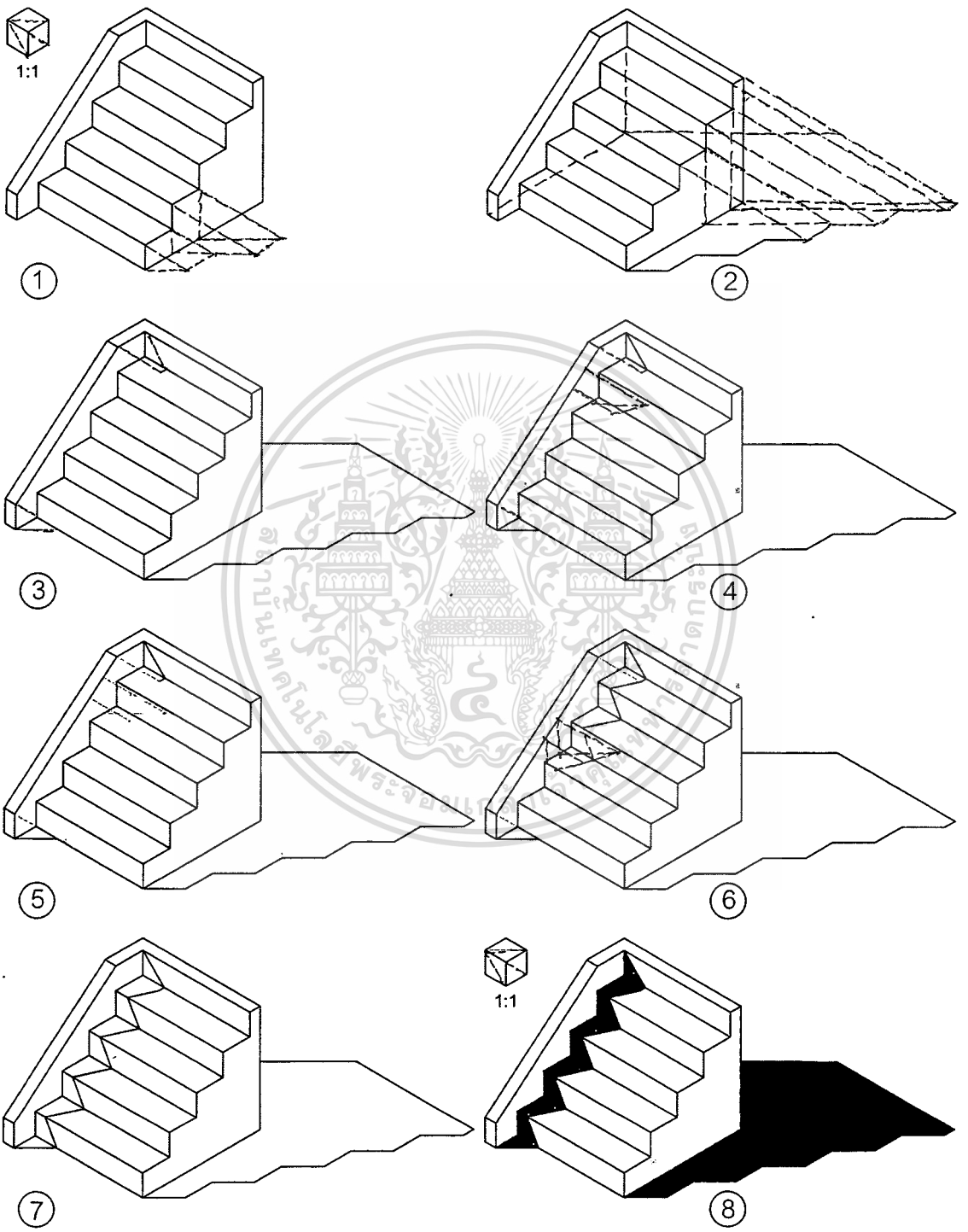


ภาพที่ 4.11 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดขนานพื้น ที่กล่องแสง 1:1.5

ในการเขียนตำแหน่งร่มเงาของบันไดที่มีราวบันไดเอียงนั้นจะมีความแตกต่างกับการหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดที่มีราวบันไดขนานกับพื้น ในกรณีที่มีความเหมือนกันคือ เส้นที่เป็นส่วนของระนาบที่ตั้งฉากกับพื้นใน

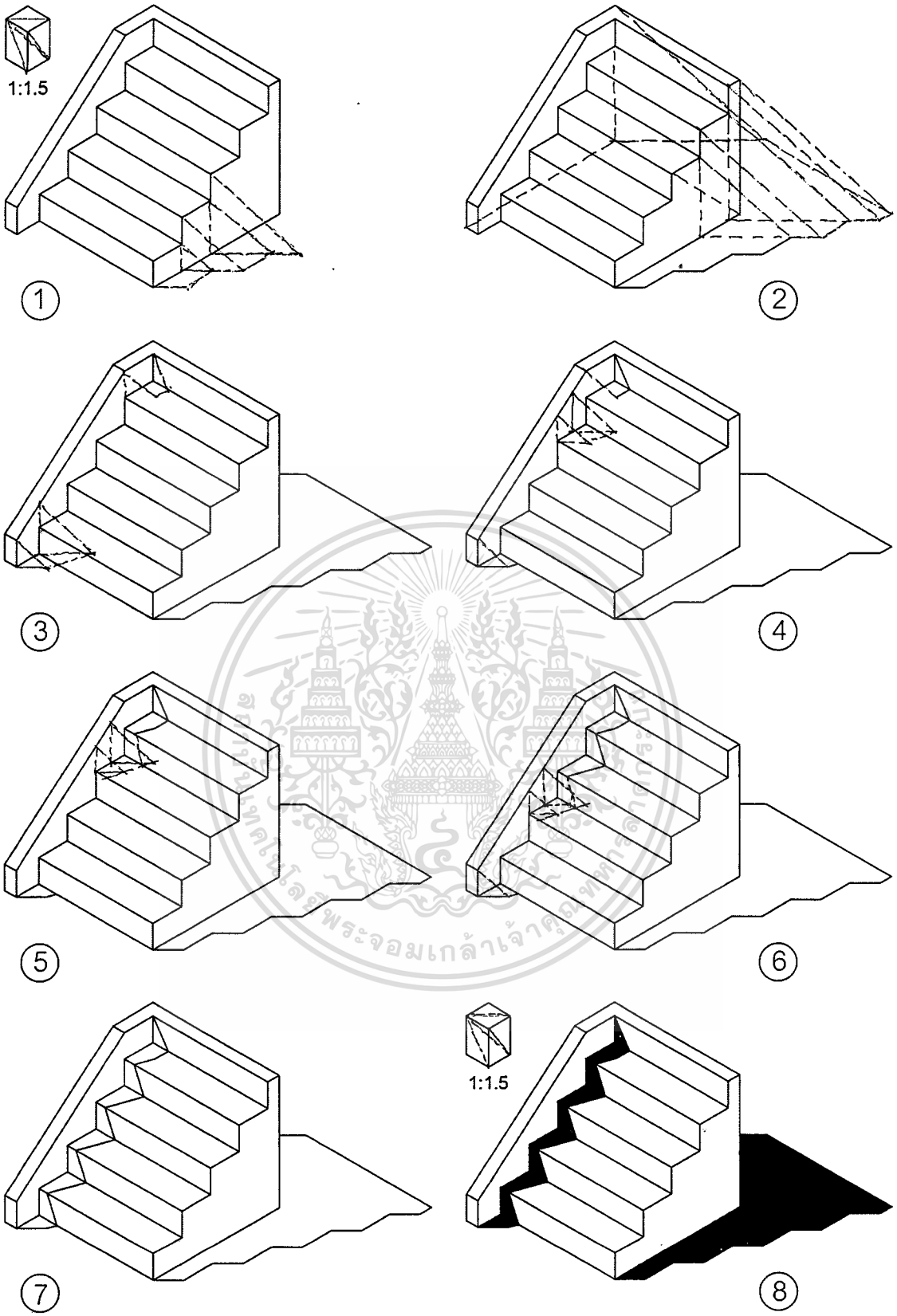
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวดิ่ง เมื่อเกิดเงา เงาจะทอดตัวขนานพื้นเป็นเส้นแนวนอน 180° หรือที่เป็นเส้นแสงในรูปด้านบน ในกรณีที่เส้นที่เป็นส่วนของระนาบที่ตั้งฉากกับพื้นในแนวดิ่ง ตกกระทบเป็นเงาบนระนาบที่ตั้งฉากกับพื้น ก็สามารถใช้องศาเส้นแสงในรูปด้านหน้าของกล่องแสงได้ทันที และกรณีเส้นที่ขนานกับระนาบพื้นก็จะเกิดเงาในแนวขนานวัตถุคือเส้น 30° แต่ในกรณีที่ต่างคือเมื่อเส้นที่เป็นส่วนของราวบันไดเอียง (ภาพที่ 4.12-4.13)



ภาพที่ 4.12 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดอียง ที่กล่องแสง 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 แสดงวิธีการหาตำแหน่งร่มเงาของบันได ราวบันไดอียง ที่กล่องแสง 1:1.5

ทั้งนี้การหาตำแหน่งร่มเงาบนบันไดโดยกำหนดกล่องแสงมาตราส่วน 1:1 และมาตราส่วน 1:1.5ที่นำเสนอไปนี้ใช้วิธีการหาตำแหน่งร่มเงาวิธีเดียวกัน แตกต่างที่ผลของระยะเงาที่ไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการศึกษาด้วยแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี จำนวน 70 คน ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตอบแบบสอบถามจริง จำนวน 70 คน (ประกอบด้วย นักศึกษาชาย 19 คน นักศึกษาหญิง 51 คน อายุระหว่าง 18-20 ปี)

4.3.1 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อมาตราส่วนกล่องแสง

การเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วนต่างกัน คือที่มาตราส่วน 1:1 และ 1:1.5

4.3.2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อแบบบันได

วิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของแบบบันได รวม 3 แบบ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง และการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการอธิบายแบบจำลองด้วยวิธีต่างๆ

โดยการแบ่งค่าระดับความพึงพอใจของนักศึกษาออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 1 มีความพึงพอใจน้อยมาก

ระดับ 2 มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 3 มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 4 มีความพึงพอใจมาก

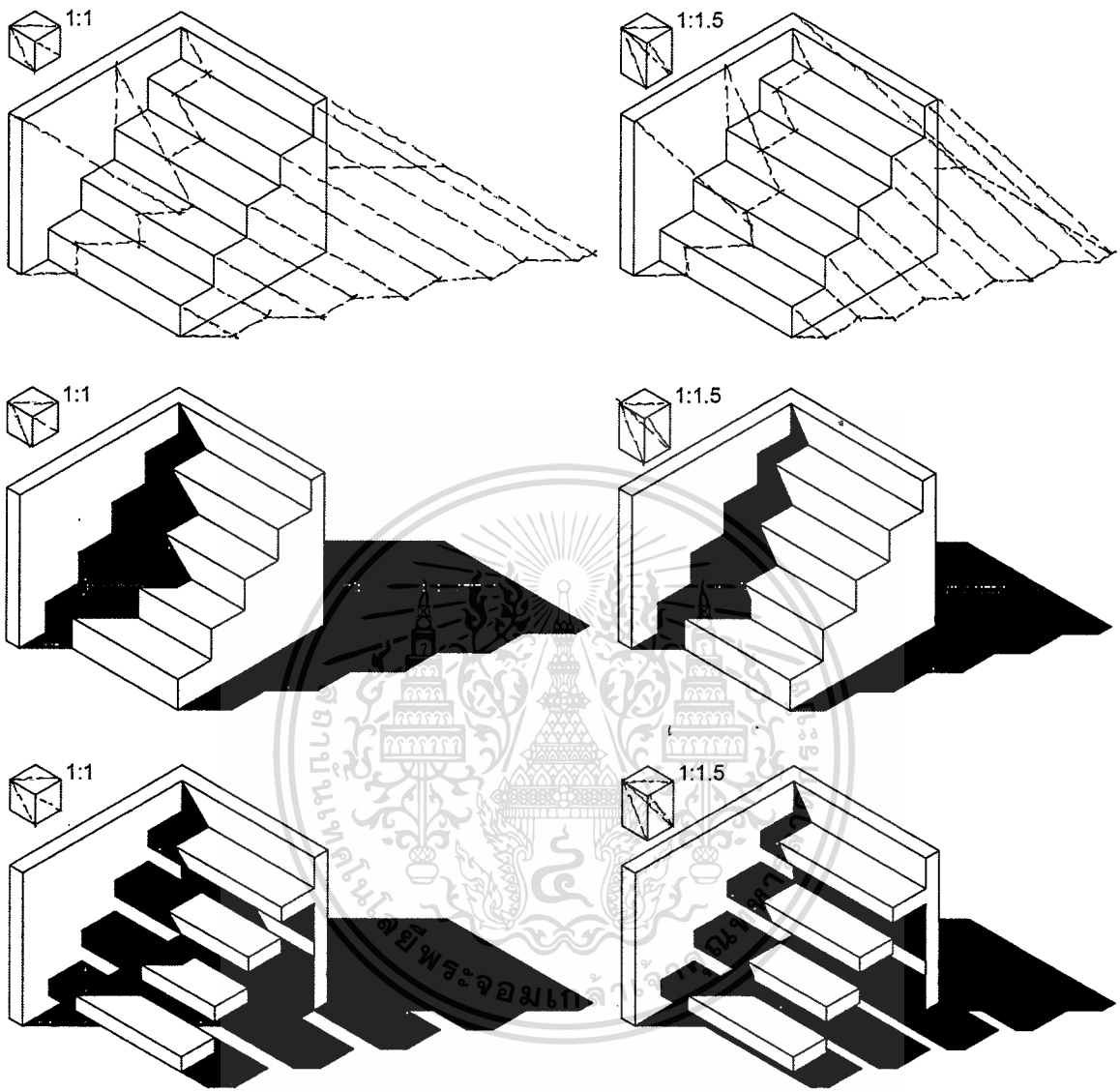
ระดับ 5 มีความพึงพอใจมากๆ

วิเคราะห์ความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิจัย

4.4.1 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วนต่างกัน คือที่มาตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 (ภาพที่ 4.14)



ภาพที่ 4.14 แสดงการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วนต่างกัน คือ สัดส่วน 1:1 และ1:1.5

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วนต่างกัน คือที่มาตราส่วน 1:1, และ1:1.5

ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง ที่มาตราส่วน 1:1 นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้กล่องแสงนี้ในการเขียนแบบร่มเงาบันได อยู่ที่ค่าความพึงพอใจ “มาก (4)” ที่ 40% โดยอยู่ที่ค่าเฉลี่ย (Mean) = 3.67 (จากค่าความพึงพอใจเต็ม 5) Std.Deviation = 1.099 จากนักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถาม 70 คน

ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง ที่มาตราส่วน 1:1.5 นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้กล่องแสงนี้ในการเขียนแบบร่มเงาบันได อยู่ที่ค่าความพึงพอใจ “มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4)" ที่ 40% โดยอยู่ที่ค่าเฉลี่ย (Mean) = 4.06 (จากค่าความพึงพอใจเต็ม 5) Std.Deviation = 0.832 จากนักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถาม 70 คน (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง

No	อัตราส่วนกล่องแสง	Mean	Std.Deviation	หมายเหตุ
1	กล่องแสง ที่มาตราส่วน 1:1	3.67	1.099	จำนวน
2	กล่องแสง ที่มาตราส่วน 1:1.5	4.06	0.806	นศ.. = 70 คน

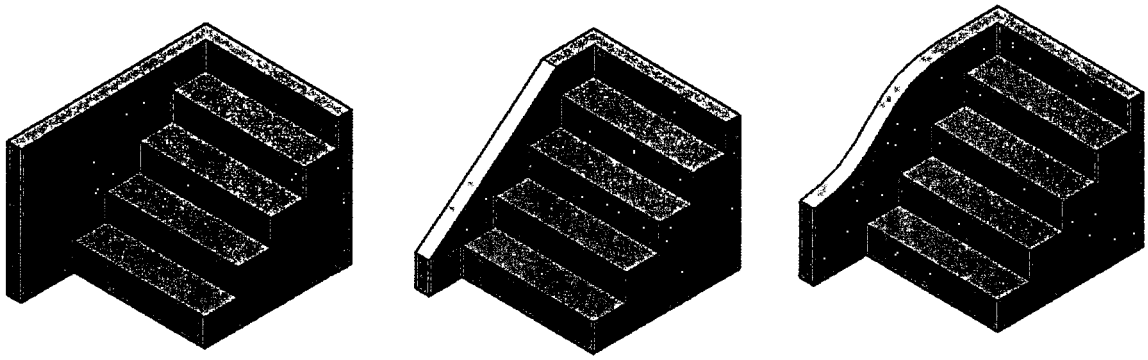
ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วนต่างกัน คือที่มาตราส่วน 1:1, และ 1:1.5 นักศึกษาเลือกที่จะใช้กล่องแสงมาตราส่วน 1:1.5 จำนวน 42 คนหรือคิดเป็น 60% ของนักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถาม 70 คน (ภาพที่ 4.15)

ภาพที่ 4.15 แสดงกราฟค่าความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง

4.4.2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของแบบบันไดต่างๆ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการเขียนแบบกับรูปแบบบันไดแบบต่างๆ โดยให้นักศึกษาเลือกความยากง่ายของรูปแบบบันไดที่ใช้ในการทดลองหาตำแหน่งร่มเงา (ภาพที่ 4.16) ทั้งนี้สำหรับบันไดราวบันไดเอียงมีทางลาด. (คล้ายบันไดราวบันไดเอียง) และบันไดไม่มีลูกตั้ง (คล้ายบันไดราวบันไดขนานกับพื้น) จึงไม่ได้ใช้ในแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันไดราวบันไดขนานกับพื้น บันไดราวบันไดเอียง บันไดราวบันไดโค้ง

ภาพที่ 4.16 แสดงแบบจำลองบันไดต่างๆ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของแบบบันได ผลจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษาเห็นว่า

1) แบบบันไดที่เขียนตำแหน่งร่มเงาได้ง่ายคือ “บันไดราวบันไดขนานกับพื้น” สามารถเขียนแบบได้ทั้งด้วยกล่องแสงมาตราส่วน 1:1 และ 1:1.5
2) แบบบันไดที่เขียนตำแหน่งร่มเงาได้ยากคือ “บันไดราวบันไดโค้ง” สามารถเขียนแบบได้ทั้งด้วยกล่องแสง 1:1.5 ได้ง่าย แต่เขียนด้วยกล่องแสงมาตราส่วน 1:1 ยากและใช้เวลานาน ควรต้องอธิบายเพิ่ม (ความคิดเห็นเสนอแนะจาก นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง)

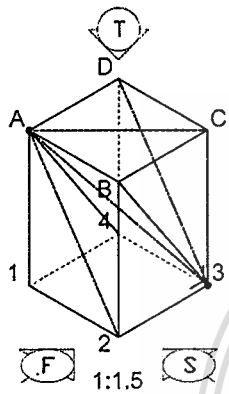
ความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้เส้นแสงหลักกับเส้นแนวนอน (แบบมาตรฐาน วิธีที่ 1) เปรียบเทียบกับการใช้เส้นแสงหลักผสมเส้นแสงในรูปด้าน (แบบทางลัด วิธีที่ 2 หรือ 3) ในการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยแบบทางลัด อยู่ที่ค่าความพึงพอใจ “มาก (4)” ที่ 45.7% โดยอยู่ที่ค่าเฉลี่ย (Mean) = 3.91 (จากค่าความพึงพอใจเต็ม 5) Std.Deviation = 0.898 จากนักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถาม 70 คน

สรุปผลประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการศึกษา

1) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดมาตราส่วนกล่องแสง ที่มาตราส่วนต่างกัน คือที่มาตราส่วน 1:1, และ 1:1.5 ในระดับที่เท่ากัน ประมาณ 40% ในระดับมาก หรือ 4
2) ในกรณีที่สามารถเลือกได้ นักศึกษาจะเลือกการเขียนแบบโดยกำหนดมาตราส่วนกล่องแสงที่ 1:1.5 ถึง 60% ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง
3) นักศึกษาเห็นตรงกันว่า แบบบันไดที่เขียนตำแหน่งร่มเงาได้ง่ายคือ “บันไดราวบันไดขนานกับพื้น” และ แบบบันไดที่เขียนตำแหน่งร่มเงาได้ยากคือ “บันไดราวบันไดโค้ง” ควรต้องอธิบายเพิ่ม
4) นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้เส้นแสงหลักกับเส้นแนวนอน (แบบมาตรฐาน วิธีที่ 1) เปรียบเทียบกับการใช้เส้นแสงหลักผสมเส้นแสงในรูปด้าน (แบบทางลัด วิธีที่ 2 หรือ 3) ในการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยแบบทางลัด อยู่ที่ค่าความพึงพอใจ “มาก (4)” ที่ 45.7% ของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 วิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกเพิ่มเติม จากการถ่ายภาพแบบจำลองกล่องแสงที่ได้ทำการทดลองไป ในมุมมองใกล้เคียงภาพไอโซเมตริก และจากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องหลักการเขียนแบบหาร่มเงา โดยผู้วิจัยได้ใช้มาตราส่วนของกล่องแสงจากที่นิยมใช้กันในงานเขียนแบบที่ 45° หรือมาตราส่วนกล่องแสงที่ 1:1 (กว้าง : สูง) และใช้กล่องแสงที่มาตราส่วน 1:1.5 โดยเขียนวิธีหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกโดยใช้มาตราส่วนของกล่องแสงทั้งสองแบบ ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเรียกในกล่องแสงดังนี้ เส้น A3 ว่า “เส้นแสงหลัก”, เส้น AC ว่า “เส้นแสงในรูปด้านบน”, เส้น A2 ว่า “เส้นแสงในรูปด้านหน้า” และ เส้น B3 ว่า “เส้นแสงในรูปด้านข้าง” เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงในงานวิจัยนี้ (ภาพที่ 4.17) โดยเริ่มด้วยแบบบันไดง่ายไปสู่ยาก และเริ่มด้วยวิธีของการใช้กล่องแสงที่ 1:1 ก่อนควบคู่กันไป



ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเรียกในกล่องแสงดังนี้

เส้น A3 ว่า “เส้นแสงหลัก”,
เส้น AC หรือเส้น 13 ว่า “เส้นแสงในรูปด้านบน”,
เส้น A2 หรือเส้น D3 ว่า “เส้นแสงในรูปด้านหน้า” และ
เส้น B3 หรือเส้น A4 ว่า “เส้นแสงในรูปด้านข้าง”

เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงในงานวิจัยนี้

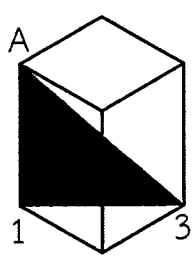
ภาพที่ 4.17 แสดงการเรียกชื่อเส้นแสงภายในกล่องแสง

โดยกำหนดวิธีการหาตำแหน่งเงา เป็น 3 วิธี (ภาพที่ 4.18) คือ

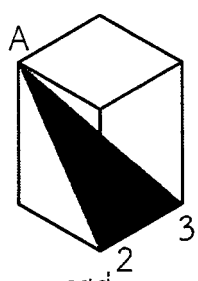
วิธีที่ 1 คือ การหาตำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลัก (A3) ตัดกับเส้นแสงในรูปด้านบน 180° (AC หรือ 13) วิธีเดิมในกล่องแสงมาตราส่วน 1:1

วิธีที่ 2 คือ การหาตำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลัก (A3) ตัดกับเส้นแสงในรูปด้านหน้า (A2 หรือ D3)

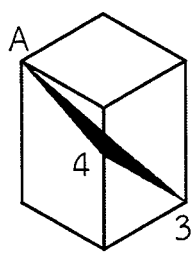
วิธีที่ 3 คือ การหาตำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลัก (A3) ตัดกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง (B3 หรือ A4) เพิ่มเติมในกล่องแสงมาตราส่วน 1:1.5 (ในกล่องแสงมาตราส่วน 1:1 เส้นแสงในรูปด้านข้าง เท่ากับเส้นแสงหลัก, A3)



วิธีที่ 1



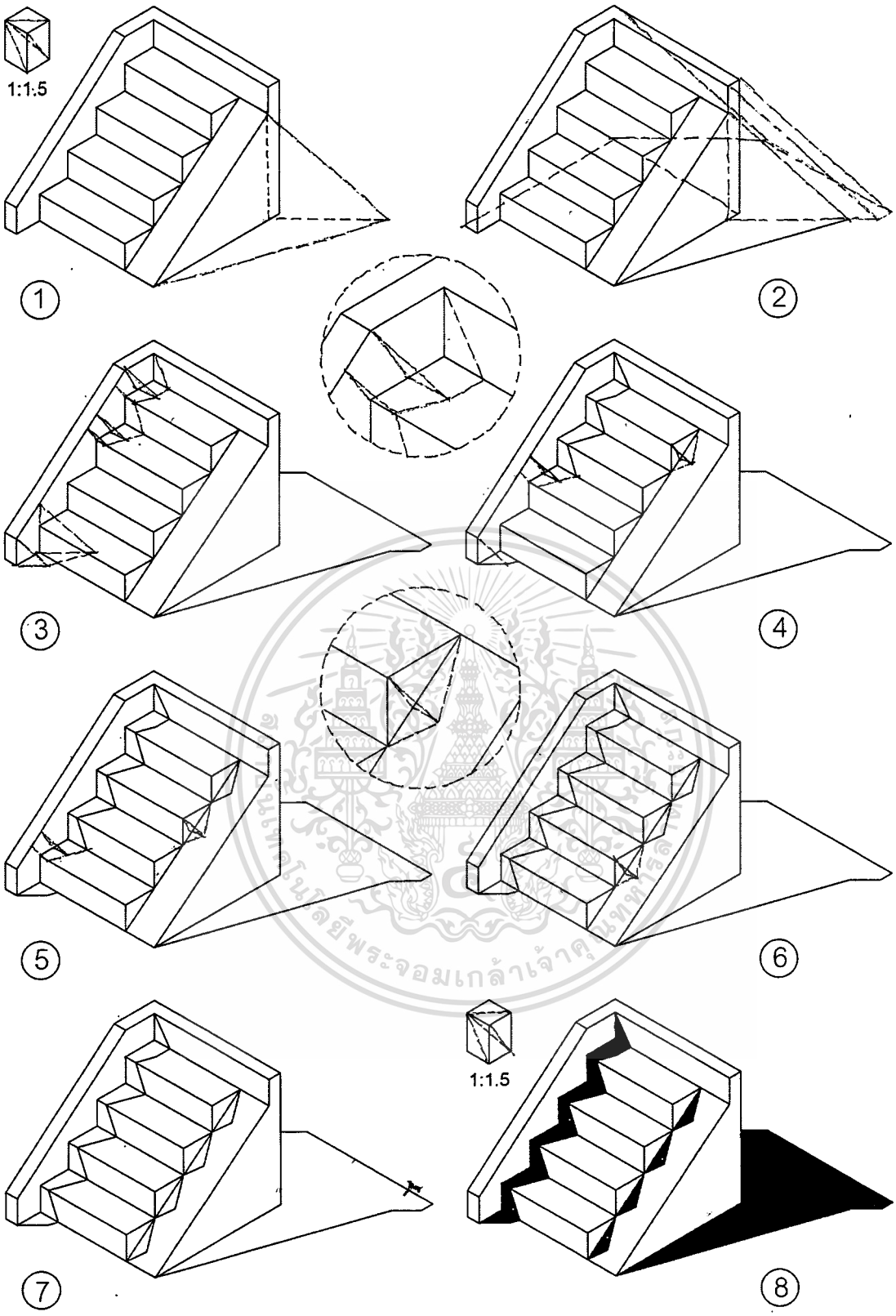
วิธีที่ 2



วิธีที่ 3

ภาพที่ 4.18 แสดงการกำหนดวิธีการหาตำแหน่งเงา

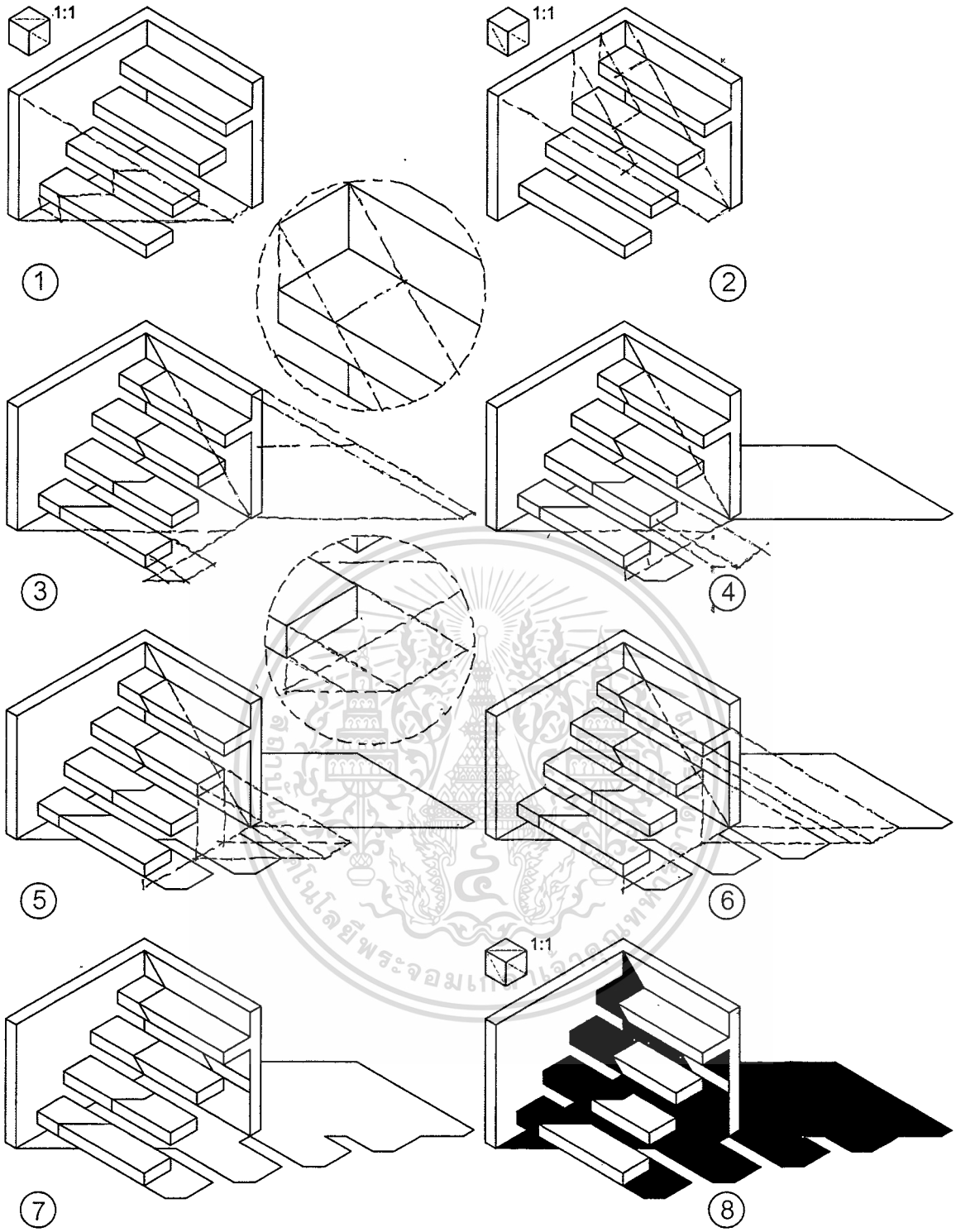
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดมีทางลาด ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง

ภาพที่ 4.19 แสดงการหาตำแหน่งแสงเงาบนบันไดมีทางลาด ที่มาตราส่วนของกล่องแสง 1:1.5 ใช้เส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้างร่วมกัน ไปตัดกับเส้นแสงหลัก ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถใช้ในการหาตำแหน่งเงาได้ (อ้างถึง วีระยุต และสุพัฒน์ 2558)

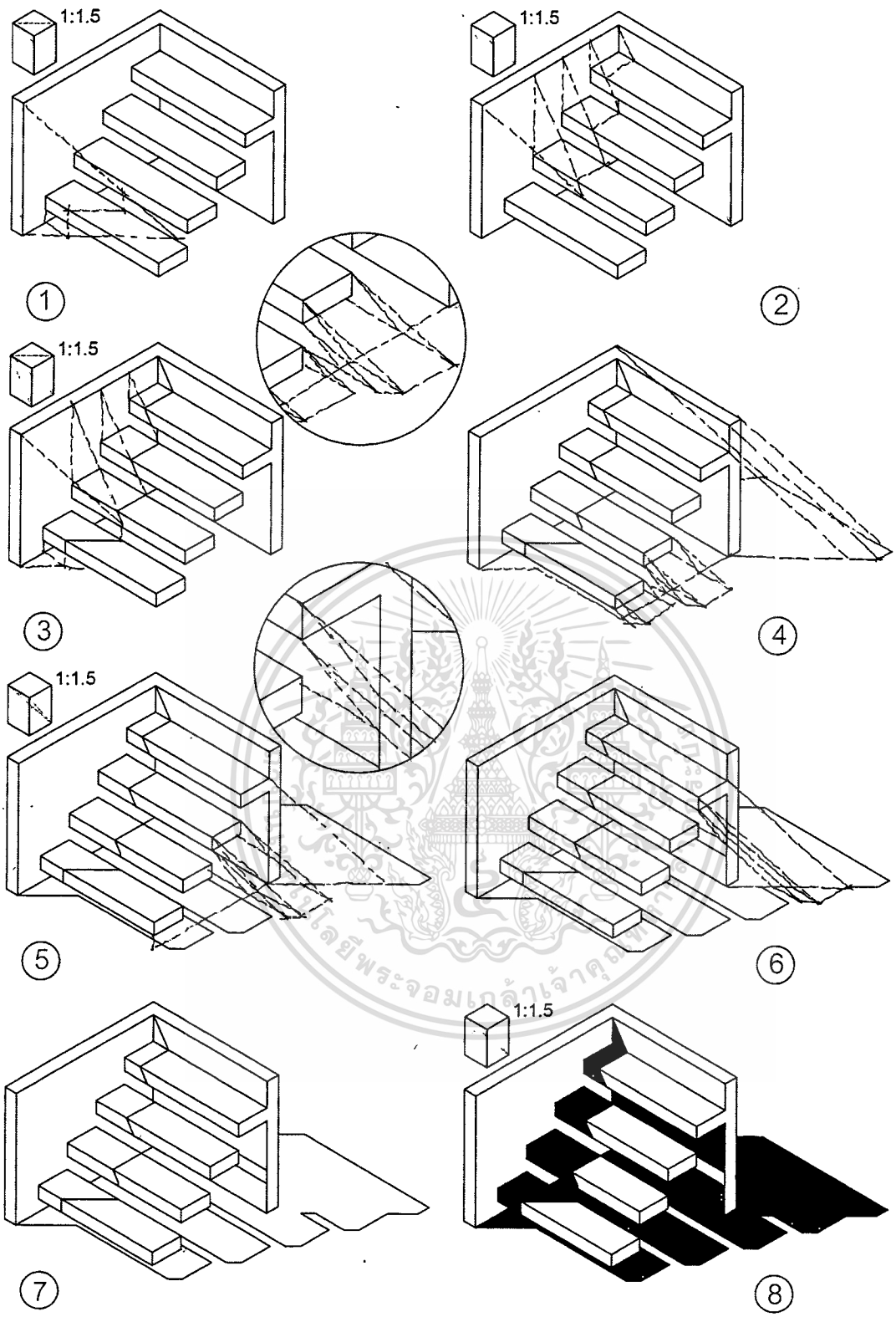
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดขนานกับพื้น ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านบน และรูปด้านหน้า

ภาพที่ 4.20 แสดงการหาตำแหน่งแสงเงาบนบันไดราวบันไดขนานกับพื้น ที่มาตราส่วนของกล่องแสง 1:1 ใช้เส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านบน (เส้นแสงในแนวระนาบ 30°) และรูปด้านหน้าร่วมกัน ไปตัดกับเส้นแสงหลัก ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป ในการเรียนการสอนวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น

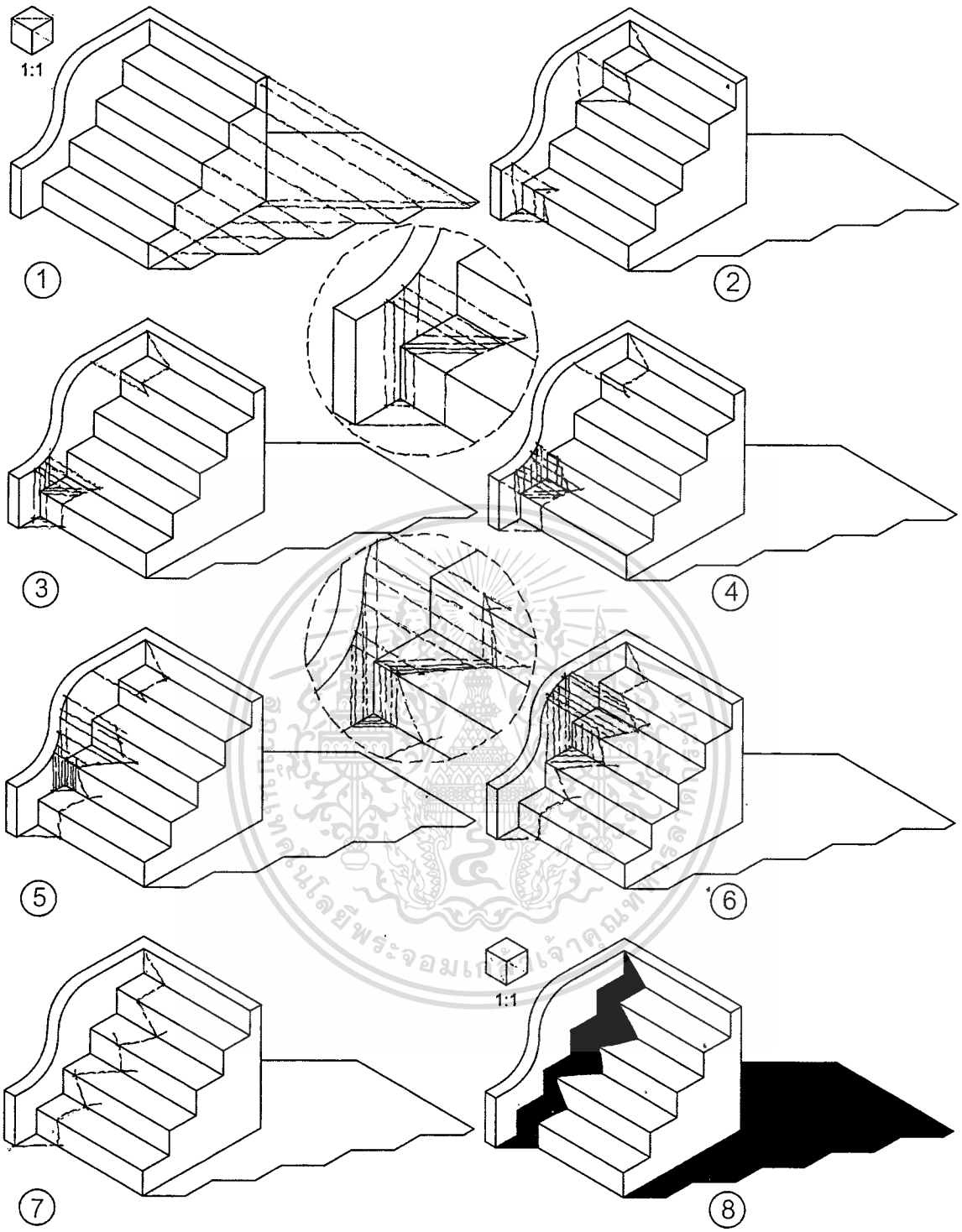
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.21 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดขนานกับพื้น ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง

ภาพที่ 4.21 แสดงการหาตำแหน่งแสงเงาบนบันไดราวบันไดขนานกับพื้น ที่มาตราส่วนของกล่องแสง 1:1.5 ใช้เส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้างร่วมกัน ไปตัดกับเส้นแสงหลัก ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถใช้ในการหาตำแหน่งเงาได้เช่นกัน (อ้างถึง วีระยุต และสุพัฒน์ 2558)

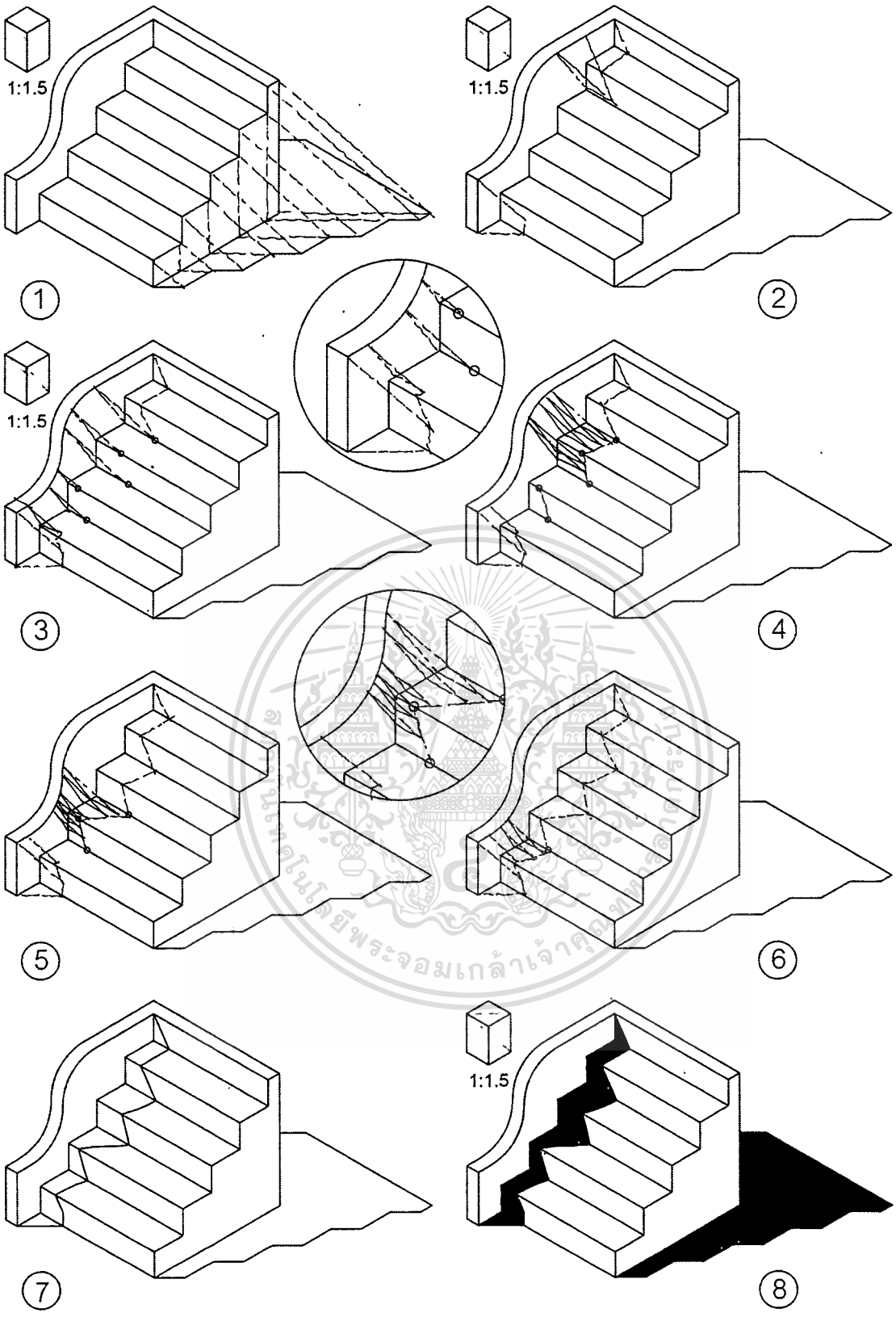
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.22 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดโค้ง ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านบน

ภาพที่ 4.22 แสดงการหาตำแหน่งแสงเงาบนบันไดราวโค้ง ที่มาตราส่วนของกล่องแสง 1:1 ใช้เส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านบน (เส้นแสงในแนวระนาบ 30°) จะเห็นได้ว่าวิธีดังตัวอย่างนี้มีความซับซ้อนในการหาเงาเส้นโค้ง ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการเขียนแบบค่อนข้างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 แสดงวิธีการเขียนเงาบนบันไดราวบันไดโค้ง ด้วยเส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง

ภาพที่ 4.23 แสดงการหาตำแหน่งแสงเงาบนบันไดราวโค้ง ที่มาตราส่วนของกล่องแสง 1:1.5 ใช้เส้นแสงหลักกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง จะเห็นได้ว่าวิธีสามารถลดความซับซ้อนในการหาเงาเส้นโค้งได้มาก ทำให้เข้าใจได้โดยง่าย และใช้ระยะเวลาในการเขียนแบบลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 เพื่อสร้างเครื่องมือสามมิติในการอธิบายปรากฏการณ์ของกล่องแสง

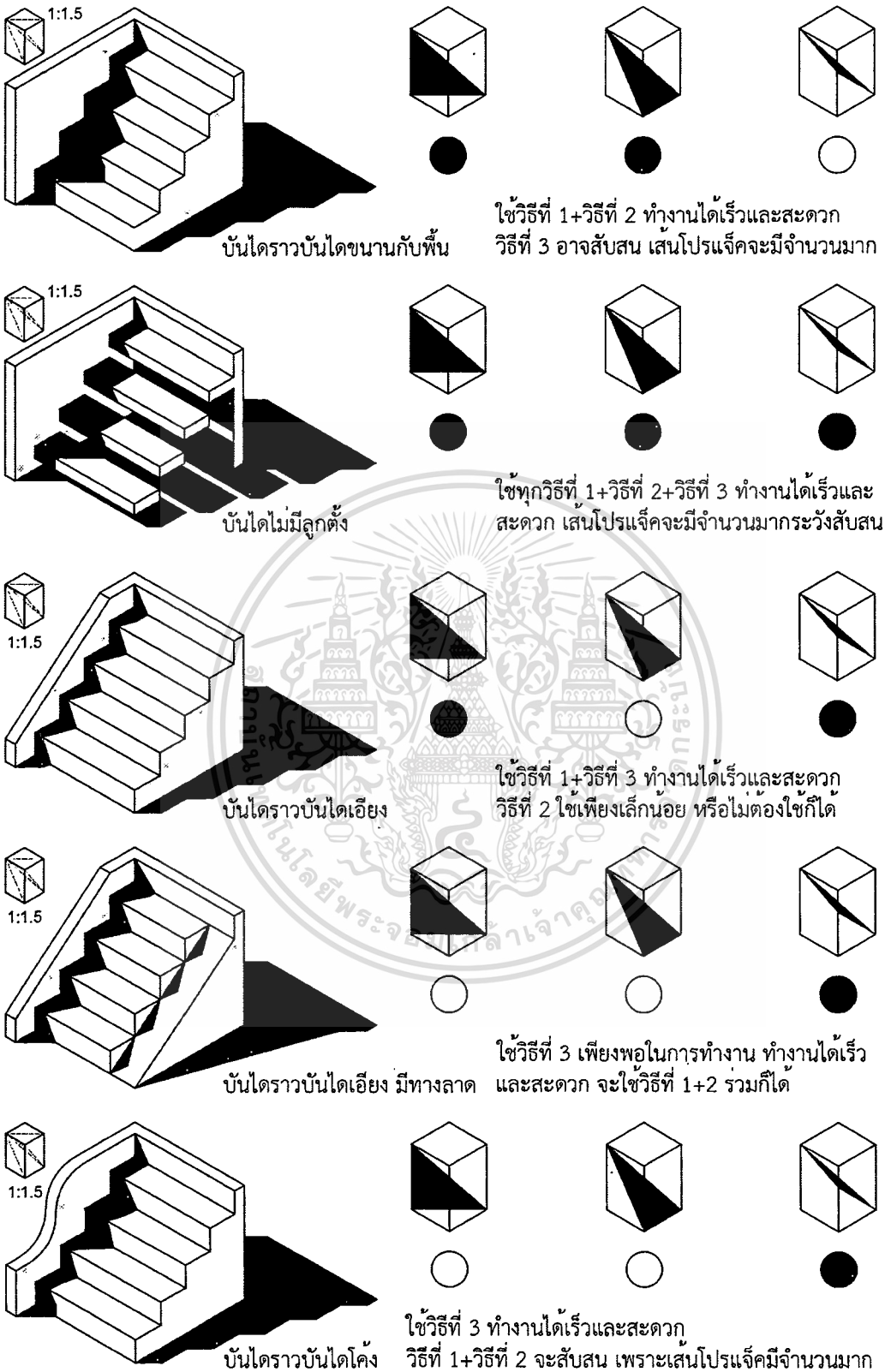
ผลวิจัยได้ แสดงให้เห็นว่า ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดมาตราส่วนกล่องแสงนั้น นักศึกษามีความพอใจในวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ทั้งวิธีที่ใช้มาตราส่วนกล่องแสง 1:1 และ 1:1.5 ทั้งนี้เพราะวิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก สามารถใช้เงื่อนไขของกล่องแสงมาตราส่วน 1:1 หาตำแหน่งเงาได้ทุกแบบบันได บนวิธีการ 2 วิธี คือ การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านบน และ การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านหน้า เมื่อวิธีการน้อยเส้นย่อมน้อยลง แต่นักศึกษาจะมีปัญหาเมื่อทำงานกับบันไดราวบันไดโค้งเพราะต้องใช้เส้นจำนวนมาก ส่วนการใช้กล่องแสงมาตราส่วน 1:1.5 การหาตำแหน่งร่มเงาบนบันได ด้วยวิธีการ 3 วิธี คือ การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านบน, การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านหน้า และ การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านข้าง โดยเฉพาะจะใช้งานหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดราวบันไดโค้งได้ง่ายและแบบมีความถูกต้องมากขึ้น ผลความพึงพอใจของนักศึกษาต่อวิธีการเขียนแบบกับรูปแบบบันได นักศึกษาแสดงความเห็นตรงกันว่า บันไดราวบันไดขนานกับพื้นเป็นแบบที่หาตำแหน่งร่มเงาง่าย และบันไดราวบันไดโค้งเป็นแบบที่ยากในการหาตำแหน่งร่มเงา

5.2 วิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกเพิ่มเติม

ผลวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าเกิดวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริกเพิ่มเติม ที่สามารถปรับตามความเหมาะสม เมื่อองศาของทิศทางแสงอาทิตย์ หรือลักษณะระนาบรับเงาเปลี่ยนไป คือวิธีที่ใช้มาตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 (หรืออาจเป็นมตราส่วนอื่นก็ได้ ที่สามารถเห็นเส้นแสงในรูปด้านข้าง) ทั้งนี้เรายังสามารถใช้เส้นแสงในทั้งสามระนาบ (ภาพที่ 5.1) ร่วมกับเส้นแสงหลักได้ และมีความสะดวกรวดเร็วแตกต่างกันเมื่อระนาบรับเงานั้นมีการเปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 5.2) เช่น

- กรณีลักษณะของราวบันไดขนานกับระนาบพื้น หรือระนาบแนวนอน การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านบน สามารถหาตำแหน่งร่มเงาได้รวดเร็ว แต่ถ้าระนาบเอียงจะเริ่มยุ่งยากในการหาตำแหน่งร่มเงาด้วยวิธีนี้
- กรณีระนาบรับเงาตั้งแนวดิ่ง การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านหน้า สามารถหาตำแหน่งร่มเงาได้รวดเร็วสำหรับระนาบรับเงาแนวดิ่ง เช่น ลูกตั้งบันได หรือใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านบน แล้วเงาทอดตัวขึ้นตามผนัง ก็ยังสามารถหาตำแหน่งร่มเงาได้ไม่ยุ่งยากนัก
- กรณีลักษณะของราวบันไดเอียง การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านข้าง ดูจะเป็นวิธีที่ทำงานได้สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่น
- กรณีลักษณะของราวบันไดโค้ง การใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงรูปด้านข้าง ดูจะเป็นวิธีที่ทำงานที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากสามารถลดความซับซ้อนของเส้น ได้มาก ลดความสับสน และทำงานได้อย่างรวดเร็ว

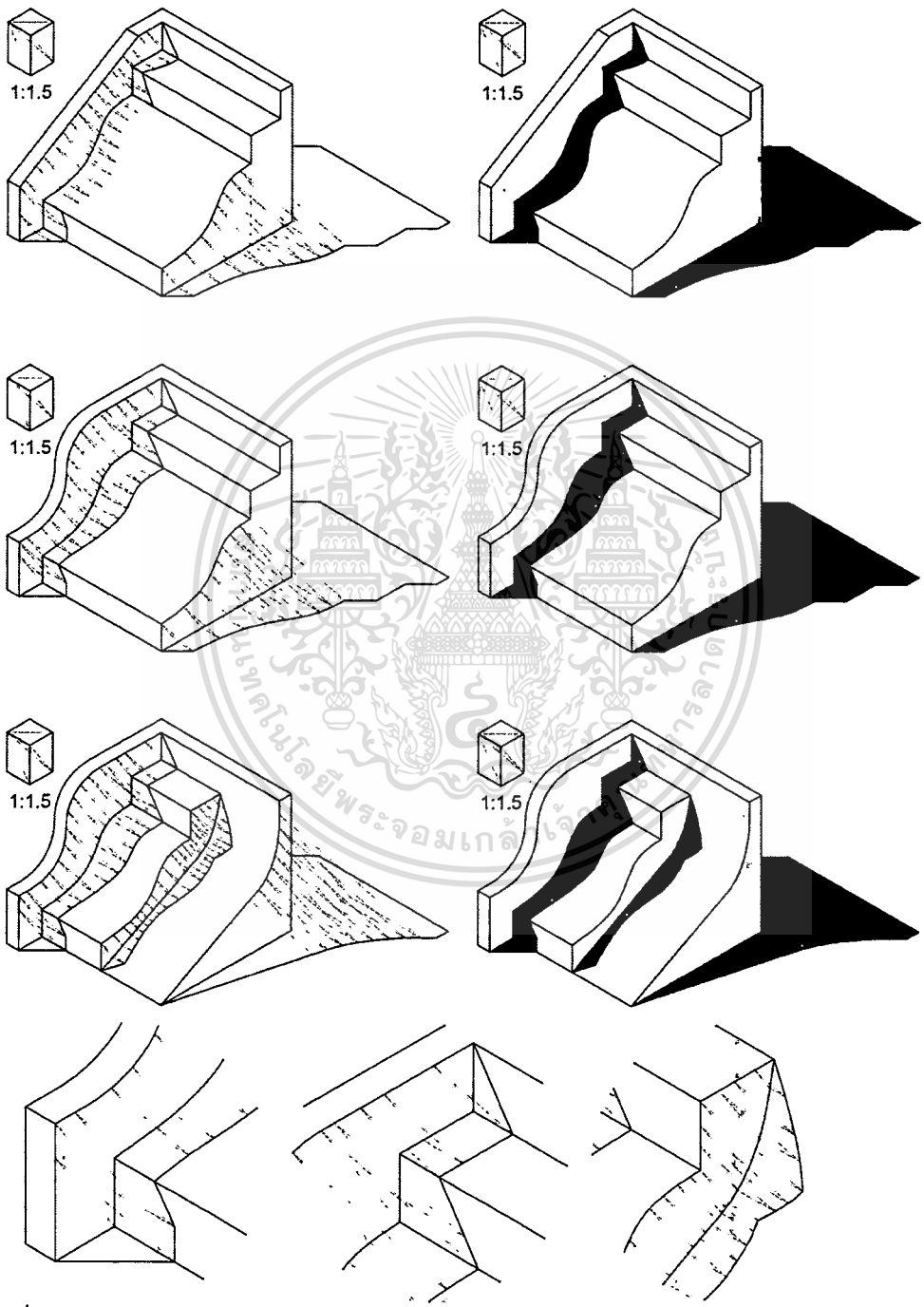
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1 แสดงผลสรุปวิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาตำแหน่งแสงเงาบนระนาบโค้งที่คว่ำลง ผู้วิจัยได้แสดงการประยุกต์ใช้วิธีการใช้มาตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 ด้วยการใช้เส้นแสงด้านข้าง (ภาพที่ 5.2) เป็นวิธีการหาตำแหน่งเงาที่สะดวกมากเมื่อระนาบรับเงามีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะมีลักษณะหรือองศาเช่นไร วิธีการหาตำแหน่งร่มเงาวิธีนี้จะสามารถช่วยลดความซับซ้อนของขั้นตอนในการหาตำแหน่งร่มเงา และประหยัดเวลาได้มาก



ภาพที่ 5.2 แสดงการประยุกต์ใช้วิธีการใช้มาตราส่วนกล่องแสง 1:1.5 ด้วยการใช้เส้นแสงด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้ทดลองกับรูปแบบบันไดที่มีลักษณะง่าย จึงเป็นเพียงการทดลองขั้นพื้นฐาน ซึ่งโดยปกตินั้นบันไดยังมีเงื่อนไขอีกมากมายที่แต่ต่างกัน เช่น ลูกตั้งบันได มักจะเอียง ไม่ได้อยู่ในแนวดิ่ง เป็นต้น รูปแบบของบันไดที่น่าสนใจที่น่าสนใจและใช้กันอยู่ เช่น บันไดวน บันไดที่แม่บันไดโค้ง ซึ่งแบบเหล่านี้ไม่ได้ใช้ในการวิจัยนี้ จึงยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาต่อเนื่อง

การวิจัยนี้มีเงื่อนไขในการทดลองเขียนแบบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เนื่องด้วยวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น นั้นเป็นวิชาในภาคเรียนที่ 1 ทำให้การศึกษานี้ทำได้ยากเพราะต้องมีเวลาในการสอนพื้นฐานในการเขียนแบบให้กับนักศึกษาก่อน และวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก นั้นถือเป็นเรื่องยากในการทำความเข้าใจของนักศึกษา ทำให้ต้องเสียเวลาในการทดลองเขียนแบบของนักศึกษาใช้เวลานาน และเขียนแบบผิดพลาดบ้าง

ดังนั้นในการศึกษาในแบบไอโซเมตริกที่ซับซ้อนกว่านี้ ควรทำการศึกษาร่วมกับนักศึกษาที่มีพื้นฐานในการเขียนแบบแล้ว จะทำให้การวิจัยใช้เวลาน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เฉลิม รัตนทัศนีย (ศาสตราจารย์), 2550. “การเขียนแบบสถาปัตยกรรม”, พิมพ์ครั้งที่ 9, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 285 หน้า

บัณฑิต จุลาสัย (รองศาสตราจารย์ ดร.), 2535 “จุด เส้น ระนาบ ในงานออกแบบสถาปัตยกรรม”, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 143 หน้า

ภาศิริ เขตปิยรัตน์ และ สินีนาถ วิกรมประสิทธ, 2553. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ “ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรบริหารธุรกิจ (4ปี)” คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีการศึกษา 2553

มาโนช กงกะนันทน์, 2538. **ศิลปะการออกแบบ** กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 250 หน้า

ราชบัณฑิตยสถาน, 2546. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์ พับลิเคชั่นส์.

วีระยุต ขุ้ยศร (ผู้ช่วยศาสตราจารย์) และ สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ (รองศาสตราจารย์), 2558. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 82 หน้า

วีระยุต ขุ้ยศร (ผู้ช่วยศาสตราจารย์) และ สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ (รองศาสตราจารย์), 2558. “การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก” วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. ฉบับที่ 21 ปีที่ 17 พ.ศ.2558 , กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558, หน้า 108-122

เอกพงษ์ จุลเสนีย์ (รองศาสตราจารย์), 2537. “หลักการเขียนแบบเบื้องต้น”, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 189 หน้า

Francis D. K. Ching, 2009. **Architectural Graphics. 5th edition,** New Jersey : John Wiley & Sons Inc. 250 p.

Kotler P., & Armstrong G. ,2002. **Marketing: An Introduction** (6th Edition), New Jersey: Prentice – Hall.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

แบบสอบถามสำหรับการเก็บข้อมูลในการวิจัยเรื่อง “การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันได ในงานเขียนแบบไอโซเมตริก” กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ นักศึกษาในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น ร่วมทดลอง นักศึกษา จำนวน 70 คน ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เก็บข้อมูลในด้านต่างๆ ดังนี้

1. แบบสอบถามและผลวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม
2. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการหาร่มเงาบันได
3. ประวัติผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม ฉบับที่ ☐☐

แบบสอบถาม(Questionnaire) สำหรับการเก็บข้อมูลในการวิจัยเรื่อง "การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก" ในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น ของนักศึกษาภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระยุต ขุ้ยศร ทั้งนี้ข้อมูลนี้จะนำไปใช้เพื่อการวิจัยนี้เท่านั้น

โปรดใส่เครื่องหมาย ☑ ในช่อง ☐ หรือ เติมคำในช่องว่าง

ตอนที่ 1 สถานภาพส่วนบุคคล

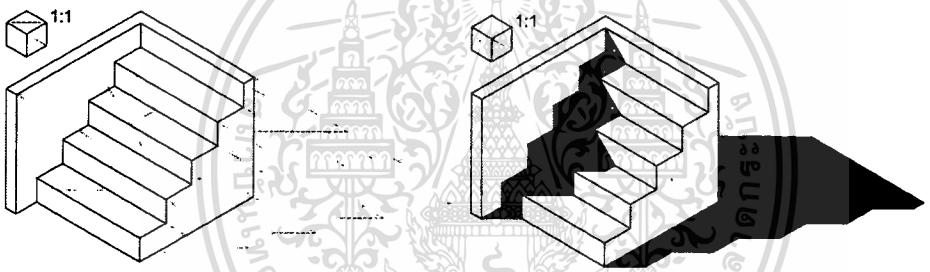
1.1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2 อายุ .....ปี

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการหาร่มเงาบันได

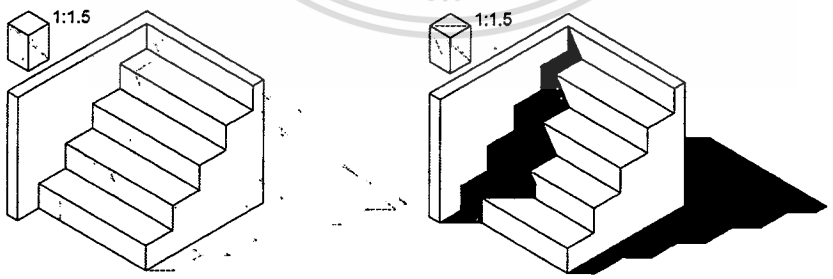
2.1 วิธีการเขียนแบบ ร่ม-เงา ด้วยกล่องแสงสัดส่วนเหล่านี้ นศ. พึงพอใจเพียงใดในการใช้สัดส่วนนี้ในเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

2.1.1 การกำหนดกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1



สามารถสร้างความเข้าใจ ☐ น้อยมาก ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากๆ

2.1.2 การกำหนดกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1.5



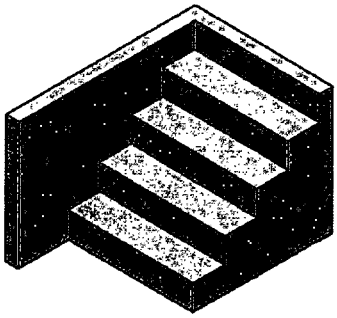
สามารถสร้างความเข้าใจ ☐ น้อยมาก ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากๆ

2.1.3 นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้กล่องแสงแบบใดมากที่สุด (เลือกเพียง 1 ข้อ)

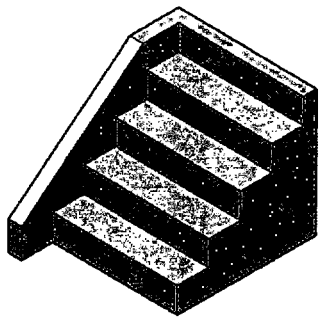
☐ 1) กล่องแสงสัดส่วน 1:1 ☐ 2) กล่องแสงสัดส่วน 1:1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

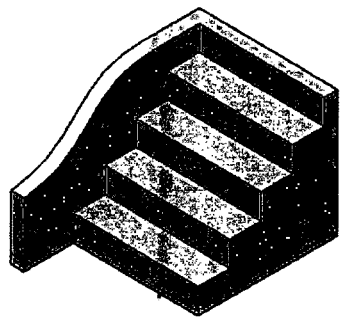
2.2 รูปแบบราวบันไดใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้



1) ราวบันไดตรงขนานกับพื้น



2) ราวบันไดเอียง องศาขั้นบันได



3) ราวบันไดโค้ง แบบบันไดโบสถ์

2.2.1 แบบใดที่ นักศึกษา คิดว่าหาตำแหน่งเงา “ง่าย” ที่สุด

☐ 1) ราวบันไดตรงขนานกับพื้น ☐ 2) ราวบันไดเอียง องศาขั้นบันได ☐ 3) ราวบันไดโค้ง แบบบันไดโบสถ์

2.2.2 แบบใดที่ นักศึกษา คิดว่าหาตำแหน่งเงา “ยาก” ที่สุด

☐ 1) ราวบันไดตรงขนานกับพื้น ☐ 2) ราวบันไดเอียง องศาขั้นบันได ☐ 3) ราวบันไดโค้ง แบบบันไดโบสถ์

2.3 นศ.ใช้การเขียนแบบเส้นแสงหลักกับเส้นแนวนอน (แบบมาตรฐาน วิธีที่ 1) เปรียบเทียบกับการเขียน**แบบ**ใช้เส้นแสงหลักผสมเส้นแสงในรูปด้าน (แบบทางลัด วิธีที่ 2 หรือ 3) นศ.สามารถทำงานได้เร็ว ขึ้นมากน้อยเพียงใด

สามารถทำงานได้เร็ว ☐ น้อยมาก ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากๆ

2.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ขอขอบใจในความร่วมมือ

วีระยุต ขุ้ยศร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือลงรหัส ในการคำนวณสถิติด้วยโปรแกรม SPSS

ส่วนที่ 1 สถานภาพส่วนบุคคล

คำถามที่	ชื่อตัวแปร	รายการข้อมูล	ขนาดตัวแปร	ความหมาย	ข้อสังเกต
1.1	SEX	เพศ Nominal Scale	1	1 ชาย 2 หญิง	เลือกได้ คำตอบเดียว
2.2	AGE	อายุ Nominal Scales	2	17 - 21 (เลขจำนวนเต็ม)	ระบุอายุตามจริง

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจ

คำถามที่	ชื่อตัวแปร	รายการข้อมูล	ขนาดตัวแปร	ความหมาย	ข้อสังเกต
2.1.1	V1	กล่องแสง ที่มาตรา ส่วน 1:1 Ordinal Scales	1	1 น้อยมาก 2 น้อย 3 ปานกลาง 4 มาก 5 มากที่สุด	สเกลแสดงลำดับ ความพอใจ
2.1.2	V2	กล่องแสง ที่มาตรา ส่วน 1:1.5 Ordinal Scales	1	1 น้อยมาก 2 น้อย 3 ปานกลาง 4 มาก 5 มากที่สุด	สเกลแสดงลำดับ ความพอใจ
2.1.3	V3	การเลือกใช้กล่อง แสง Nominal Scale	1	1 กล่องแสง 1:1 2 กล่องแสง 1:1.5	เลือกได้ คำตอบเดียว
2.2.1	V4	แบบบันไดยากสุด Nominal Scale	1	1 ราวบันไดขนานพื้น 2 ราวบันไดเอียง 3 ราวบันไดโค้ง	เลือกได้ คำตอบเดียว
2.2.2	V5	แบบบันไดง่ายสุด Nominal Scale	1	1 ราวบันไดขนานพื้น 2 ราวบันไดเอียง 3 ราวบันไดโค้ง	เลือกได้ คำตอบเดียว
2.3	V6	วิธีหาเงา ทางลัด Ordinal Scales	1	1 น้อยมาก 2 น้อย 3 ปานกลาง 4 มาก 5 มากที่สุด	สเกลแสดงลำดับ ความพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

ตอนที่ 1 สถานภาพส่วนบุคคล

นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี จำนวน 70 คน ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตอบแบบสอบถามจริง จำนวน 70 คน (ประกอบด้วย นักศึกษาชาย 19 คน นักศึกษาหญิง 51 คน อายุระหว่าง 18-20 ปี)

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการหาร่มเงาบันได

2.1.1 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการหาร่มเงาบันได ที่กล่องแสงมาตราส่วน 1:1

Light box 1:1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	2	2.9	2.9	2.9
	2.00	11	15.7	15.7	18.6
	3.00	12	17.1	17.1	35.7
	4.00	28	40.0	40.0	75.7
	5.00	17	24.3	24.3	100.0
	Total	70	100.0	100.0	

2.1.2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการหาร่มเงาบันได ที่กล่องแสงมาตราส่วน 1:1.5

Light box 1:1.5

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2.00	2	2.9	2.9	2.9
	3.00	16	22.9	22.9	25.7
	4.00	28	40.0	40.0	65.7
	5.00	24	34.3	34.3	100.0
	Total	70	100.0	100.0	

2.1.3 นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้กล่องแสงแบบใดมากที่สุด

Light box 1:1 (1) or 1:1.5 (2)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	28	40.0	40.0	40.0
	2.00	42	60.0	60.0	100.0
	Total	70	100.0	100.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความพึงพอใจที่ นศ. ใช้การเขียนแบบเส้นแสงหลักกับเส้นแนวนอน (แบบมาตรฐาน วิธีที่ 1) เปรียบเทียบกับการเขียนแบบใช้เส้นแสงหลักผสมเส้นแสงในรูปด้าน (แบบทางลัด วิธีที่ 2 หรือ 3) นศ.สามารถทำงานได้เร็วขึ้นมากน้อยเพียงใด

Method for shadow

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2.00	6	8.6	8.6	8.6
	3.00	13	18.6	18.6	27.1
	4.00	32	45.7	45.7	72.9
	5.00	19	27.1	27.1	100.0
	Total	70	100.0	100.0	

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในแต่ละหัวข้อ

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Light box 1:1	70	3.6714	1.09969	.13144
Light box 1:1.5	70	4.0571	.83207	.09945
Light box 1:1 (1) or 1:1.5 (2)	70	1.6000	.49344	.05898
Method for shadow	70	3.9143	.89674	.10718

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
Light box 1:1	27.933	69	.000	3.67143	3.4092	3.9336
Light box 1:1.5	40.795	69	.000	4.05714	3.8587	4.2555
Light box 1:1 (1) or 1:1.5 (2)	27.129	69	.000	1.60000	1.4823	1.7177
Method for shadow	36.520	69	.000	3.91429	3.7005	4.1281

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการหาร่มเงาบันได ที่กล่องแสงมาตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 สัมพันธ์กับการเลือกใช้ในการเขียนแบบ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Light box 1:1	Between Groups	5.038	1	5.038	4.370	.040
	Within Groups	78.405	68	1.153		
	Total	83.443	69			
Light box 1:1.5	Between Groups	20.593	1	20.593	51.523	.000
	Within Groups	27.179	68	.400		
	Total	47.771	69			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง

1) ยากจริงๆค่ะ อยากได้เวลาทำความเข้าใจเพิ่มเติม
2) สอนเรื่องเงา ยกตัวอย่างโดยการใช้ จุด แล้ว งงมาก ถ้าใช้กล่องธรรมดาๆ น่าจะเข้าใจมากขึ้น
3) สอนให้ช้าลงกว่านี้ เพราะเด็กบางคนหัวช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2559-02-02010

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2559

☐ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☑ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาของบันไดในงานเขียนแบนไอโซเมตริก

(ภาษาอังกฤษ) A Study of the Shade and Shadow Projection Method of Stairs in Isometric Drawing.

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) วีระยุต ขุ้ยศร

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2559 ถึงวันที่ 1 กันยายน 2559

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2559

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. **การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)**

   งวดที่ 1 68,000 บาท 85% วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป).....

   งวดที่ 2 12,000 บาท 15% วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป).....

2. **สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)**

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร			
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน			
ค่าใช้สอย	70,000	70,000	0.00
ค่าวัสดุ	10,000	10,000	0.00
ค่าสาธารณูปโภค			
รวม	80,000	80,000	0.00

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระยุต ขุ้ยศร)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

...../...../.....

.....

(นางศิริรัตน์ มีโทน)

ผู้ประสานงานวิจัยคณะฯ

...../...../.....

หมายเหตุ: นักวิจัยหรือเจ้าหน้าที่การเงินสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อความได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับการดำเนินงาน อาทิเช่น นักวิจัยอยู่ระหว่างการดำเนินการเคลียร์ด้านเอกสารทางการเงินหรือข้อความอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายวีระยุต ขุ้ยศร

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (พนักงานสถาบัน)

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
สถ.บ.	สถาปัตยกรรมภายใน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2537
สถ.ม.	สถาปัตยกรรมภายใน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2545

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

พิพิธภัณฑ์ พืชพรรณไม้ดอกไม้ประดับ การออกแบบสวนในบ้าน สถาปัตยกรรมไทยและสถาปัตยกรรมภายในไทย สถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่น และวิศวกรรมชายฝั่ง

การเสนอผลงานวิชาการ

หนังสือ "ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของสนามเด็กเล่น" ร่วมกับศูนย์วิจัยเพื่อสร้างเสริมความปลอดภัยและป้องกันการบาดเจ็บในเด็ก, ภาควิชากุมารเวชศาสตร์, คณะแพทยศาสตร์, โรงพยาบาลรามาธิบดี, กรุงเทพฯ, 2545

บทความวิชาการ "ความต่อเนื่องของที่ว่าง" หนังสือมรดกความงามของสภาพแวดล้อมท้องถิ่นไทย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2547 หน้า 129-139

บทความวิชาการ "พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย แสมสาร" คณะทำงานออกแบบพิพิธภัณฑ์ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, วารสารสถาปัตยกรรมภายใน เล่ม 1 2008/03 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2551 หน้า 28-33

บทความวิชาการ "การเก็บข้อมูลภาคสนามงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในเขตพื้นที่ภาคใต้สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว", วารสารสถาปัตยกรรมภายใน 1 2008/03 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2551 หน้า 38-43

บทความวิชาการ "การเก็บข้อมูลภาคสนามงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในเขตพื้นที่ภาคใต้สาธารณรัฐ-ประชาธิปไตยประชาชนลาว", โครงการสัมนาวิชาการ มรดกความงามของสภาพแวดล้อมท้องถิ่น ครั้งที่ 4 วันที่ 16 กันยายน 2552 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ-ทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2552 หน้า 35-40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมวิจัยและทำหนังสือ "รายงานการศึกษาโครงการศึกษาความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพทางทะเลบริเวณหมู่เกาะหมากและหมู่เกาะรังจังหวัดตราด เสนอ องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน(อพท.)" โดย ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, จังหวัดชลบุรี, 2555

ร่วมวิจัยและทำหนังสือ "หอยทะเลบริเวณหมู่เกาะสิมิลัน" ร่วมกับโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ, สวนจิตรลดา, กรุงเทพฯ, 2556

ร่วมวิจัยและทำหนังสือ "ปะการังบริเวณหมู่เกาะสิมิลัน" ร่วมกับโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ, สวนจิตรลดา, กรุงเทพฯ, 2556

ร่วมวิจัยและทำหนังสือชุด "ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตบริเวณหมู่เกาะสิมิลัน" คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เสนอ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ, กรุงเทพฯ, 2556

บรรยายวิชาการ "การกัดเซาะและป้องกันชายฝั่ง" คณะวิศวกรรมศาสตร์ 'สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร,จังหวัดชุมพร, ระหว่างวันที่ 8-10 มีนาคม 2556

หัวหน้าโครงการวิจัย "ปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในวิชาวิเคราะห์การออกแบบ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2556

บทความวิชาการ "Evaluation Method of Suction Rate of Backfilling Materials from a Coastal Dike or a Seawall." Proceeding of the 24th International Ocean and Polar Engineering Conference in Busan (ISOPE-2014), June 16-20, 2014., S. KOREA, 2014, p. 986-993

บทความวิชาการ "ปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในวิชาวิเคราะห์การออกแบบ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล." วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. ฉบับที่ 18 ปีที่ 16 พ.ศ.2557 , กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557, หน้า 65-78

บทความวิชาการ "Proposal of Useful Method for Evaluating Suction Rate from a Coastal Dike or a Seawall." The 4th International Symposium on Technology for Sustainability (ISTS-2014 Taipei), November 19-21, 2014. TAIWAN, 2014

หัวหน้าโครงการวิจัย "การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก" คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2558

บทความวิชาการ "การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก" วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. ฉบับที่ 21 ปีที่ 17 พ.ศ.2558 , กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558, หน้า 108-122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทความวิชาการ "Improvement of Suction Rate Methods of Backfilling Materials from a Coastal Dike or a Seawall." Proceedi of the 26th (2016) International Ocean and Polar Engineering Conference, Rhodes, June 26-July 2, 2016., GREECE, p. 1473-1478

ผลงานสร้างสรรค์อื่นๆ

ออกแบบนิทรรศการถาวร "ห้องเครื่องทอง พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ เจ้าสามพระยา" อำเภอเมืองพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, 2548

ออกแบบนิทรรศการชั่วคราว งานนิทรรศการพันธุ์ไม้น้ำ มหกรรมพืชสวนโลกเฉลิมพระเกียรติฯ ราช-พฤกษ์ 2549 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, อุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่ , ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2549 – 31 มกราคม 2550

ออกแบบนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทยภายใต้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี, 2550

ร่วมงานปรับปรุงนิทรรศการถาวร ศูนย์ข้อมูลการท่องเที่ยวจังหวัดอยุธยา (ศาลากลางจังหวัดพระนครศรีอยุธยาหลังเก่า เจ้าของโครงการสำนักงานท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา), จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, 2552

ร่วมงานจัดนิทรรศการถาวร อาคารศึกษาวิจัยศิลปวัฒนธรรมและประเพณีแห่งอันดามัน จังหวัดพังงา (เจ้าของโครงการกรมศิลปากร), 2553-2554

ร่วมงานปรับปรุงนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ สมเด็จพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี, 2555

ร่วมงานจัดนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑ์ท้องถิ่นพังงา (ระยะที่ 2-3) จังหวัดพังงา, 2555-2556

ร่วมจัดนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑ์โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จ-พระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี ศูนย์อนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯคลองไผ่ ตำบลคลองไผ่ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา, 2555

ร่วมออกแบบพระอุโบสถ วัดสวนสันติธรรม อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี, 2556

ออกแบบนิทรรศการชั่วคราว "สมาคมดำน้ำแห่งประเทศไทย" โดย มนุษย์กบ ทหารเรือ และสถาบัน-วิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, งาน TDEX ศูนย์การประชุมสิริกิตติ์ กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 16-19 พฤษภาคม 2556

ร่วมงานปรับปรุงนิทรรศการถาวร พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติกำแพงเพชร (ระยะที่ 2), จังหวัดกำแพงเพชร (เจ้าของโครงการกรมศิลปากร), 2556

หัวหน้าโครงการ การศึกษาเพื่อจัดทำแผนดำเนินการอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาพืชและสัตว์ทะเล ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (คำสั่งที่ ทส 0403.6/317) จังหวัดระยอง วันที่ 29 กรกฎาคม 2556

คณะกรรมการร่าง TOR จ้างออกแบบอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาพืชและสัตว์ทะเล ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (คำสั่งที่ ทส 0403.6/605) จังหวัดระยอง ตามคำสั่งที่ ศธ 0524.03/5764 วันที่ 12 ธันวาคม 2556 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวหน้าโครงการ โครงการศึกษาแนวความคิดการจัดทำแหล่งศึกษาเรียนรู้พืชและสัตว์ทะเลฝั่งอ่าวไทย จังหวัดระยอง โดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก สัญญาเลขที่ 1/2557 ลงวันที่ 15 สิงหาคม 2557

หัวหน้าโครงการ โครงการศึกษาแนวคิดการจัดแสดงนิทรรศการภายในอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา พืชและสัตว์ชายฝั่งอ่าวไทย จ.ระยอง โดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก สัญญาเลขที่ 3/2558 ลงวันที่ 8 มิถุนายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้