

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ทฤษฎีใน ส่วนของคุณสมบัติของแสง ทฤษฎีการคำนวณหามุมของดวงอาทิตย์ที่กระทำกับเปลือกอาคาร ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์จำลองการโคจรของดวงอาทิตย์ และทฤษฎีเกี่ยวกับระยะและมุมที่ สายตารับรู้ได้

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง

2.1.1 การมองเห็นและการปรับตัวของตาต่อแสง

ความสามารถในการปรับตัวของตาต่อการมองเห็นขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง และเวลาที่ใช้ในการมอง การปรับตัวในการมองเห็นของตาในที่มืดใช้เวลา นานกว่าในที่สว่าง ตาจะใช้เวลา ประมาณ 30 วินาทีในการปรับจากความสว่างมากไปสู่บริเวณความสว่างน้อยหรือในที่มืด ในทาง ตรงกันข้ามตาจะใช้เวลาในการปรับจากที่มืดไปสู่บริเวณที่สว่างน้อยมาก (ฮาวูธ ซีรสวรรค์ศักดิ์, 2548) ดังนั้น แสงสะท้อนที่เกิดจากกระจกบนเปลือกอาคารสำนักงานที่ตกกระทบลงบนถนนนั้นเป็น อันตรายต่อผู้ขับขี่ เพราะแสงสะท้อนที่เข้าตาเป็นแสงจ้าซึ่งมีปริมาณความเข้มแสงมากกว่าแสงจาก บริเวณรอบข้าง ดังนั้น ตาจึงต้องใช้เวลาอย่างน้อย 30 วินาทีในการปรับตัวซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการขับขี่ พาหนะได้

2.1.2 แสงจ้า (Glare)

แสงจ้า หมายถึง แสงที่เข้าตาทำให้มองวัตถุได้ยาก หรือมองไม่เห็นเลย (Stein and Reynold, 2000, p. 1085) ได้นิยามไว้ว่า แสงจ้า คือ สภาวะการมองเห็นที่ มองแล้วเกิดภาวะไม่ สบายของสายตา หรือทำให้ความสามารถในการมองเห็นสิ่งนั้น ๆ ลดลง อันเป็นผลมาจากความ เปรียบต่างที่มากจนเกินไป แสงจ้ามักอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ

1. แสงจ้าแบบทำให้ไม่สบายตา (discomfort glare) เป็นแสงจ้าที่เมื่อเห็นสู่ตาจะยังสามารถมองเห็นวัตถุได้ แต่ประสิทธิภาพลดลงจนก่อให้เกิดความไม่สบายตา แสงจ้าประเภทนี้มักเกิดจากการมองเห็นแหล่งกำเนิดแสง ก่อให้เกิดการปรับตัวของนัยน์ตาอย่างรวดเร็ว ดังนั้น หากมีการใช้สายตาในสถานที่ที่มีแสงจ้าประเภทนี้เป็นเวลานาน ๆ ความรู้สึกไม่สบายตาจะเพิ่มมากขึ้น จนอาจก่อให้เกิดความเครียดทางประสาท และความล้าของกล้ามเนื้อตาได้

2. แสงจ้าแบบทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ (disable glare) เป็นแสงจ้าที่เมื่อเข้าสู่ตาโดยตรงจะทำให้ไม่สามารถมองเห็นวัตถุใด ๆ ได้เลย

หมายเหตุ: อย่างไรก็ตาม การเกิดแสงจ้าทั้ง 2 ประเภทนี้ อาจเกิดร่วมกันได้ โดยทั่วไปแสงจ้าทำให้ไม่สบายตาจะเริ่มมีผลเมื่อความแตกต่างของวัตถุนั้น ๆ กับบริเวณที่มองมีค่าความส่องสว่างต่างกันเกิน $500 - 700 \text{ cd/m}^2$

2.1.3 การสะท้อน

เป็นหนึ่งในพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลางและสะท้อนออก และเป็นหนึ่งในคุณสมบัติของคลื่น ซึ่งแสงจัดได้ว่าเป็นคลื่นชนิดหนึ่ง

1. การสะท้อนแบบเสมือนเป็นกระจกเงา (specular reflection) เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบวัสดุที่เรียบ มีลักษณะเป็นผิวเรียบขัดมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทกระจก โดยการสะท้อนจะมีมุมตกกระทบของแสงเท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน

2. การสะท้อนแบบกระจาย (diffuse reflection) เป็นลักษณะการสะท้อนแสงเมื่อแสงตกกระทบกับวัสดุที่ผิวหยาบไม่เรียบสม่ำเสมอ ส่งผลให้แสงที่สะท้อนออกมาหลาย ๆ ทิศทาง ซึ่งโดยส่วนมากมุมตกกระทบจะไม่เท่ากับมุมสะท้อน ลักษณะแสงที่สะท้อนออกมาจะแบบกระจาย (อาวูธ สิริสรณ์ศักดิ์, 2548)

ปรากฏการณ์แสงสะท้อนจากกระจกบนเปลือกอาคารสำนักงานที่พบเห็น จากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้น พบว่า เป็นการสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา ซึ่งแสงที่สะท้อนลงบนถนนนั้น อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่พาหนะได้

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาค่ามุมของดวงอาทิตย์

ในส่วนของ การคำนวณมุมหรือตำแหน่งของดวงอาทิตย์เพื่อหาแนวทางเดินของแสงที่ตกกระทบเปลือกอาคารและสะท้อนลงสู่ถนนสาทรจำเป็นต้องใช้แผนภูมิแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ เพื่อให้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการวางผังอาคารเพื่อลดปริมาณแสงสะท้อนจากเปลือกอาคารลงสู่ถนน

2.2.1 มุมดวงอาทิตย์และเครื่องมือป้องกันแสงแดด

ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายชื่อมุมต่าง ๆ เกี่ยวกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และชื่อเฉพาะอื่น ๆ ตลอดจนวิธีการหาค่ามุมต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในบทที่ 4

1. ความสูงเชิงมุมหรือมุมอัลติจูด (Altitude) คือ มุมทางตั้งของดวงอาทิตย์เหนือเส้นระดับขอบฟ้าหรือมุมในแนวตั้งที่ทำกับระดับพื้นดิน

2. มุมโปรไฟล์ (Profile Angle) คือ มุมทางตั้งในแนวระดับเดียวกับตำแหน่งดวงอาทิตย์ทำในแนวแกนของหน้าต่างหรือผนัง (ในเวลาเที่ยงวันมุมโปรไฟล์จะเท่ากับมุมอัลติจูด)

3. มุมอัซซิมุม (Azimuth) หรือมุมแบริง (Bearing) คือ มุมชี้ทิศทางดวงอาทิตย์ในแนวราบทำกับทิศเหนือแท้จริงหรือได้แท้จริงสำหรับประเทศอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร

4. มุมแบริงของกำแพงหรือหน้าต่าง คือ มุมในแนวราบของตำแหน่งดวงอาทิตย์ ชี้โดยเส้นตั้งฉากกับหน้าต่างหรือเส้นตั้งฉากกับกำแพง

ทิศที่ชี้แน่นอนทางทิศใต้ คือเส้นตั้งฉากกับหน้าต่าง ซึ่งทิศเหล่านี้จะหาได้โดยการสำรวจหรือชี้โดยเข็มทิศ

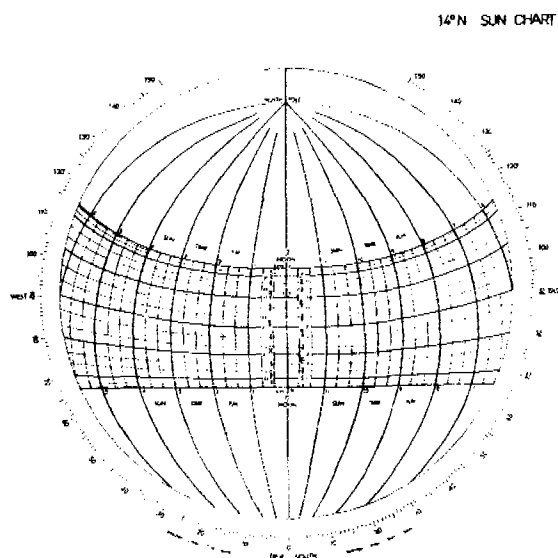
2.2.2 ส่วนประกอบที่ใช้ในการคำนวณหามุมดวงอาทิตย์

1. แผนที่ เพื่อจะดูว่าอาคารที่ออกแบบอยู่ในแนวละติจูด (Latitude) เท่าไร

2. แผนภูมิแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ (Sun Chart) มีหลายแผ่น แสดงในละติจูดต่าง ๆ ซึ่งบอกไว้ที่มุมบนด้านขวา เส้นโค้งขวางซึ่งชี้บอกวันที่และเดือน แสดงทางเดินของดวงอาทิตย์ที่มองเห็นบนพื้นผิวโลก ณ บริเวณเส้นรุ้งซึ่งแสดงบนแผนภูมิแสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เส้นโค้ง

ซึ่งแผ่จากขั้วโลกเหนือ ซึ่งเวลาต่าง ๆ ซึ่งนับโดยตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ปรากฏระหว่างเส้นโค้ง
 หนึ่งเป็นเส้นโค้งบาง ๆ แสดงเวลาซึ่งเริ่มต่างกัน 20 นาที ในระหว่างแต่ละชั่วโมง (ดังภาพที่ 2.1)

ภาพที่ 2.1
 แผนที่ตำแหน่งดวงอาทิตย์

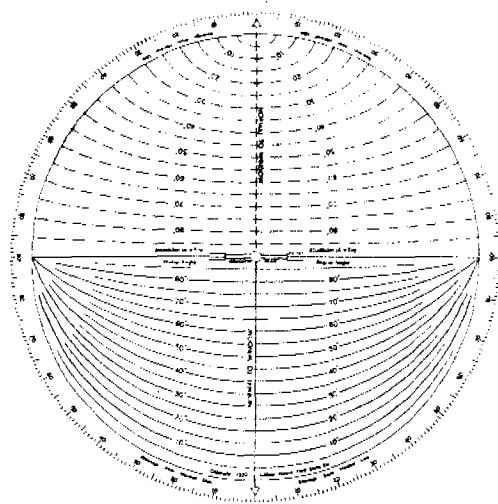


ที่มา: ตรึงใจ บุรณสมภพ, 2538.

3. แผ่นฟิล์มใสบาง เป็นแผ่นที่ใช้วางทับข้างบนแผ่นภูมิแสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์
 มีเพียงแผ่นเดียวซึ่งใช้ได้กับแผ่นภูมิดังกล่าว ทั้งหมดใช้หมุนที่จุดกึ่งกลาง แผ่นบางใสนี้ใช้วางบน
 แผ่นภูมิแสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ในเส้นรุ้งของตำแหน่งที่ตั้งอาคารซึ่งเราต้องการออกแบบที่
 บังแดดให้กับหน้าต่างและผนัง (ดังภาพที่ 2.2)

ภาพที่ 2.2

แผ่นฟิล์มใสบางใช้ในการบอกมุมอักษิมาตร



ที่มา: ตรึงใจ บุรณสมภพ, 2538.

4. แผ่นฟิล์มใสรูปรียาวๆ ใช้หมุนบนแผ่นฟิล์มใสบางบนแผ่นนี้มีมาตราส่วนมุมอัลติจูดหรือมุมในแนวตั้งของดวงอาทิตย์ และมีเส้นกึ่งกลางเพื่อให้อ่านมุมอักษิมาตรของดวงอาทิตย์ทำกับทิศได้แท้จริง และเส้นตั้งฉากหน้าต่าง (ดังภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.3

แผ่นฟิล์มใสรูปรียาวๆใช้ในการหามุมอัลติจูดหรือมุมในแนวตั้ง



ที่มา: ตรึงใจ บุรณสมภพ, 2538.

2.2.3 วิธีการหาค่ามุมโปรไฟล์

1. หาละติจูดของที่ตั้งอาคารโดยดูจากแผนที่
2. เลือกแผนภูมิแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ใกล้ละติจูดนั้นที่สุด
3. จัดเตรียมแผ่นฟิล์มใสบางและแผ่นฟิล์มใสรูปเรียวยาวติดไว้ด้วยกันกับแผนภูมิแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์
4. หมุนแผ่นฟิล์มใสบางให้เส้นสีแดงให้เส้นตั้งฉากหน้าต่างทำมุมกับทิศได้แท้จริง เป็นมุมที่เท่ากับทิศทางของหน้าต่าง (อาคาร) ซึ่งมุมนี้จะแสดงไว้ที่เส้นรอบวงเรียกว่ามุมอักษิมุทที่ทำกับทิศได้แท้จริง
5. ดูที่เส้นโค้งขวางสีดำนบนแผนภูมิแสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์สำหรับหาตำแหน่งดวงอาทิตย์ในวันที่ ๆ ต้องการร่วมเงา เส้นเหล่านั้นจะแสดงวันที่ 1, 11 และ 21 ของแต่ละเดือน ซึ่งเพียงพอสำหรับหาค่ามุมต่าง ๆ จากตำแหน่งดวงอาทิตย์มาใช้ในการออกแบบอาคาร
6. เมื่อได้เส้นวันที่ และเดือนที่ต้องการแล้วจึงพิจารณาที่ข้างขวาหรือซ้าย หาเวลาเป็นชั่วโมงที่เขียนกำกับข้างบนและล่างสุดของเส้นทางเดินดวงอาทิตย์ เส้นหนักแต่ละเส้นห่างกันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เส้นเบาห่างกันเป็นเวลา 20 นาที ได้ตำแหน่งดวงอาทิตย์ในเวลาที่ต้องการ
7. หามุมโปรไฟล์ โดยดูจากเส้นแดงหนักบนแผ่นฟิล์มใสบางตัดกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแผ่นแผนภูมิแสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ค่าซึ่งแสดงสำหรับเส้นมุมโปรไฟล์หรือมุมในแนวตั้งบนแผ่นฟิล์มใสบางเป็นมุมโปรไฟล์หรือมุมในแนวตั้งของดวงอาทิตย์ ซึ่งทำมุมกับหน้าต่างหรือผนังในเวลาและวันที่ ๆ เราต้องการ

2.2.4 วิธีหาดำแหน่งทิศทางของมุมอักษิมุท

ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ทำมุมในแนวราบกับทิศเหนือหรือใต้เรียกว่า มุมอักษิมุท ซึ่งเป็นมุมที่ชี้ดวงอาทิตย์และแสดงความกว้างของแสงอาทิตย์ที่จะส่องลอดเข้าสู่ในอาคาร จึงจำเป็นที่จะต้องทราบเพื่อการหาขนาดที่บังแดดเช่นเดียวกัน

หมุนแผ่นฟิล์มใสรูปเรียวยาวให้เส้นกึ่งกลางแผ่นฟิล์มใสรูปเรียวยาวผ่านจุดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในเวลาที่ต้องการ และอ่านค่ามุมอักษิมุทจากปลายเส้นตรงนั้นที่ชี้มุมอักษิมุทที่ทำกับทิศได้แท้จริงที่เส้นรอบวงค่าที่อ่านได้คือมุมอักษิมุท

สำหรับเส้นมุมอักษิมุทที่ทำกับเส้นตั้งฉากกับหน้าต่าง สามารถอ่านได้ในเวลาเดียวกับบนแผ่นฟิล์มใสบางที่พิมพ์เป็นสีแดงบนสเกล

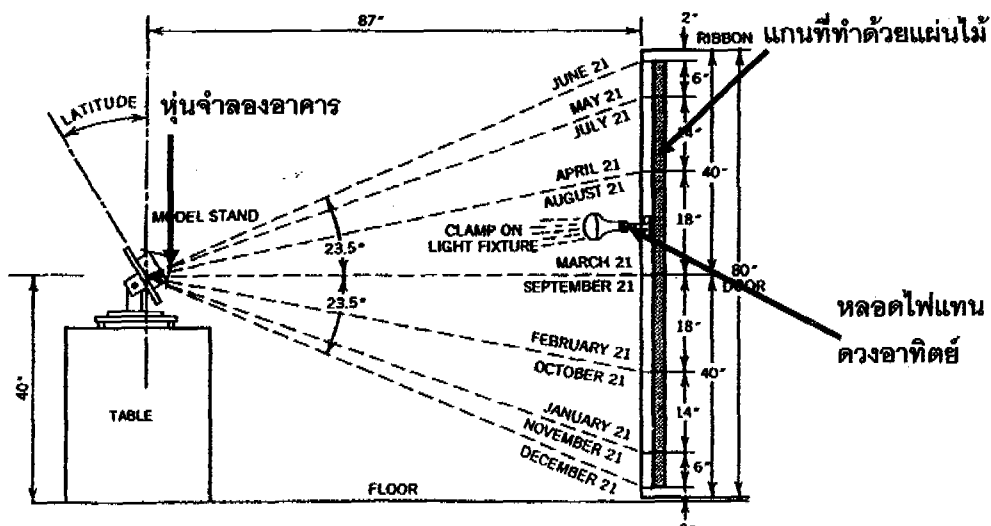
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์จำลองการโคจรของดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์จำลอง (Heliodon) เป็นอุปกรณ์จำลองลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์เพื่อใช้ในการทดสอบโดยวิธีทางกายภาพกับหุ่นจำลอง สำหรับการศึกษาร่องแสงแดดที่ส่องเข้าไปในตัวอาคารและเงาที่มีผลต่ออาคาร รวมทั้งการออกแบบอุปกรณ์กันแดดสำหรับช่องเปิดของอาคารในสภาพท้องฟ้าโปร่ง แต่ในที่นี้จะใช้ในการตรวจสอบการเกิดขึ้นของแสงสะท้อนที่เกิดจากเปลือกอาคารโดยจะติดตั้งกระจกเงาบนเปลือกอาคารด้านทิศตะวันตก โดยที่เครื่องมือนี้สามารถปรับเลือกฤดูกาลที่เกิดจากการเอียงของแกนโลกทำให้การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งไปในแต่ละวัน ช่วงเวลาที่เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก และตำแหน่งที่ตั้งของอาคารจากตำแหน่งละติจูดหรือเส้นรุ้งได้ตามต้องการ

อุปกรณ์นี้จำลองการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ตามตำแหน่งละติจูด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร (เช่น อาคารนั้นอยู่ในกรุงเทพมหานครตำแหน่งที่ตั้งคือ ละติจูดที่ 14 องศาเหนือ) และช่วงเวลาต่าง ๆ โดยกำหนดตำแหน่งของดวงโคมซึ่งใช้แทนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไป ด้วยการเลื่อนขึ้นลงตามแกนที่ทำด้วยแผ่นไม้ซึ่งแบ่งเป็นช่อง ๆ แทนระยะเวลาแต่ละเดือนสำหรับหุ่นจำลองที่นำมาทดสอบนั้นจะถูกติดตั้งไว้บนแท่นวาง ที่สามารถปรับเอียงได้ตามละติจูดและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบ (ดังภาพที่ 2.4)

ภาพที่ 2.4

อุปกรณ์จำลองการโคจรของดวงอาทิตย์



ที่มา: พรรณชาติ สุริโยธิน, มปป.

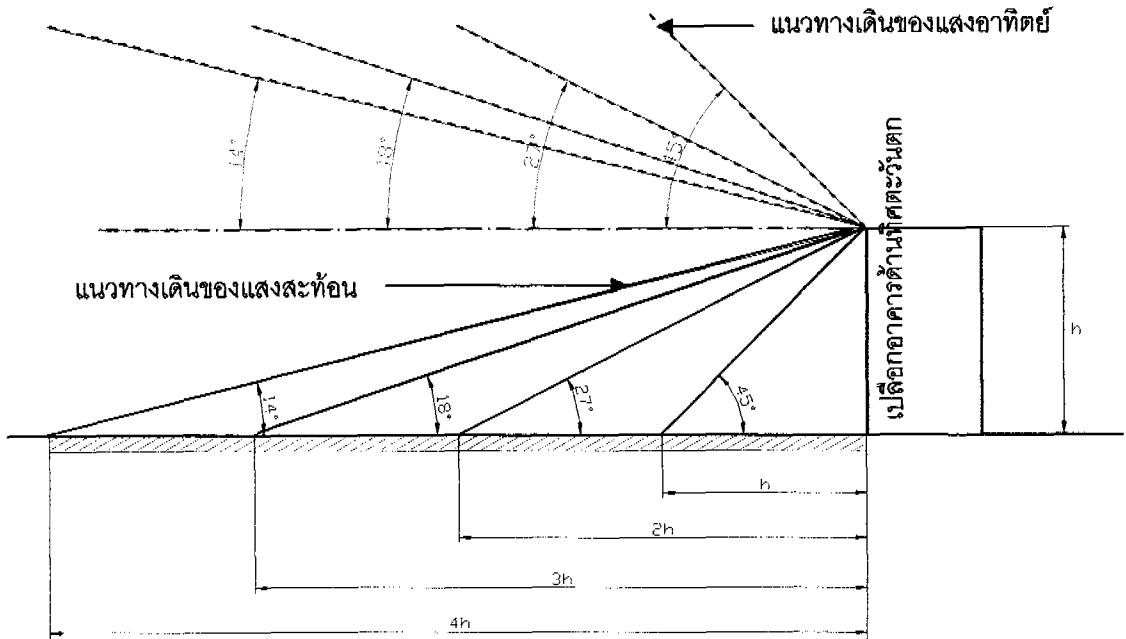
ในส่วนองระยะและมุมที่จะส่งผลกระทบต่อสายตาตามมนุษย์นั้น จะอ้างอิงมาจากระยะและมุมระหว่างสายตากับเปลือกอาคารที่ตามนุษย์สามารถรับรู้ได้นั่นเอง โดยระยะที่คนเรามองเห็นได้อย่างชัดเจนคือมุม 27 องศาจากแนวระนาบ (Bousmaha and Nicholas, 2000, p. 25) ซึ่งเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนระหว่างความสูงของเปลือกอาคาร และระยะห่างระหว่างเปลือกอาคารถึงสายตาผู้สัญจรบนถนนเท่ากับ 1 : 2 ดังนั้น ระยะห่างจากเปลือกอาคารที่จะส่งผลกระทบต่อสายตาจากแสงสะท้อนมากที่สุดคือ 2 เท่าของความสูงเปลือกอาคาร ส่วนในมุม 18 องศาจากพื้นดินจะเป็นระยะห่างที่เท่ากับ 3 เท่าของความสูงเปลือกอาคาร ซึ่งเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนระหว่างความสูงของเปลือกอาคาร และระยะห่างระหว่างเปลือกอาคารถึงสายตาผู้สัญจรบนถนนเท่ากับ 1 : 3 และในมุมนี้ผู้สัญจรจะเริ่มรู้สึกรบกวนจากแสงสะท้อน และในมุม 14 องศาจากพื้นดินจะเป็นระยะห่างที่เท่ากับ 4 เท่าของความสูงเปลือกอาคาร ซึ่งเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนระหว่างความสูงของเปลือกอาคาร และระยะห่างระหว่างเปลือกอาคารถึงสายตาผู้สัญจรบนถนนเท่ากับ 1 : 4 ซึ่งในมุม 14 องศา ผู้สัญจรจะเริ่มสังเกตเห็นแสงสะท้อนจากเปลือกอาคาร (ดังตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.5)

ตารางที่ 2.1

องศาในการมองเห็น สัดส่วนความสูงเปลือกอาคารต่อระยะห่างจากจุดมองและการรับรู้

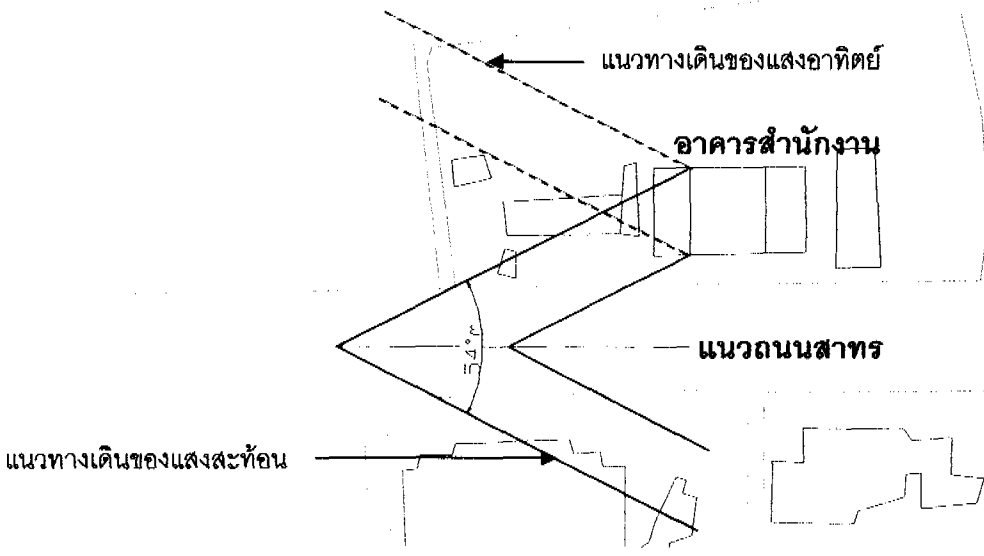
มุมในแนวตั้งจากระดับสายตา	สัดส่วนความสูงเปลือกอาคาร: ระยะห่างจากจุดมอง	การรับรู้
27	1 : 2	รบกวนต่อสายตาจากแสงสะท้อนมากที่สุด
18	1 : 3	เริ่มรู้สึกรบกวนจากแสงสะท้อน
14	1 : 4	เริ่มสังเกตเห็นแสงสะท้อนจากเปลือกอาคาร

ภาพที่ 2.5
มุมแนวตั้งของสายตาที่สามารถรับรู้ได้



และขนาดของมุมในแนวราบของสายตาที่รับรู้ได้ดีที่สุดคือ 54 องศา จากระยะขอบสายตาทั้ง 2 ข้าง (Bousmaha and Nicholas, 2000, p. 25) หรืออาจจะแบ่งเป็นมุมละ 27 องศาจากระยะกึ่งกลางสายตาก็ได้ (ดังภาพที่ 2.6)

ภาพที่ 2.6
มุมแนวราบของสายตาที่รับรู้ได้ดีที่สุด 54 องศา



จากการทราบถึงมุมที่สายตาสามารถรับรู้อาคารได้ดีที่สุดทั้งมุมในแนวตั้งและมุมในแนวราบทำให้สามารถอ้างได้ว่า มุมดังกล่าวนั้นเป็นมุมเดียวกับที่แสงสะท้อนจากเปลือกอาคารส่งผลกระทบต่อสายตามากที่สุดทั้งมุมในแนวตั้งและมุมในแนวราบ