



## การศึกษาวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก

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

วิระยุต ชัยสร<sup>1</sup> สุพัฒน์ บุญยฤทธิกิจ<sup>2</sup>

ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันตำราที่ใช้ในการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแบบร่มเงามีจำนวนน้อยและที่มีใช้อยู่ก็ได้แสดงวิธีการเขียนแบบร่มเงาบนวัตถุในงานแบบไอโซเมตริกเพียงแค่วิธีเดียว คือ กำหนดทิศทางแสงในกล่องแสงที่ทำมุมทแยงกับวัตถุด้วยมุม  $45^\circ$  เท่านั้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงจุดสังเกตนี้ว่าเป็นปัญหาในการศึกษาของนักศึกษาในกรณีที่องศาของทิศทางแสงเปลี่ยนจะไม่สามารถหาดำแหน่งร่มเงาได้ชัดเจน ผู้วิจัยศึกษาหาแบบจำลองเพื่อใช้ทำความเข้าใจการเกิดแสงเงาในกล่องแสง และเพื่อศึกษาวิธีการหาดำแหน่งร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกด้วยวิธีอื่นๆ เมื่อตำแหน่งองศาทิศทางแสงหรือลักษณะระนาบรับเงาเปลี่ยนไป การศึกษาวิจัยนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งในการนำมาปรับปรุงวิธีเขียนแบบร่มเงาเพื่อใช้สอนในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้นโดยเฉพาะการเขียนแบบภาพไอโซเมตริก วิธีการวิจัยนี้ด้วยการทดลองทำแบบจำลองกล่องแสงให้นักศึกษาได้ทดลองใช้ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่านักศึกษาสามารถเข้าใจการเกิดร่มเงาได้ง่ายขึ้นและเป็นที่พึงพอใจของนักศึกษาในการศึกษาดำเนินการด้วยแบบจำลองกล่องแสงนี้ และยังสามารถสรุปผลวิธีการหาดำแหน่งเงาได้เพิ่มเติมจากวิธีการเดิม ทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนวิธีได้ตามระนาบรับเงาที่เปลี่ยนไปได้ โดยการใช้กล่องแสงในการทดลองมาวิเคราะห์ได้วิธีการ 3 วิธี คือ 1. การหาดำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงในรูปด้านบน (วิธีเดิม) 2. การหาดำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงในรูปด้านหน้า และ 3. การหาดำแหน่งร่มเงาโดยใช้เส้นแสงหลักตัดกับเส้นแสงในรูปด้านข้าง และยังสามารถปรับวิธีหาดำแหน่งร่มเงาได้ตามระนาบรับเงาที่เปลี่ยนแปลงไป

คำสำคัญ: ร่ม เงา เขียนแบบไอโซเมตริก แสง กล่องแสง ระนาบรับเงา

## Abstract

Nowadays, there is a bit of study about shade drawing. Although described in the current drawing shadows on objects in only isometric method. It is the direction of light in a light ray box at an angle oblique to the object with only a  $45^\circ$  angle. Researchers have seen it as a student's problem in the degree of directional light switch will not be able to find shade. This research study used a model to understand the shadows in the light ray box and to study the method for find shade in isometric drawing in other ways when the degrees of light or shadow effects change. This research study is part of basic drawing subject related to the isometric which was improved. Research methods of experimental modeling with light ray boxes are for students to test. The results show that students can more easily grasp the shadow and the satisfaction of the students in this study, a model of a light ray box. Researchers have to find the method to find a shade that is different from the old method. The method can also be modified by changing the shadow point by

<sup>1</sup> อาจารย์ประจำ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

using a light ray box in the experiments were 1. Finding the shadow position by using the main light line in contrast with the light line on the top view which is the old method 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. We can use the method to locate the shadow of the three methods according to the plane's shadow when it changes.

**Keywords:** Shade Shadow Isometric Drawing Light Light Ray Box

## 1. บทนำ

เนื่องจากการเขียนเป็นงานที่เขียนขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความคิดแทนภาษาเขียน (Jacinta and Joanne, 2012) ที่ถือได้ว่าภาษาสากลและแบบยังใช้ในการอ้างอิง เพื่อการปฏิบัติงานจริงระหว่างผู้ออกแบบ ผู้ผลิต และผู้เป็นเจ้าของหรือผู้ว่าจ้าง งานแบบจึงมีความสำคัญยิ่งในการใช้เพื่อสื่อสารกัน เมื่อแบบมีความซับซ้อนมากขึ้น ความเข้าใจ 3 มิติในงานแบบจึงมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีการพยายามแสดงความเป็น 3 มิติที่เกิดจากการมองเห็นวัตถุในแบบซึ่งเป็นงาน 2 มิติ

การศึกษางาน 3 มิติต้องอาศัยความเข้าใจเบื้องต้น ของการรับรู้ความเป็นสามมิติของชิ้นงาน ด้วยการมอง ซึ่งในการมองเห็นต้องอาศัยแสง จึงถือว่าแสงกับรูปร่างรูปทรงนั้นไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ดังนั้น ปัจจัยที่จะทำให้มองเห็นจึงประกอบด้วยวัตถุ แสง และตา ซึ่งตาทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงของผิววัตถุ ส่วน "เงา (Shadow)" นั้นเกิดจากพื้นที่ระนาบที่วัตถุรับแสงบังแสงไว้จึงเกิดเงามืดบนระนาบ ส่วนที่ไม่โดนแสงบนตัววัตถุ เรียกว่า "ร่ม (Shade)" โดยปกติสำหรับงานสถาปัตยกรรมและสถาปัตยกรรมภายในมักมีความเกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติ คือ 1) แสงจากดวงอาทิตย์ และ 2) แสงประดิษฐ์ คือ ระบบดวงโคม ที่ใช้เพื่อการให้แสงสว่างทั้งภายในและภายนอกอาคาร

ทั้งนี้องค์ประกอบในการก่อให้เกิด "ร่ม-เงา" ที่สำคัญ คือ 1) แสง 2) วัตถุที่รับแสง หรือวัตถุที่ขวางทางแสง และ 3) ระนาบหรือพื้นผิวที่รับเงา (Ching, 2009) ซึ่งการเขียนแบบแสงและเงา มีประโยชน์เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงระยะ ความสูงต่ำ ความลึกตื้นบนระนาบของวัตถุ การซ้อนทับของระนาบ ช่องว่างบนระนาบ บ่งบอกรูปร่างของวัตถุนั้น และบ่งบอกเวลา ณ ตอนที่เกิดเงา โดยเฉพาะสำหรับงานสถาปัตยกรรมและภูมิสถาปัตยกรรม

ทั้งนี้ในการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแบบ "ร่ม-เงา" มีการเขียนแบบภาพฉาย (Orthography Projection Drawing หรือ การเขียนภาพรูปด้าน ประกอบด้วยภาพด้านบนและภาพด้านข้าง 4 ด้าน) และแบบไอโซเมตริก (Isometric Drawing หรือภาพภาพ 3 มิติ ที่มีแนวเส้นของวัตถุด้านหนึ่งตั้งฉากกับเส้นระดับ ส่วนภาพด้านหน้าและด้านข้างจะทำมุม 30 องศากับเส้นระดับ) การเขียนแบบทั้งสองวิธีนั้นไม่มีวิธีการเขียนแบบร่มเงาบนวัตถุที่มีการกำหนดทิศทางแสงทำมุมทแยงกับวัตถุที่  $45^\circ$  ในเบื้องต้น ทำให้การเข้าใจรายละเอียดในกรณีตำแหน่งแหล่งกำเนิดแสงเปลี่ยนไปนั้น ยากในการหาตำแหน่งร่มเงาที่ถูกต้อง ผู้วิจัยสังเกตเห็นจุดนี้ จึงทำการวิจัยเพื่อหาวิธีการหาตำแหน่งและเขียนแบบร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ซึ่งน่าจะมีเงื่อนไขและวิธีการที่สามารถปรับตามความเหมาะสม ด้วยวิธีอื่นๆ เมื่อต้องการหาร่มเงาของจุดแสดงวัตถุที่เกิดขึ้นเมื่อทิศทางแสงเปลี่ยนองศา หรือลักษณะระนาบรับเงาเปลี่ยนไป การศึกษาวิจัยนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งในการนำมาปรับปรุงวิธีเขียนแบบร่มเงาในงานแบบไอโซเมตริก ซึ่งเป็นแบบที่เห็นความเป็น 3 มิติได้ชัดเจน

## 2. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

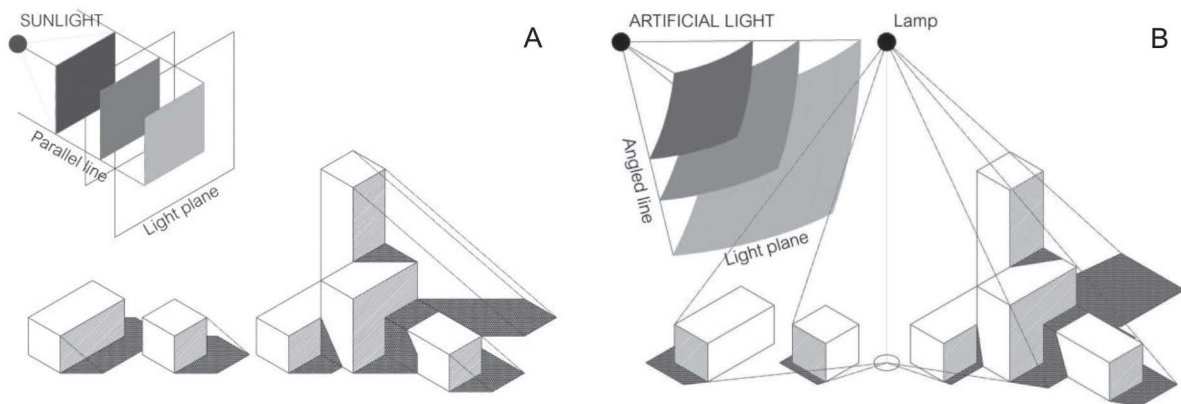
งานวิจัยนี้ กล่าวถึงทฤษฎีและแนวคิดตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อการหาแนวทาง วิธีการ เพื่อวิธีการเขียนแบบเงาในงานแบบไอโซเมตริกซึ่งได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังนี้

การเกิดเงาที่เราเห็นนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบสามส่วนด้วยกัน คือ “แสง” ซึ่งประกอบด้วย คุณสมบัติพื้นฐานของแสง แหล่งกำเนิดแสงและชนิดของแสง ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง และทิศทางของแสง “วัตถุ” ที่รับแสง หรือวัตถุที่ขวางทางแสง “ระนาบรับเงา” หรือพื้นผิวที่รับเงา และระยะห่างระหว่างวัตถุกับระนาบรับเงา (เอกพงษ์, 2537)

“แสง” หมายถึง ความสว่าง สิ่งที่ทำให้ดวงตาแลเห็น (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542) องค์ประกอบสำคัญของแสงมีลักษณะเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความรู้สึกสว่างในการศึกษาวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับแสงอาทิตย์ซึ่งเดินทางเป็นเส้นตรง แหล่งกำเนิดแสงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

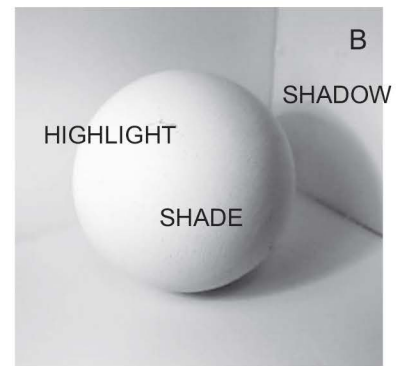
1. แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์และแสงที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น หิ่งห้อย เห็ดเรืองแสง เป็นต้น โดยทั่วไปงานสถาปัตยกรรมนิยมการอ้างอิงแสงจากดวงอาทิตย์เป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากอาคารส่วนใหญ่ต้องคำนึงถึงภูมิอากาศและภูมิประเทศ ส่วนงานสถาปัตยกรรมภายใน นิยมแสงประดิษฐ์ คือจากดวงโคม ทั้งนี้สำหรับการศึกษาแสงเงาในแบบเบื้องต้นจะใช้เกณฑ์แสงจากดวงอาทิตย์ ทั้งนี้แสงอาทิตย์ถือเป็นลำแสงขนาน จึงแสดงในแบบเป็นเส้นขนาน ด้านของร่มจึงเป็นด้านเดียวกัน ทิศทางของเงาก็จะไปในทิศทางเดียวกัน (ดูรูปที่ 1-A)

2. แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ เช่น ตะเกียง หลอดไฟแบบ หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในเรื่องของแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญคือ ดวงโคม ซึ่งจะมีลักษณะการกระจายแสงที่แตกต่างกันตามการออกแบบของผลิตภัณฑ์ องค์การดักกระทบของลำแสงไปยังวัตถุจึงแตกต่างกัน ทำให้ด้านของร่ม มีความแตกต่างกันและทำให้เกิดเงาที่แคบกว้างต่างกันแล้วมุ่งไปคนละทิศละทาง (ดูรูปที่ 1-B)



รูปที่ 1 แสดงเส้นแสงจากดวงอาทิตย์เป็นเส้นขนานและเส้นแสงจากแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์

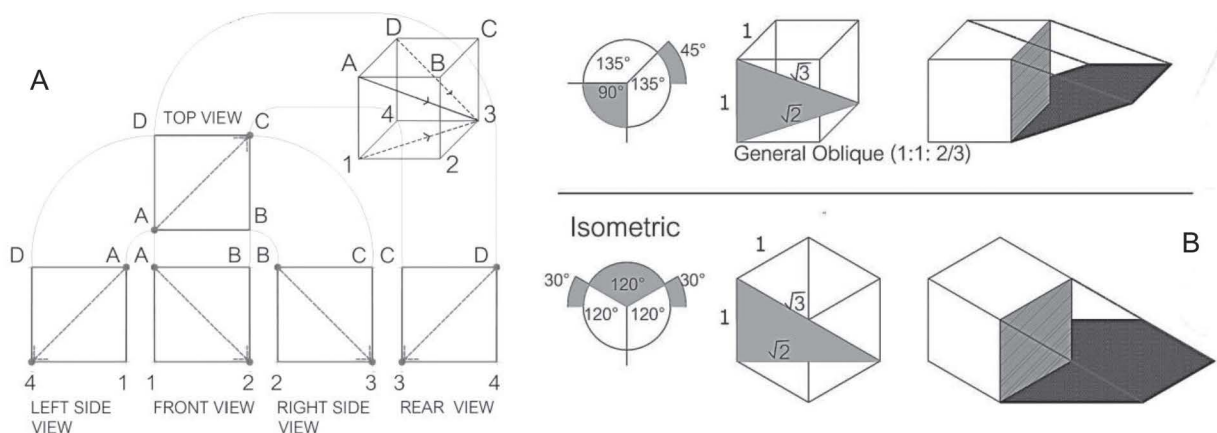
แสงที่ส่องไปกระทบวัตถุนั้น มีผลต่อลักษณะของร่มเงา แต่ตัววัตถุเองก็เป็นส่วนสำคัญที่จะยอมให้แสงผ่านหรือไม่ผ่าน ทำให้มีการจำแนกวัตถุออกตามลักษณะการยอมให้แสงผ่านหรือไม่ ออกเป็น 3 กลุ่ม (รูปที่ 2-A) คือ วัตถุที่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านเป็นเส้นตรงไปได้ นั่น เราเรียกวัตถุนั้นว่า “วัตถุโปร่งใส” (Transparent Object) เช่น แก้วใส น้ำใส เป็นต้น ถ้าแสงเคลื่อนที่ผ่านวัตถุแล้วเกิดการกระจายของแสงออกไป โดยรอบ ทำให้แสงเคลื่อนที่ไม่เป็นเส้นตรง เราเรียกวัตถุนั้นว่า “วัตถุโปร่งแสง” (Translucent Object) เช่น กระดาษฟาง กระดาษไข เป็นต้น ส่วนวัตถุที่ไม่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านไป เราเรียกว่า “วัตถุทึบแสง” (Opaque Object) เช่น พลาสติกทึบ หิน มนุษย์ เป็นต้น



รูปที่ 2 แสดงองค์ประกอบที่ทำให้เกิดเงา และวัตถุโปร่งใส วัตถุโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง

“ร่ม” (Shade) หมายถึง บริเวณที่แสงส่องไม่ถึงหรือมีอะไรบังแสง และ “เงา” (Shadow) หมายถึง ส่วนที่มีมืดเพราะมีวัตถุบังแสงทำให้เห็นเป็นรูปของวัตถุนั้น หรือ อาณาเขตหลังวัตถุที่แสงเคลื่อนที่ไปกระทบวัตถุนั้นแล้วแสงเคลื่อนที่ไปไม่ถึงทั้งหมดหรือไปถึงได้บ้าง (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542) ทั้งนี้ในการตกกระทบของแสงจะทำให้เกิดร่มบนตัววัตถุ และเงาบนระนาบอื่น คือเมื่อแสงกระทบวัตถุจะเกิดพื้นที่บนวัตถุเกิดความต่างของค่าแสงได้สองระนาบ (รูปที่ 2-B) คือ ระนาบที่หันรับแสง (Highlight) และระนาบที่ไม่ได้หันรับแสง (สว่างน้อยกว่า) เรียกพื้นที่นั้นว่า “ร่ม” ส่วนอีกพื้นที่ที่วัตถุบดบังแสงไว้บนพื้นที่ของระนาบอื่น ทำให้แสงเคลื่อนที่ไปไม่ถึงทั้งหมดหรือไปถึงได้บ้างและปรากฏเป็นรูปร่างของวัตถุนั้น เราเรียกพื้นที่รูปร่างนั้นว่า “เงา”

กล่องแสง (Light Ray Box) โดย เอลิม (2550) และ เอกพงษ์ (2537) ได้กำหนดมุม  $45^\circ$  ในงานรูปออร์โทกราฟิก ได้กำหนดดกล่องลูกบาศก์จตุรัสสี่ สมมติลำแสงจากดวงอาทิตย์ส่องทแยงมุมกล่อง จากมุมซ้ายบนลงมายังมุมขวาล่าง มุมนี้หมายถึงแสงส่องมาต้องวัตถุตัวนั้นแบบนี้จะกำหนดมุมตั้งกับผืนราบที่ใช้เป็นผืนเขียนรูปและทำมุมนอนกับผืนที่ตั้งวัตถุที่ใช้เป็นผืนเขียนรูปตั้งเป็น  $45^\circ$  เท่ากัน โดยถือว่าเส้นแสงนี้แทนรัศมีของแสงที่ขนานกันทุกเส้น (รูปที่ 3-A)



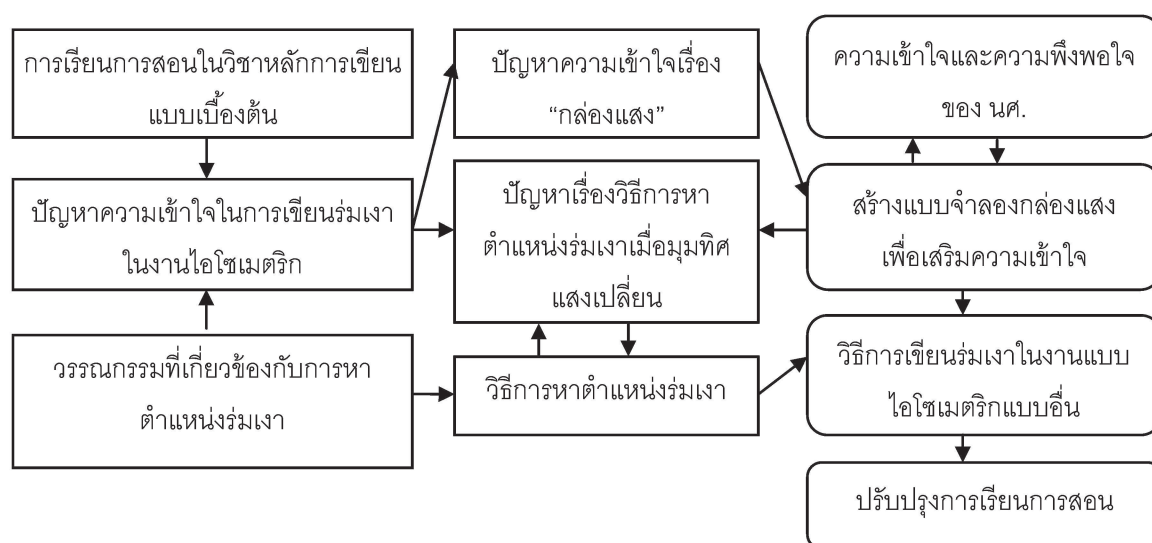
รูปที่ 3 แสดงภาพเส้นแสงของรูปออร์โทกราฟิก ที่กล่องแสง  $45^\circ$  (1:1)

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม โดยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น ซึ่งผลขึ้นอยู่กับการประเมินความเป็นไปได้ โดยการประเมินค่าของแต่ละคนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งชนิดเดียวกัน ตามความรู้ ประสบการณ์และความต้องการ (ภาศิริ และ สีนินาถ, 2553)

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ 1. แบบจำลองกล่องแสง ทดลองใช้โดยนักศึกษา 2. องศาของทิศทางแสงอาทิตย์ จุดแสดงวัตถุ  
ระนาบรับเงาแนวนอน แนวตั้ง และ เอียง

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1. ความเข้าใจและความพึงพอใจของนักศึกษา 2. วิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่วมเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกซึ่งแสดงได้

การกำหนดปัญหาอันเนื่องมาจากการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแบบร่วมเงามีจำนวนน้อย ผู้วิจัยได้เห็นถึงจุดสังเกตนี้ว่าเป็นปัญหาในการศึกษาของนักศึกษาในกรณีท้องคาของทิศทางแสงเปลี่ยนจะไม่สามารถหาตำแหน่งร่วมเงาได้ชัดเจน ผู้วิจัยศึกษาหาแบบจำลองเพื่อใช้ทำความเข้าใจการเกิดแสงเงาในกล่องแสง และใช้แบบจำลอง เพื่อศึกษาวิธีการหาตำแหน่งร่วมเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริกด้วยวิธีอื่นๆ แล้วนำผลการวิจัยไปปรับปรุงการเรียนการสอนในรายวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น สามารถแสดงประเด็นปัญหาและเงื่อนไขได้ตามรูปที่ 4



**รูปที่ 4** แสดงประเด็นปัญหาของการวิจัย

### 3.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

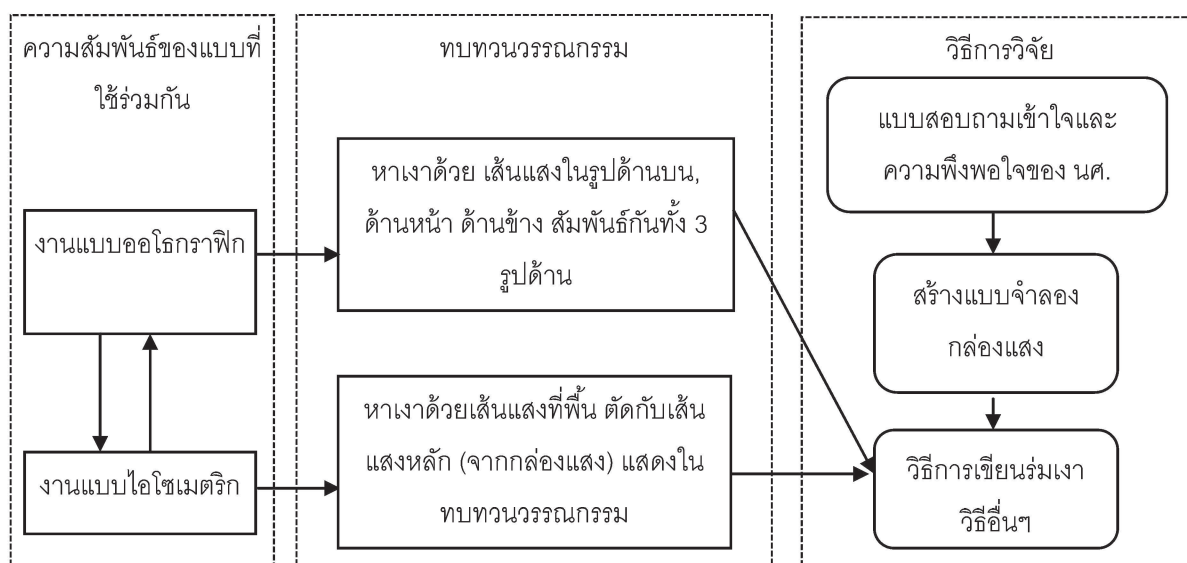
- สร้างเครื่องมือสามมิติ “กล่องแสง” ในการระบุตำแหน่งร่วมเงา เพื่อสร้างความเข้าใจในการหาตำแหน่งร่วมเงาในแบบไอโซเมตริกแก่นักศึกษา
- เพื่อศึกษาวิธีการเขียนแบบ เพื่อหาตำแหน่งร่วมเงาในแบบไอโซเมตริก

### 3.2 สมมติฐานการวิจัย

- การสร้างเครื่องมือสามมิติ “กล่องแสง” ในการระบุตำแหน่งร่วมเงา จากแสงอาทิตย์จริง จะช่วยสร้างความเข้าใจในการหาตำแหน่งร่วมเงาในแบบไอโซเมตริกแก่นักศึกษาได้มากขึ้น
- การเขียนแบบร่วมเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก มีวิธีการที่สามารถปรับตามความเหมาะสม เมื่อ องศาของทิศทางแสงอาทิตย์ หรือลักษณะระนาบรับเงาเปลี่ยนไป

### 3.3 กรอบของการวิจัย

จากการสอนวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น และการทบทวนวรรณกรรม สามารถสรุปกรอบแนวคิดสำหรับงานวิจัยคือ การเขียนแบบร่วมเงาในงานออโรกราฟิกมีการใช้เส้นแสงด้านข้าง แต่ในงานแบบไอโซเมตริกไม่มีปรากฏการใช้งานเส้นแสงด้านข้าง เพราะเส้นแสงซ้อนกัน จึงต้องเปลี่ยนขนาดกล่องแสงให้เห็นเส้นแสงทุกเส้น เพื่อทดลองใช้เส้นแสงทุกเส้นหาตำแหน่งร่วมเงา ซึ่งคาดว่าจะใช้ได้แสดงกรอบวิธีการวิจัย แสดงตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 กรอบแนวคิดในวิธีการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา ได้แก่

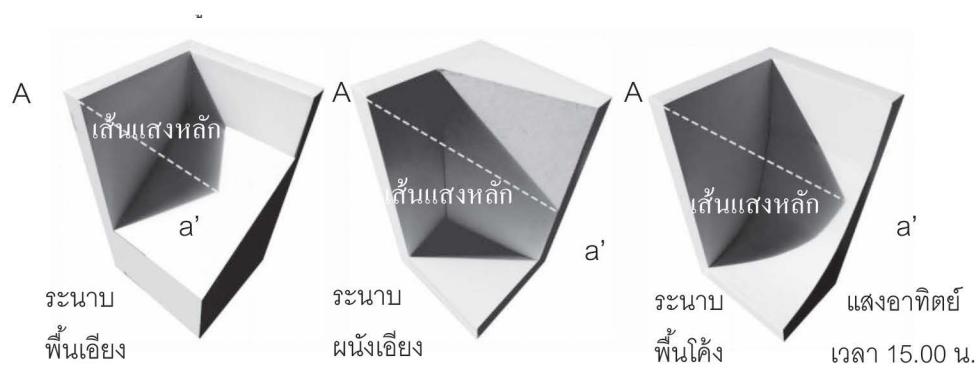
- หาตำแหน่งร่วมเงา ของจุดแสดงวัตถุ บนเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงองศาของทิศทางแสงอาทิตย์ และลักษณะของระนาบรับเงา (แนวนอน แนวตั้ง และ เอียง) เพิ่มเติม
- กลุ่มนักศึกษาในวิชาหลักการเขียนแบบเบื้องต้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ ประมวลผล และสรุปผลการวิจัย

- ความเข้าใจและความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้แบบจำลอง ประเมินด้วยการทำแบบสอบถาม แล้วประมวลผลด้วยวิธีทางสถิติ
- นำวิธีการเขียนแบบตำแหน่งร่วมเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก นำไปทดลองใช้ในการเขียนร่วมเงาในงานแบบไอโซเมตริก โดยกำหนดจุดแสดงวัตถุ ระนาบรับเงาแนวนอน แนวตั้ง และ เอียง ในแบบต่างๆ ว่าสามารถใช้วิธีที่ได้จากการวิจัย

### 3.4 เครื่องมือสามมิติใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ระนาบรับเงาในกล่องแสงเปลี่ยน (ดูรูปที่ 6)

การทดลองในอีกรูปแบบของแบบจำลองกล่องแสง



รูปที่ 6 แสดงการทดลองแบบจำลองกล่องแสงที่ระนาบรับเงาในกล่องแสงเปลี่ยน

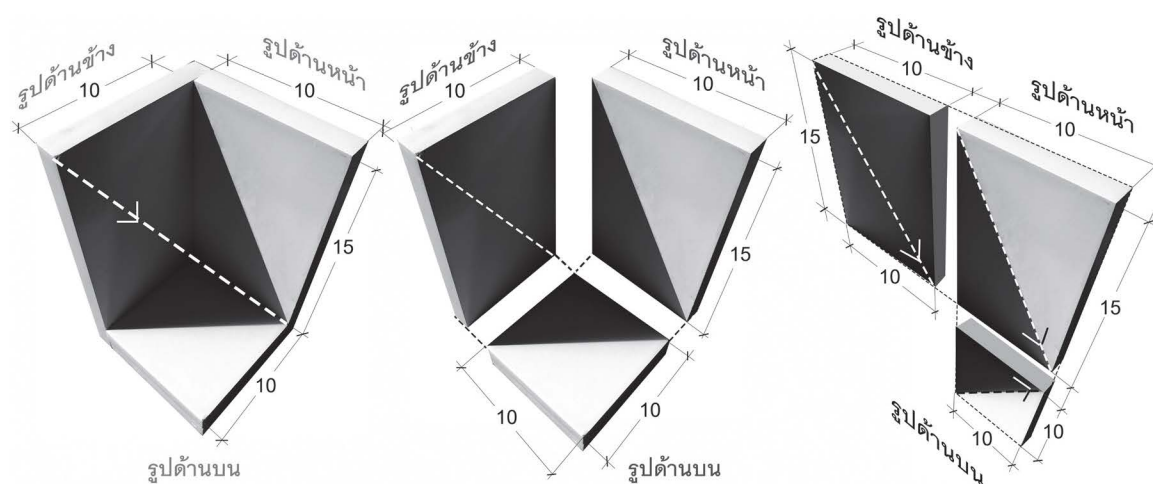
### 3.5 นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือสามมิติในการอธิบายปรากฏการณ์ของกล่องแสง (ดูรูปที่ 7)

ในการศึกษาของกล่องแสงจำลองนี้ให้ตำแหน่งเงาที่พื้นกล่องเป็นเงาเส้นทแยงมุม โดยกำหนดมุมกล่องเป็นจุด A และได้ตำแหน่งจุดเงาที่จุด a' ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าถ้าสัดส่วนของกล่องแสงอยู่ที่ 1:1.5 เงาจุด a' จะอยู่ตรงมุมล่างของกล่องแสงจำลอง ทั้งนี้ในการศึกษามุมองศาทิศทางแสงที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลาของวันนั้นไม่สามารถทดลองทุกชั่วโมงตลอดวันได้ จึงใช้แบบจำลองกล่องแสงในการทดลอง เพื่ออธิบายและสร้างความเข้าใจให้นักศึกษา



รูปที่ 7 แสดงการบรรยายการเขียนร่วมเงาในงานแบบด้วยโมเดลจำลองกล่องแสง

### 3.6 การปรับผลจากเครื่องมือสามมิติในการอธิบายกล่องแสงในงานไอโซเมตริก (ดูรูปที่ 8)



รูปที่ 8 แสดงการอธิบายภาพกล่องแสงในงานไอโซเมตริกและออโรกราฟิก

### 3.7 แบบสอบถามเพื่อประเมินความเข้าใจและความพึงพอใจการศึกษาด้วยแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 70 คน กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรมภายใน สาขาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตอบแบบสอบถามจริงจำนวน 76 คน (นักศึกษารุ่นปี 1 และชั้นปีที่ 2)

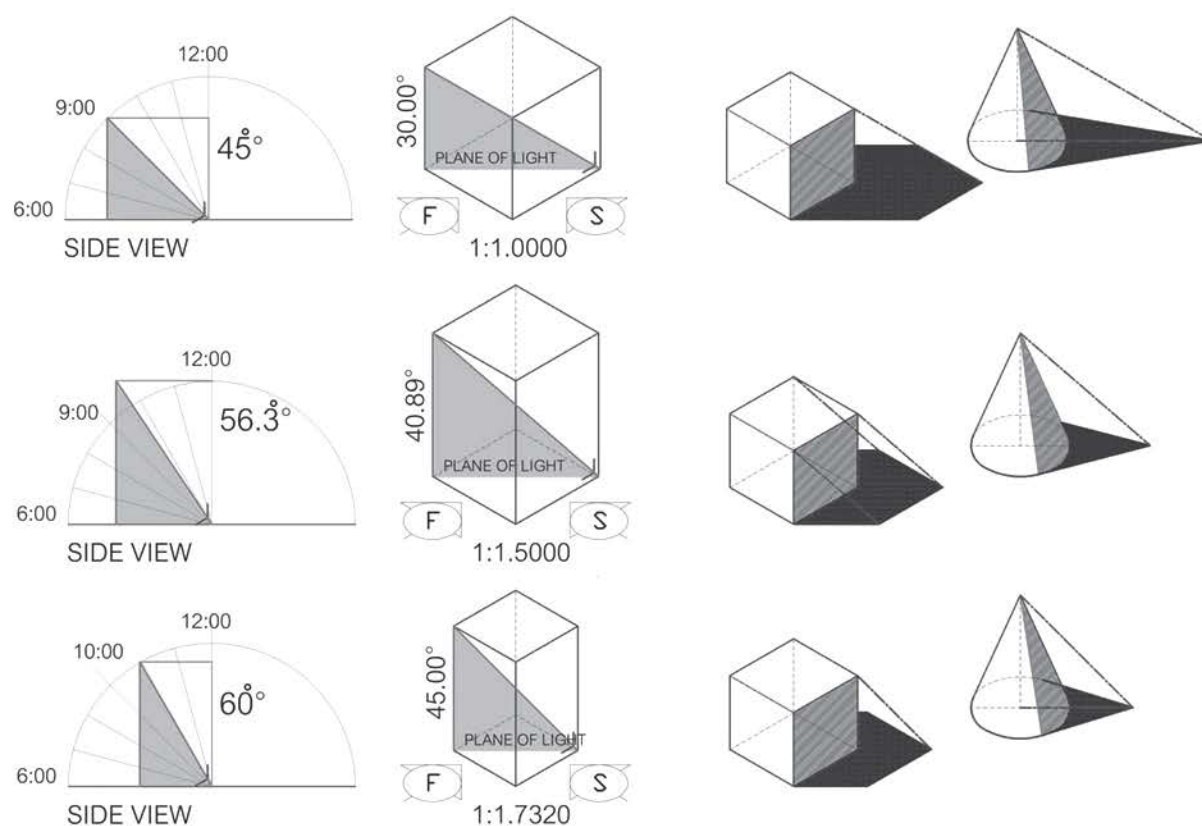
1. ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง
2. ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการอธิบายแบบจำลองด้วยวิธีต่างๆ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วนต่างกัน คือที่สัดส่วน 1:1 1:1.5 และ 1:1.732 และการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาในวิธีการอธิบายแบบจำลองด้วยวิธีต่างๆ โดยการแบ่งค่าระดับความพึงพอใจของนักศึกษาออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 น้อยมาก ระดับ 2 น้อย ระดับ 3 ปานกลาง ระดับ 4 มาก และ ระดับ 5 มากๆ วิเคราะห์ความพึงพอใจโดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วย ONE-WAY ANOVA

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงแบบต่างๆ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเขียนแบบโดยการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วนต่างกัน คือ ที่สัดส่วน 1:1 1:1.5 และ 1:1.732 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ( $F\text{-value} = 33.902$ ,  $\text{Sig.} = 0.000$  ตามตารางที่ 1) โดยวิธีการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วน 1:1.5 นักศึกษามีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับสูง ที่ระดับ 4.21 รองลงมาคือวิธีการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วน 1:1 ที่ระดับ 4.03 และวิธีการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วน 1:1.732 นั้นมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับน้อยที่สุด ที่ระดับ 2.99 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในแบบสอบถาม “นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้กล่องแสงแบบใดมากที่สุด” ได้ผลที่นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้กล่องแสงที่อัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วน 1:1.5 มากที่สุด คือ 70% (รูปที่ 9 และตารางที่ 2)



รูปที่ 9 แสดงการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วนต่างกัน คือ สัดส่วน 1:1 1:1.5 และ 1:1.732

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงแบบต่างๆ

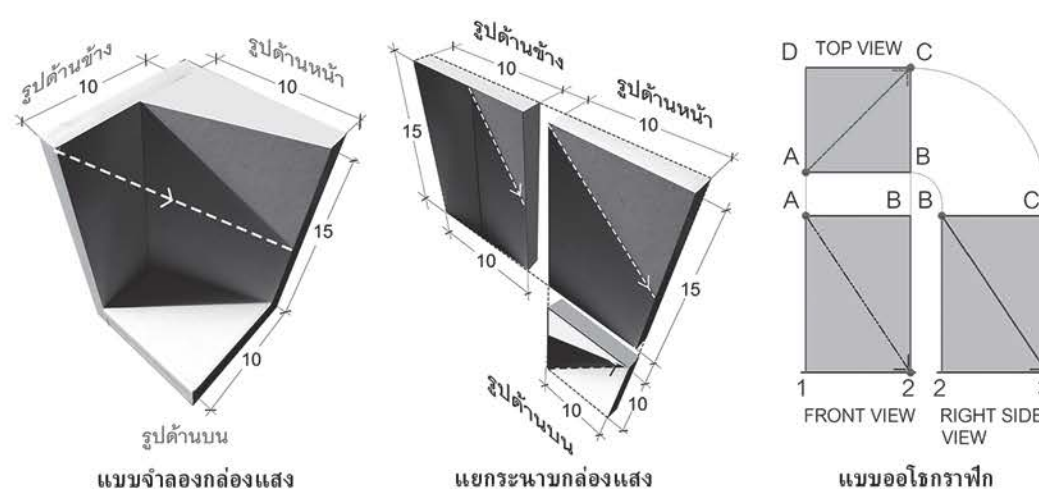
| No.     | อัตราส่วนกล่องแสงแบบต่างๆ            | Mean | Std.Deviation | หมายเหตุ                                          |
|---------|--------------------------------------|------|---------------|---------------------------------------------------|
| 1       | อัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1     | 4.03 | 0.91          | POSTHOC= TUKEY<br>ALPHA (0.05).<br>จำนวน นศ. = 76 |
| 2       | อัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1.5   | 4.21 | 0.85          |                                                   |
| 3       | อัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1.732 | 2.99 | 1.17          |                                                   |
| F-value |                                      |      |               | 33.902                                            |
| Sig.    |                                      |      |               | 00.000                                            |

ตารางที่ 2 แสดงค่าร้อยละความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการกำหนดอัตราส่วนกล่องแสงแบบต่างๆ

| No. | อัตราส่วนกล่องแสงแบบต่างๆ            | จำนวน นศ. | ร้อยละ | หมายเหตุ       |
|-----|--------------------------------------|-----------|--------|----------------|
| 1   | อัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1     | 22        | 29%    | จำนวน นศ. = 76 |
| 2   | อัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1.5   | 53        | 70%    |                |
| 3   | อัตราส่วนกล่องแสง ที่สัดส่วน 1:1.732 | 1         | 1%     |                |

## 4.2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการอธิบายแบบจำลองด้วยวิธีต่าง ๆ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการอธิบายงานแบบต่างๆ คือ การอธิบายด้วยแบบจำลองกล่องแสง การอธิบายด้วยแบบจำลองและแยกระนาบกล่องแสง และ การอธิบายด้วยแบบอโคราฟิก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ( $F\text{-value} = 1.7370$ ,  $\text{Sig.} = 0.1780$  ตามตารางที่ 3) โดยวิธีการอธิบายด้วยแบบอโคราฟิก นักศึกษามีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับสูงที่ 3.82 รองลงมาคือวิธีการอธิบายด้วยแบบจำลองกล่องแสง นักศึกษามีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับสูงที่ 3.59 และวิธีการอธิบายด้วยแบบจำลอง และ แยกระนาบกล่องแสง นั้นมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับน้อยที่สุด ที่ 3.53 แสดงให้เห็นว่าการอธิบายทั้งสามวิธีนั้นเป็นที่พึงพอใจแก่นักศึกษา ส่วนข้อมูลในแบบสอบถาม "นักศึกษามีความพึงพอใจในวิธีการอธิบายงานแบบใดมากที่สุด" ได้ผลที่นักศึกษามีความพึงพอใจในการอธิบายด้วยแบบจำลองกล่องแสงมากที่สุด คือ 61% (ตามรูปที่ 10 และตารางที่ 4)



รูปที่ 10 แสดงวิธีการอธิบายแบบจำลองด้วยวิธีต่างๆ

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการอธิบายแบบจำลองด้วยวิธีต่างๆ

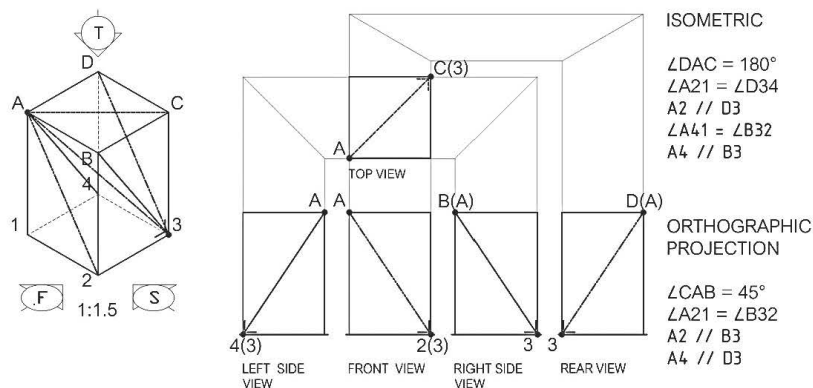
| No.     | วิธีการอธิบายงานแบบต่าง ๆ               | Mean | Std.Deviation | หมายเหตุ                                      |
|---------|-----------------------------------------|------|---------------|-----------------------------------------------|
| 1       | อธิบายด้วยแบบจำลองกล่องแสง              | 3.59 | 1.02          | POSTHOC=TUKEY ALPHA (0.05).<br>จำนวน นศ. = 76 |
| 2       | อธิบายด้วยแบบจำลอง และ แยกระนาบกล่องแสง | 3.53 | 0.93          |                                               |
| 3       | อธิบายด้วยแบบอโคราฟิก                   | 3.82 | 1.05          |                                               |
| F-value |                                         |      |               | 1.7370                                        |
| Sig.    |                                         |      |               | 0.1780                                        |

ตารางที่ 4 แสดงค่าร้อยละความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อวิธีการอธิบายแบบจำลองด้วยวิธีต่างๆ

| No. | อัตราส่วนกล่องแสงแบบต่าง ๆ              | จำนวน นศ. | ร้อยละ | หมายเหตุ       |
|-----|-----------------------------------------|-----------|--------|----------------|
| 1   | อธิบายด้วยแบบจำลองกล่องแสง              | 46        | 61%    | จำนวน นศ. = 76 |
| 2   | อธิบายด้วยแบบจำลอง และ แยกระนาบกล่องแสง | 13        | 17%    |                |
| 3   | อธิบายด้วยแบบอโคราฟิก                   | 17        | 22%    |                |

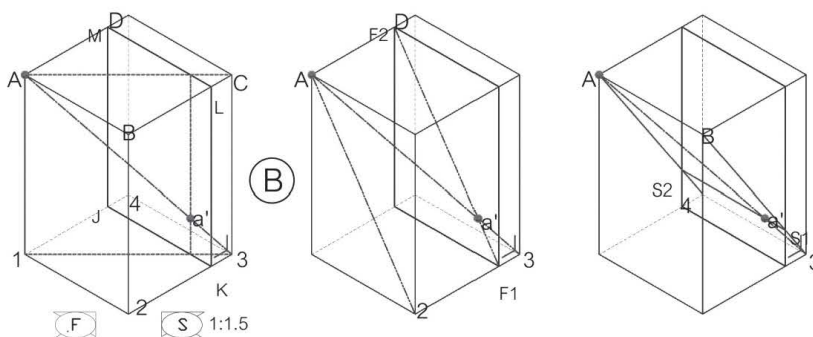
#### 4.3 วิธีการเขียนแบบเพื่อหาดำแหน่งร่เงาในแบบไอโซเมตริก

จากภาพแบบจำลองกล่องแสงที่ได้ทำการทดลองไปในมุมมองใกล้เคียงภาพไอโซเมตริก และจากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องหลักการเขียนแบบหาร่เงา โดยผู้วิจัยได้รับสัดส่วนของกล่องแสงจาก  $45^\circ$  หรือมาตราส่วนกล่องแสงที่ 1:1 (มีเส้นแสงหลักเส้น  $30^\circ$  และเส้นแสงด้านบน เส้น  $180^\circ$  อ้างถึงรูปที่ 3) มาเป็นกล่องแสงที่มาตราส่วน 1:1.5 โดยเขียนภาพไอโซเมตริกเทียบกับภาพออร์โทกราฟิก (ตามรูปที่ 11) จะเห็นได้ว่าการหาจุดตำแหน่งเงา  $a'$  ในภาพออร์โทกราฟิก นั้นปรากฏเส้นแสงที่แยกออกจากเส้นแสงหลัก (เส้น  $A3$ ) และเส้นแสงด้านบน (เส้น  $AC$ ) เพิ่มเส้นแสงบนรูปด้านซ้าย (เส้น  $A2$ ) และเส้นแสงบนรูปด้านขวา (เส้น  $A4$ ) ทั้งนี้ต้องใช้เส้นแสงที่ประกอบกันในรูปด้านประกอบกัน จะสามารถหาแสงเงาได้ถึง 3 วิธี คือ วิธีที่ 1) เส้นแสงหลัก  $A3$ +เส้นแสง  $AC$  วิธีที่ 2) เส้นแสงหลัก  $A3$ +เส้นแสง  $A2$ +เส้นระนาบ 12 วิธีที่ 3) เส้นแสงหลัก  $A3$ +เส้นแสง  $A4$ +เส้นระนาบ 43 (เส้นระนาบ 12 และเส้นระนาบ 43 เท่ากับ เส้น  $30^\circ$ ) ซึ่งมีวิธีการมากกว่ากล่องแสงจาก  $45^\circ$  หรือมาตราส่วนกล่องแสงที่ 1:1



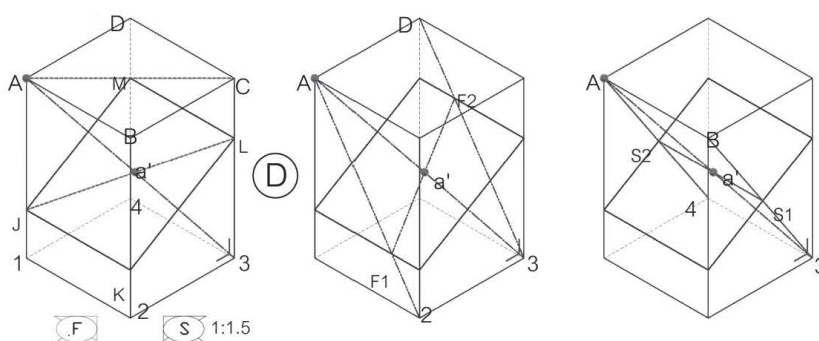
รูปที่ 11 แสดงการแตกกล่องแสงในภาพไอโซเมตริกออกมาเป็นงานภาพออร์โทกราฟิก 2

ยกตัวอย่างการหาแสงเงา 3 วิธี กรณีกล่องแสงบนระนาบรับเงาที่เลื่อนระนาบรับเงาเข้า ในแนวตั้ง (ระนาบตั้งฉากกับพื้น) โดยวิธีในการหาดำแหน่งของเงา คือการใช้เส้นแสงจากรูปด้านต่างๆ ตัดขอบระนาบรับเงาบนด้านนั้นและด้านตรงกันข้าม แล้วเชื่อมเส้นระหว่างจุดตัดนั้น ก็จะได้จุดตัดกับเส้นแสงหลัก คือเส้นทแยงมุม  $A3$  ทั้งนี้เนื่องจากการกำหนดทิศทางของกล่องแสง จึงอ้างอิงเส้นแสงในรูปด้านหน้าและรูปด้านหลัง ตัดขอบระนาบรับเงาที่เอียงที่จุด  $F_1$  และจุด  $F_2$  ตามลำดับ เมื่อเชื่อมจุดทั้งสองจะได้เส้น  $F_1F_2$  ส่วนเส้นแสงในรูปด้านข้างซ้ายและรูปด้านข้างขวา ตัดขอบระนาบที่จุด  $S_1$  และจุด  $S_2$  ตามลำดับ เมื่อเชื่อมจุดทั้งสองจะได้เส้น  $S_1S_2$  เส้นทั้งสองเส้นจะตัดเส้นแสงหลัก เส้นทแยงมุม  $A3$  ที่จุดเงา  $a'$  (รูปที่ 12) ในการหาดำแหน่งเงาในกรณีนี้ วิธีที่ 2 (เส้นแสงหลัก  $A3$ +เส้นแสง  $A2$ +เส้นระนาบ 12) จะง่ายในการหา



รูปที่ 12 แสดงกล่องแสงในภาพไอโซเมตริก ระนาบนอนและแนวตั้ง

ข้อสังเกตจากการหาตำแหน่งเงาบนระนาบรับเงาเอียง คือ ระนาบรับเงาเอียง ( $\square JKML$ ) ระนาบรับเงาเอียง จากระดับด้านข้างขวาลงมายังระดับด้านข้างซ้ายตามรูปที่ 13 แสดงให้เห็นระนาบด้านข้าง นั้นจะประกอบด้วย เส้นขอบคู่ขนาน ที่แสดงความชันของระนาบหนึ่งคู่ (เส้น JK กับเส้น ML) และเส้นขอบคู่ขนานที่ต่างระดับกัน (เส้น JM กับเส้น KL) เมื่อใช้ เส้นแสงบนรูปด้านหน้า (เส้น A2) และรูปด้านหลังตัดขอบระนาบรับเงาเอียง (เส้น D3) ทั้งสองชุดของเส้นขอบคู่ขนาน แล้วเชื่อมจุดตัด (เส้น  $F_1F_2$ ) จะสังเกตได้ว่า เส้นทอดตัวของเงาที่ตัดเส้นขอบคู่ขนานแสดงความชันของระนาบ (เส้น JK กับเส้น ML) จะขนานกับเส้นขอบของระนาบรับเงาเอียง (เส้น JM กับเส้น KL) แต่เส้นทอดตัวของเงา (เส้น  $S_1S_2$ ) ที่ได้จากการนำเส้นแสงบนรูปด้านข้างซ้าย (เส้น A4) และเส้นแสงบนรูปด้านข้างขวา (เส้น B3) เขียนตัดเส้นขอบคู่ขนานที่ต่างกัน (เส้น JM กับเส้น KL) นั้นจะไม่ขนานกับเส้นขอบของระนาบรับเงาเอียง (เส้น JK กับเส้น ML) ในการหาตำแหน่งเงา ในกรณีนี้ วิธีที่ 2 (เส้นแสงหลัก A3+เส้นแสง A2+เส้นระนาบ12) จะง่ายในการหา



รูปที่ 13 แสดงกล่องแสงในภาพไอโซเมตริกระนาบเอียง

## 5. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 ความพอใจในเครื่องมือสามมิติในการอธิบายปรากฏการณ์ของกล่องแสง

ผลวิจัยได้แสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความพอใจในการหาตำแหน่งร่มเงาในแบบไอโซเมตริกได้มากขึ้นเมื่อใช้แบบจำลอง “กล่องแสง” สามมิติ ในการทดลองด้วยแสงอาทิตย์ และนักศึกษามีความพึงพอใจในวิธีการทดลองดังกล่าว โดยนักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้กล่องแสงที่กำหนดอัตราส่วนกล่องแสงที่สัดส่วน 1:1.5 มากที่สุด และความพึงพอใจของนักศึกษามีต่อวิธีการอธิบายงานแบบต่างๆ คือ การอธิบายด้วยแบบจำลองกล่องแสง

### 5.2 วิธีการเขียนแบบเพื่อหาตำแหน่งร่มเงาในแบบไอโซเมตริก

ผลวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าเกิดวิธีการเขียนแบบร่มเงาในงานเขียนแบบไอโซเมตริก ที่สามารถปฏิบัติตามความเหมาะสม เมื่อองค์ของทิศทางแสงอาทิตย์ หรือลักษณะระนาบรับเงาเปลี่ยนไป สามารถหาแสงเงาได้ถึง 3 วิธี

วิธีที่ 1) เส้นแสงหลัก A3+เส้นแสง AC( $180^\circ$ )

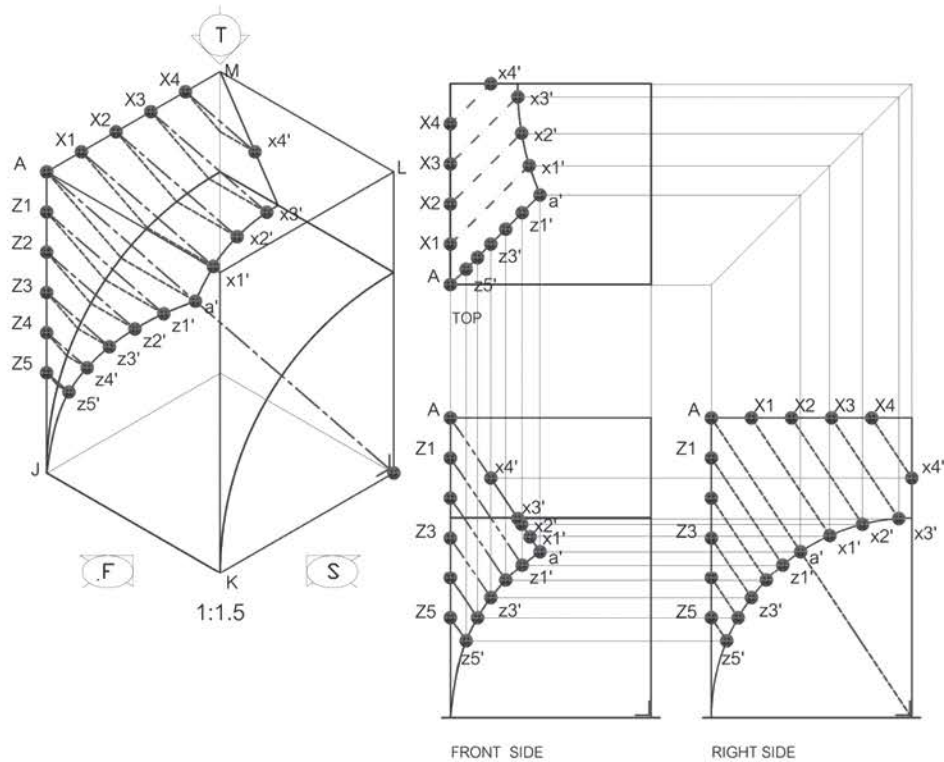
วิธีที่ 2) เส้นแสงหลัก A3+เส้นแสง A2+เส้นระนาบ12 (เส้นระนาบ12 เท่ากับ เส้น  $30^\circ$ )

วิธีที่ 3) เส้นแสงหลัก A3+เส้นแสง A4+เส้นระนาบ 43 (เส้นระนาบ 43 เท่ากับ เส้น  $30^\circ$ )

ทั้งนี้เรายังสามารถใช้เส้นแสงในทั้งสามระนาบร่วมกับเส้นแสงหลักได้ และมีความสะดวกรวดเร็วแตกต่างกัน เมื่อระนาบรับเงานั้นมีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 11-13)

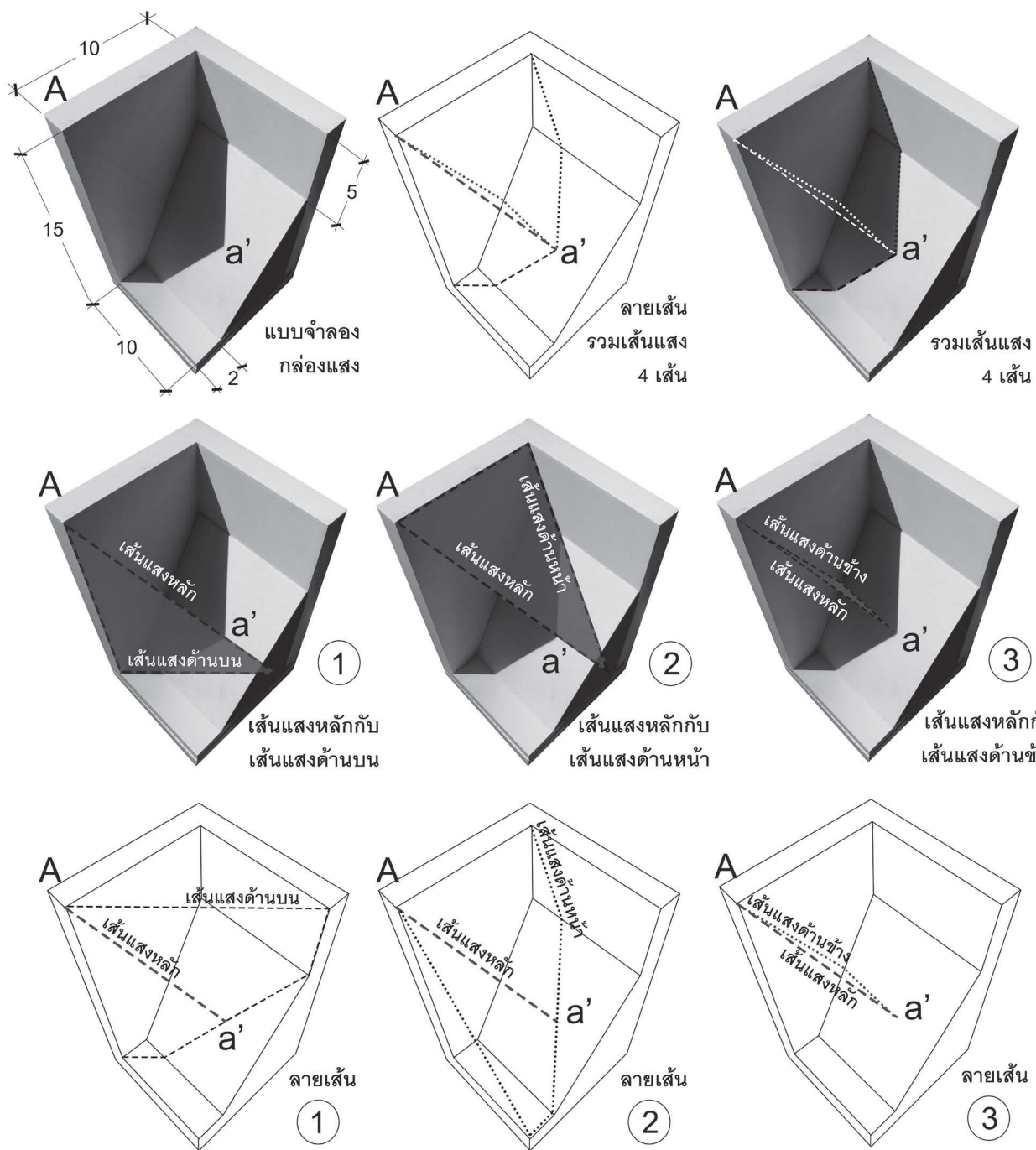
เพิ่มเติมกรณีระนาบรับเงาโค้ง การหาตำแหน่งแสงเงาบนระนาบโค้งที่คว่ำลง โดยมีทิศทางโค้งเริ่มจากรูปด้านด้านหลังมายังรูปด้านด้านหน้า การใช้วิธีที่ 3) เส้นแสงหลัก A3+เส้นแสง A4+เส้นระนาบ 43 (เส้นระนาบ 43 เท่ากับ เส้น  $30^\circ$ ) คือ เส้นแสงด้านข้างซ้ายตัดกับขอบระนาบรับเงาที่โค้ง ร่วมกับเส้นแสงในแนวระนาบ  $30^\circ$  ไปตัดกับเส้นแสงหลัก กำหนด

จุดตัดแกนคือจุด A แกนจุด a' เกิดเส้นทอดตัวของเงาโค้งบนระนาบรับเงา วิธีนี้จะสะดวกในการหาดำแหน่งเงาบนระนาบรับเงาที่โค้งแบบนี้ (รูปที่ 14)

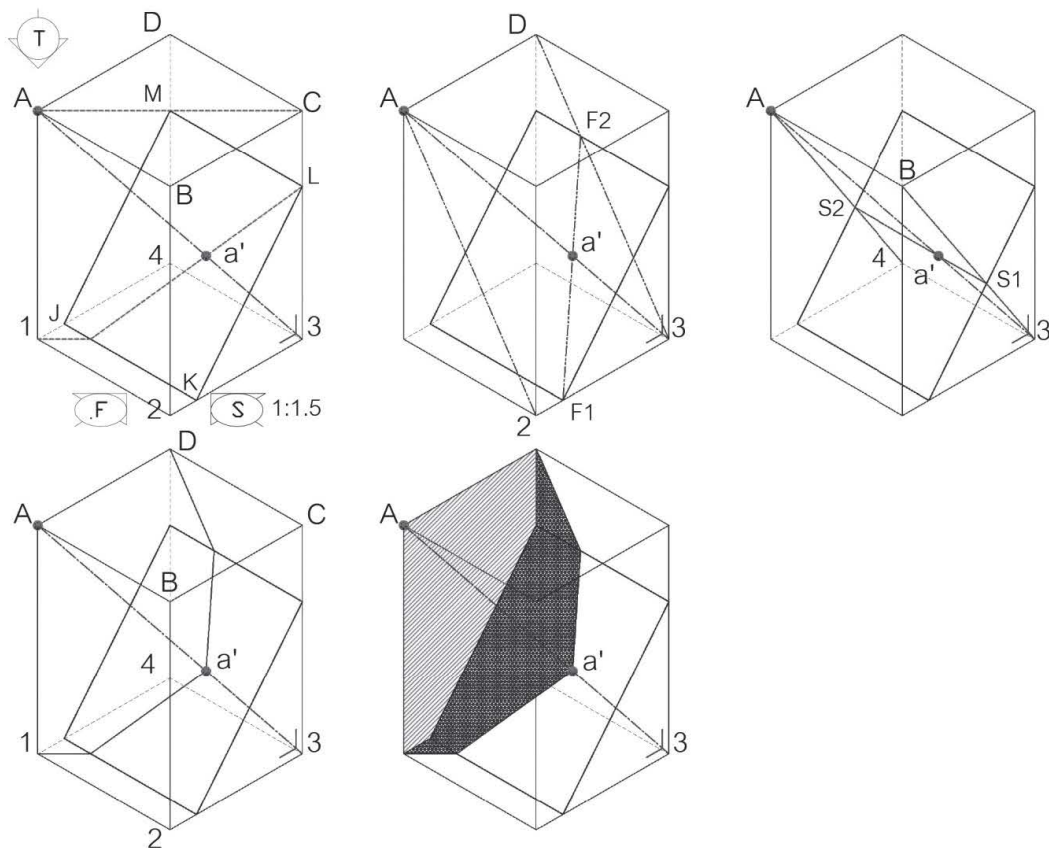


รูปที่ 14 แสดงการหาดำแหน่งเงาบนระนาบโค้ง

ในบางกรณีมีความจำเป็นในการใช้เส้นแสงในทั้งสามระนาบ ร่วมกับเส้นแสงหลัก (รูปที่ 16 และ รูปที่ 17)



รูปที่ 16 แสดงการหาวิเคราะห์ตำแหน่งเงาในแบบจำลอง



รูปที่ 17 แสดงการปรับงานจากแบบจำลองสู่แบบไอโซเมตริก

### ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้เป็นเพียงการทดลองเพื่อการสร้างเครื่องมือสามมิติ “กล่องแสง” ในการระบุตำแหน่งร่วมเงา เพื่อสร้างความเข้าใจในการหาตำแหน่งร่วมเงาในแบบไอโซเมตริกแก่นักศึกษาและเพื่อศึกษาวิธีการเขียนแบบ เพื่อหาตำแหน่งร่วมเงาในแบบไอโซเมตริก ทั้งนี้จากจะกล่าวได้ว่าเป็นการหารูปแบบที่เหมาะสมเพื่อการเขียนแบบร่วมเงาในงานไอโซเมตริกในเบื้องต้น ดังนั้น ควรมีการนำโมเดลนี้ไปทดลองหรือวิจัยเพิ่มเติมกับแบบจริงที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตที่แบบต่างๆ ต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- เฉลิม รัตนทัศนีย์, 2550. “การเขียนแบบสถาปัตยกรรม”, พิมพ์ครั้งที่ 9, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 285 หน้า
- ภาศิริ เขตปิยรัตน์ และ สนิษนาถ วิกรมประสิทธิ์, 2553. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ “ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหลักสูตรบริหารธุรกิจ (4ปี)” คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปีการศึกษา 2553
- ราชบัณฑิตยสถาน, 2546. พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์ พับลิเคชั่นส์.
- 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. 250p.
- Jacinta Patterson and Joanne Saville, 2012. **Viscomm: A Guide to Visual Communication Design**. England: Cambridge University Press,