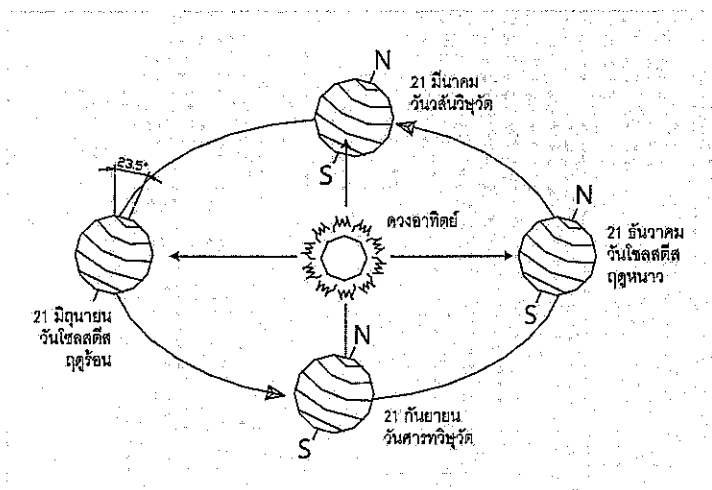


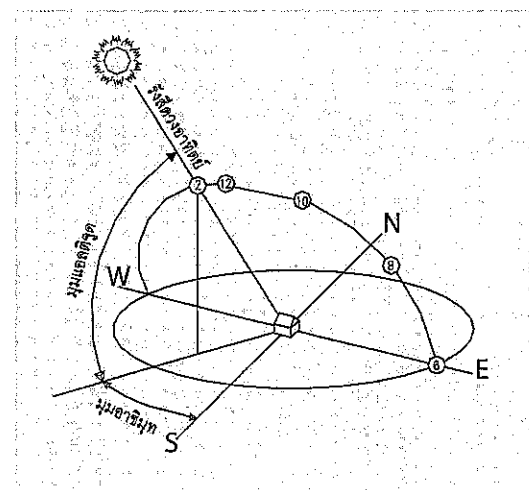
## การออกแบบอุปกรณ์บังแดด

อุณหภูมิอากาศในเขตร้อนจะสูงตลอดทั้งวันและจะร้อนมากขึ้นเมื่อมีแสงแดดเข้ามาในช่วงเวลาใช้อาคาร บางวันฝนตกความชื้นในอากาศก็จะสูงขึ้นจะทำให้ร้อนอบอ้าว เป็นปัญหาของอาคารและผู้ออกแบบ การแก้ไข โดยการเปิดช่องเปิดโดยมีอุปกรณ์บังแดดที่มีการออกแบบให้เหมาะสม มีประสิทธิภาพในการป้องกันแดด ป้องกันฝน มีการระบายอากาศที่ดี มีความสวยงาม การลงทุนต่ำ ให้ประโยชน์ได้เต็มที่

นักดาราศาสตร์ได้กำหนดวันสำคัญในการระบุตำแหน่งของโลกที่โคจรรอบดวงอาทิตย์และหมุนรอบตัวเองมีอยู่ 4 วัน คือตำแหน่งที่แกนหมุนของโลกมีผลต่อรังสีของอาทิตย์ที่ตกกระทบมากที่สุด เรียกว่า วันโซลสตีส (Solstice) มีอยู่ 2 วัน คือ วันที่ 21 มิถุนายน เรียกว่า วันโซลสตีสฤดูร้อน (Summer Solstice) และ วันที่ 21 ธันวาคม เรียกว่า วันโซลสตีสฤดูหนาว (Winter Solstice) ซึ่งทั้งสองวันนี้ขั้วโลกเหนือจะหันเข้าหาและออกจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ และตำแหน่งที่แกนหมุนของโลกไม่มีผลต่อรังสีอาทิตย์ เรียกว่า วันวิษุวัต (Equinox) คือวันที่ 21 มีนาคม เรียกว่า วันวสันวิษุวัต (Spring หรือ Vernal Equinox) และวันที่ 21 กันยายน เรียกว่า วันศารทวิษุวัต (Fall หรือ Autumnal Equinox)



รูปที่ 1 การโคจรของโลก



รูปที่ 2 เส้นทางเดินดวงอาทิตย์

ผลของการโคจรและหมุนรอบตัวเองของโลก จะทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ ขั้วโลกเหนือและใต้จะมีฤดูกาลตรงกันข้ามตลอดทั้งปี และความยาวนานของช่วงกลางวันและกลางคืนจะไม่เท่ากัน ยกเว้นที่ตำแหน่งวันวิษุวัตทั้งสองจะมีเวลา 12 ชั่วโมงเท่ากัน

ผู้สังเกตบนโลก ณ เส้นละติจูดต่าง ๆ ก็เห็นดวงอาทิตย์ต่างกันออกไปในเวลาเดียวกัน การหาดำแหน่งของดวงอาทิตย์ ณ เวลาใด ๆ ก็สามารถระบุได้จากมุม 2 มุม คือ 1. มุมในแนวตั้ง (Altitude หรือ Elevation Angle, ALT หรือ  $\omega$ ) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และสูงสุดที่ 90° เมื่อผ่านจุดสูงสุดที่ระนาบเมอริเดียน (Meridian) เรียกว่าเที่ยงสุริยะ (Solar Noon) 2. มุมในแนวระนาบ (Solar Azimuth Angle, AZI หรือ  $\gamma_s$ ) เป็นมุมระนาบกระทำกับทิศใต้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 90° ทางทิศตะวันออกมีค่าเป็นลบ มุมทั้งสองสามารถคำนวณค่าได้โดยสมการคือ

$$\begin{aligned}\text{Altitude Angle, ALT} &= \arcsin [\cos \varnothing \cos (\text{DEL}) \cos \omega + \sin \varnothing \sin (\text{DEL})] \\ \text{Solar Azimuth, AZI}_s &= \arcsin [(\cos (\text{DEL}) \sin \omega) / \cos (\text{ALT})]\end{aligned}$$

เมื่อ  $\varnothing$  คือ Latitude Angle ซีกโลกเหนือเป็นบวก ซีกโลกใต้เป็นลบ

DEL คือ Delination Angle  $= 23.45 \sin [360 (284+n)/365]$  เมื่อ  $n$  = Julian Day

$\omega$  คือ มุมชั่วโมง (Hour Angle)  $= 15(\text{Solar Time} - 12)$

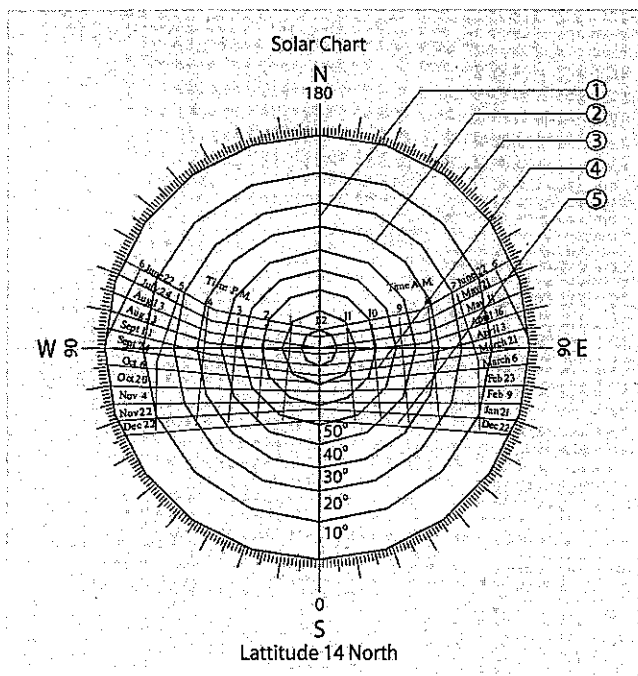
ตัวอย่าง : หาดำแหน่งดวงอาทิตย์ที่กรุงเทพฯ ( $\varnothing = 14^\circ \text{ N}$ ) ของวันที่ 21 ธันวาคม ( $n=355$ ) เวลาสุริยะ (Solar Time)  $= 10:13 \text{ น.}$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่าในสมการ DEL} &= 23.45 \sin [360 (284 + 355)/365] = -23.5^\circ \\ \omega &= 15(10.22 - 12.00) = -26.5^\circ \text{ (ก่อนเที่ยงมีค่าเป็นลบ)} \\ \text{ดังนั้น ALT} &= \arcsin [\cos (14) \cos (-23.5) \cos (-26.5) \\ &\quad + \sin (14) \sin (-23.5)] = 44.5^\circ \\ \text{AZI}_s &= \arcsin [\cos (-23.5) \sin (-26.5) / \cos (44.5)] \\ &= -35^\circ \text{ (กระทำกับทิศใต้ทางตะวันออก)}\end{aligned}$$

จากความสัมพันธ์ทางตรีโกณมิติของ 2 สมการข้างต้น สามารถคำนวณค่าหลาย ๆ ค่าตลอดทั้งปีของผู้สังเกตตำแหน่งนั้น ๆ แล้วโปรเจกต์ตำแหน่งดวงอาทิตย์ลงในระนาบ รูปที่ 3 ก็จะได้เป็นแผนภาพเส้นทางเดินดวงอาทิตย์ (Solar Chart หรือ Sun Path Diagram : SPD) ดังมีรายละเอียดคือ

ประกอบด้วย :

1. เส้นระนาบเมอริเดียน
2. เส้นมุมในแนวตั้ง
3. เส้นมุมในแนวระนาบ
4. เส้นเวลาสุริยะ
5. เส้นทางเดินดวงอาทิตย์



รูปที่ 3 แผนภาพเส้นทางเดินดวงอาทิตย์ ณ กรุงเทพฯ ละติจูด  $14^\circ \text{ N}$

การใช้แผนภาพนี้คือ นำมาวางบนผังบริเวณที่มีละติจูดตรงกันหรือต่างกันแต่ไม่ควรเกิน  $2^\circ$  ให้มีทิศทางที่ถูกต้อง เราก็จะทราบลักษณะเส้นทางดวงอาทิตย์ในทิศทางต่าง ๆ กันได้ และรู้ตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวตั้งและแนวระนาบ และกระทำกับผังแต่ละด้านที่เวลานั้นได้

การวางทิศทางของอาคารเพื่อรับลมและลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด มีผลต่อรูปแบบของอาคาร การเปิดช่องเปิดขนาดต่าง ๆ การเลือกชนิด ขนาดของอุปกรณ์บังแดดให้กับช่องเปิดที่เหมาะสม ปัญหาอย่างหนึ่ง คือ เวลาที่ใช้ในการออกแบบที่จะป้องกันแดดในแต่ละที่ตั้ง ซึ่งเวลาในแผนภาพเส้นทางเดินดวงอาทิตย์มีค่าเป็นเวลาสุริยะ ในแต่ละบริเวณจะอ่านค่าเวลาเป็นเวลาท้องถิ่น (Local Time) ดังนั้นการเปลี่ยนเวลาท้องถิ่นให้เป็นเวลาสุริยะ มีสมการคือ

$$\text{Solar Time} = \text{Local Time} - 4 (L_{st} - L_{loc}) + E$$

เมื่อ  $L_{st}$  คือ Standard Longitude Angle (ประเทศไทยใช้  $105^\circ\text{E}$ )  
 $L_{loc}$  คือ Local Longitude Angle ; (เมื่อ  $L_{loc}$  น้อยกว่า  $L_{st}$ )  
 $E$  คือ Equation of Time =  $9.87\sin(2B) - 7.53\cos(B) - 1.50\sin(B)$   
 โดย  $B = 360(n-81)/364$  และ  $n$  = Julian Day (จำนวนวันที่ใน 1 ปี เริ่มจาก 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม)

เทอม  $4(L_{st} - L_{loc})$  และ  $E$  มีหน่วยเป็น นาที

ตัวอย่าง : ที่กรุงเทพฯ  $L_{loc} = 100.5^\circ\text{E}$  วันที่ 21 ธันวาคม ( $n = 355$ ) เวลาท้องถิ่น (Local Time) 10:30 น.

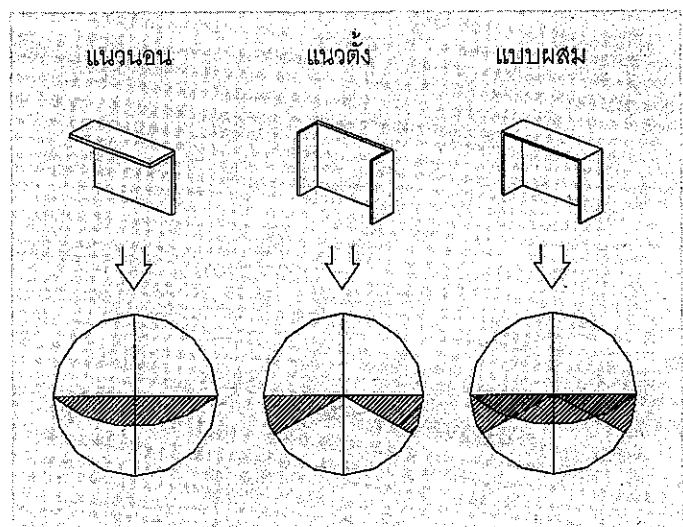
มีค่า  $\text{Solar Time} = 10:30 - 4(105 - 100.5) + E$

แทนค่า  $B = 360(355-81)/364 = 271$ ,  $E = 9.87\sin(2(271)) - 7.53\cos(271) - 1.50\sin(271) = 1.0$

ได้  $\text{Solar Time} = 10:30 - 18 + 1.0 = 10:13$  น. (10 นาฬิกา 13 นาที) ที่ต่างกัน 17 นาที

ประเภทของอุปกรณ์บังแดดพื้นฐาน มีอยู่ 3 แบบ คือ

1. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน (Horizontal Overhang)
2. อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (Vertical Fin)
3. อุปกรณ์บังแดดแบบผสม (Overhang with Fin)



รูปที่ 4 อุปกรณ์บังแดดพื้นฐานแบบต่าง ๆ และภาพเงา (Shading Mask)

การศึกษาทิศทางต่าง ๆ ของผนังโดยการนำแผ่นใสของแผ่นภาพเส้นทางเดินดวงอาทิตย์ วางลงบนบริเวณผังอาคารโดยมีทิศที่ถูกต้อง ก็จะทราบว่าผนังด้านนั้นจะโดนแดดเป็นอย่างไรบ้าง

การจะหาขนาดของอุปกรณ์บังแดดก็ต้องทราบถึงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในเวลาที่จะป้องกันแดด จากความสัมพันธ์ของตำแหน่งดวงอาทิตย์กับผนังอาคาร การจะหาขนาดของอุปกรณ์บังแดดได้ก็ต้องทราบค่ามุม 2 มุมก่อนคือ

1. มุมที่ทำให้เกิดร่มเงาในแนวตั้ง (Vertical Shadow Angle; VSA หรือ Profile Angle) หาขนาดของอุปกรณ์บังแดดในแนวนอน
2. มุมที่ทำให้เกิดร่มเงาในแนวนอน (Horizontal Shadow Angle; HSA หรือ Bearing Angle) เพื่อหาขนาดของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง

ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการคือ

$$VSA = \arctan [\tan(ALT)/\cos(HSA)]$$

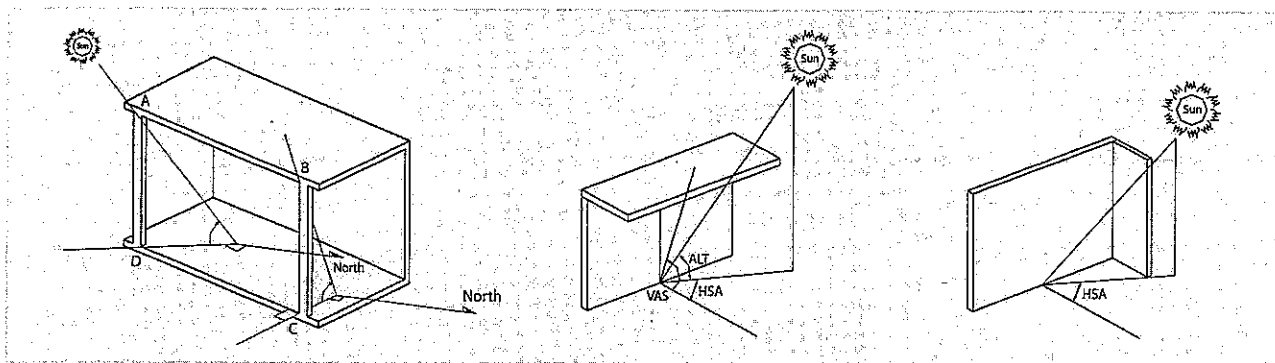
$$\text{โดยที่ } HSA = AZI_s - AZI_w \quad (\text{เมื่อ } AZI_w = \text{Wall Azimuth Angle})$$

$$= \text{ผลต่างของทิศผนังอาคารกับทิศของดวงอาทิตย์ในแนวระนาบ}$$

มีค่าเป็นบวกเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ทางขวามือ

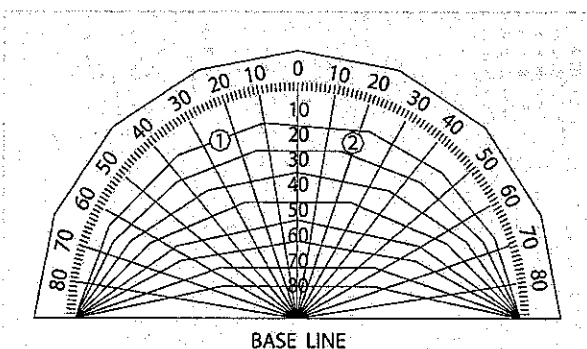
ตัวอย่าง : วันที่ 21 ธันวาคม เวลาประมาณ 10:14 น. ผนังทิศตะวันออกเฉียงใต้ได้มุม

$$VSA = \arctan[\tan(44.5)/\cos(10)] = 45^\circ \quad \text{โดย } HSA = -35 - (-45) = 10^\circ \quad (\text{ทางขวามือของผู้สังเกต})$$



รูปที่ 5 มุมของแดดกับผนังอาคาร

จากความสัมพันธ์ทางตรีโกณมิติดังกล่าวข้างต้น สามารถเขียนออกมาเป็นแผนภาพมุมที่ทำให้เกิดเงา (Shadow Angle Protector; SAP) ได้คือ



ประกอบด้วย :

1. คือ เส้น VSA
2. คือ เส้น HSA
3. คือ แนวผนัง (Base Line)

รูปที่ 6 แผนภาพ Shadow Angle Protector; SAP



### บรรณานุกรม

1. Norbert Lehner, "HEATING,COOLING,LIGHTING, Design Methods for Architects",  
John Wiley & Son INC., 2Edition, 2000
2. Peter J.Lund , "SOLAR THERMAL ENGINEERING", Space Heating and Hot Water Systems,  
John Wiley & Sons
3. Steven V. Szokolay, "DESIGN TOOLS AND TECHNIQUES : SOLAR GEOMETRY",  
Department of Architecture, The University of Queensland, Australia ,1996