แสงอาทิตย์และเงา ที่เกี่ยวข้องกับอาคาร

72.017.2
วจย
ฉ.3

โดย
ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

คำนำ

เอกสารนี้เป็นผลงานค้นคว้าเรื่องของแสงอาทิตย์ และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคารของประเทศไทย ที่ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง (Building Research Department) แห่งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย จัดทำขึ้น โดยมีความมุ่งหมายให้เป็นเอกสารคู่มือสำหรับการตรวจสอบแสงอาทิตย์และเงาสำหรับประเทศไทย รวมไปถึงการออกแบบและตรวจสอบเครื่องบังแดด อันจะเป็นประโยชน์แก่การควบคุมอุณหภูมิของอาคารให้อยู่ในระดับที่ต้องการเพื่อผลในทางการปรับอากาศของอาคาร

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตซีกโลกเหนือ ฉะนั้น คำอธิบายส่วนใหญ่ในเอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเขตเหนือ เส้นศูนย์สูตร (Northern Hemisphere)

สารบัญ

บทที่ 1
โลก และดวงอาทิตย์

ในบทนี้อธิบายถึงเรื่องของโลก ดวงอาทิตย์ และศัพท์วิชาการที่เกี่ยวข้อง

1 ก. ศัพท์วิชาการที่เกี่ยวแก่โลกและดวงอาทิตย์

1 ข. โลกและดวงอาทิตย์

1 ค. ทางเดินดวงอาทิตย์และศัพย์วิชาการที่เกี่ยวกับทางเดินดวงอาทิตย์

บทที่ 2
ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพดินฟ้าอากาศและร่างกาย

ในบทนี้อธิบายถึงเรื่องอิทธิพล ของ ดิน ฟ้า อา กาศ ต่อ มนุษย์ และ ความ สำ คัญ ของ ความ รู้ เรื่องแสงอาทิตย์และเงา

2 ก. สภาพดินฟ้าอากาศของประเทศไทย

2 ข. ร่างกายจะรู้สึกเย็นลงได้อย่างไร

2 ค. เมื่อใดจึงจะต้องการเครื่องบังแดด

2 ง. ประโยชน์ของการทราบมุมของเงา

บทที่ 3
แสงอาทิตย์ และเงา

ในบทนี้อธิบายเรื่องของตำแหน่งดวงอาทิตย์ และเครื่องมือวัดมุมของเงา

3 ก. Solar Chart

3 ข. มุมของเงา

3 ค. เครื่องวัดมุมของเงา

3 ง. การเปลี่ยนเวลา Solar Times เป็นเวลามาตรฐานของประเทศไทย

บทที่ 4
เครื่องบังแดด

การออกแบบและตรวจสอบเครื่องบังแดด

4 ก. เครื่องบังแดดและเงาที่ปรากฏ

4 ข. การใช้ Protractor และ Shading Mask

4 ค. ข้อแนะนำในการออกแบบเครื่องบังแดด

4 ง. ลำดับขั้นของการออกแบบเครื่องบังแดด

ภาคผนวก

1. SOLAR CHART ที่เส้นรุ้ง 19° น, 14° น, 10° น, 7° น.
2. ที่ตั้งของตัวเมืองของจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย
3. อุณหภูมิเฉลี่ยทุก ๆ 2 ชั่วโมง ของทุกเดือน ตลอดปีของกรุงเทพฯ เชียงใหม่ สงขลา
4. ทิศเหนือแม่เหล็ก และทิศเหนือจริง
5. อุณหภูมิ, ความชื้น, ลม, ฝน, จำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ของกรุงเทพฯ

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 1

โลกและดวงอาทิตย์

ในบทนี้อธิบายถึงเรื่องของโลก ดวงอาทิตย์ และศัพท์วิชาการที่เกี่ยวข้อง

1 ก. ศัพท์วิชาการเกี่ยวกับโลกและดวงอาทิตย์

เส้นศูนย์สูตร (Equator)

คือเส้นสมมุติที่ลากรอบโลกผ่านกึ่งกลางระหว่างขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ แบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้

เส้นรุ้ง (Latitude)

คือเส้นสมมุติที่ลากรอบโลกขนานกับเส้นศูนย์สูตร และแบ่งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ออกเป็น 90 องศา เท่า ๆ กัน แต่ละองศาห่างกัน ไมล์ เส้นรุ้งนี้เริ่มนับ 0° ที่เส้นศูนย์สูตรและ 90 องศาที่ขั้วโลก

เส้นทรอบปิคอ๊อฟแคนเซอร์ (Tropic of Cancer)

คือเส้นสมมุติที่ลากรอบโลกทับเส้นรุ้ง 23°, 30′ เหนือ ซึ่ง ณ สถานที่แนวนี้ ในวันที่ 21 มิถุนายน จะมีเวลากลางวันยาวที่สุด และเวลากลางคืนสั้นที่สุด และในเวลาเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงศรีษะพอดี

เส้นทรอบปิคอ๊อฟแคพปริคอร์น (Tropic of Capricorn)

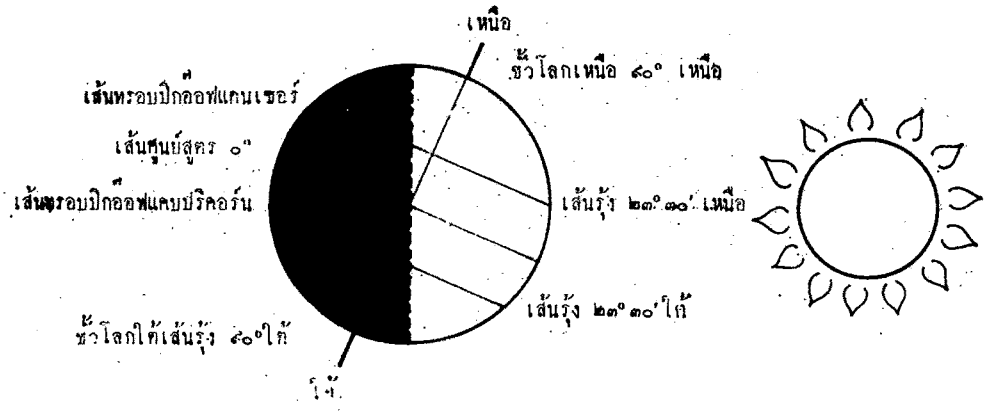
คือเส้นสมมุติที่ลากรอบโลกทับเส้นรุ้ง 23° 30′ ใต้ ซึ่ง ณ สถานที่แนวนี้ ในวันที่ 22 ธันวาคม จะมีเวลากลางวันยาวที่สุด เวลากลางคืนสั้นที่สุด และในเวลาเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงศรีษะพอดี

วันที่เวลาเป็นสมดุลย์ (Equinox)

คือวันที่ทุก ๆ แห่งบนพื้นโลกมีระยะเวลากลางวัน และกลางคืน 12 ชั่วโมงเท่า ๆ กัน ในวันนี้ แนวทางเดินของดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงกับเส้นศูนย์สูตรพอดี นั่นคือวันที่ 21 มีนาคม ซึ่งเรียกว่า **Spring Equinox** และวันที่ 23 กันยายน ซึ่งเรียกว่า **Autumn Equinox.**

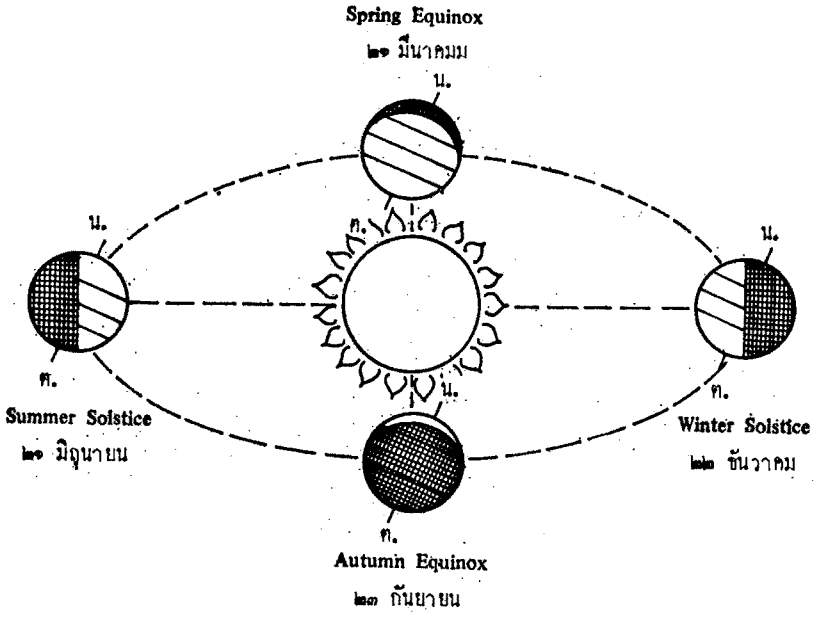
1 ข. โลกและดวงอาทิตย์

ขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง อันเป็นผลให้เกิดกลางวัน และกลางคืนนั้น ได้หมุนรอบดวงอาทิตย์พร้อมกันไปด้วย และโดยที่แกนของโลกเอียง (23° 27′) ดังนั้นจึงทำให้เกิดฤดูกาลที่แตกต่างกัน ในระยะหนึ่งรอบปีของการหมุนรอบดวงอาทิตย์



รูปที่ 1 แสดงสาเหตุที่เกิดกลางวันและกลางคืน

ทั้งนี้ เพราะเมื่อแกนโลกเบนเข้าหาดวงอาทิตย์ จะเป็นฤดูร้อนและเมื่อเบนออกจากดวงอาทิตย์ ก็จะเป็นฤดูหนาว แกนด้านที่เบนเข้าหาดวงอาทิตย์นี้จะได้รับแสงอาทิตย์เป็นแนวตรง ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่า ด้านที่เบนออกจากดวงอาทิตย์ ซึ่งได้รับแสงแคบเป็นแนวทะแยง ด้วยเหตุนี้ เวลากลางวันของฤดูร้อน จึงยาวกว่าเวลากลางวันของฤดูหนาว ปรากฏการณ์อีกอย่างหนึ่งก็คือ ขณะที่ซีกโลกเหนืออยู่ในฤดูร้อน ซีกโลกใต้จะอยู่ในฤดูหนาว และเมื่อซีกโลกเหนืออยู่ในฤดูหนาว ซีกโลกใต้ก็จะอยู่ในฤดูร้อน



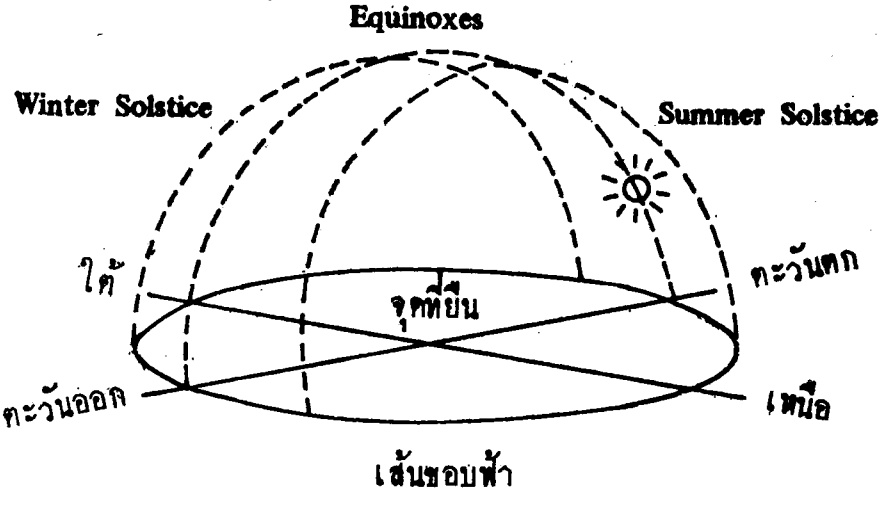
รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งของโลกที่หมุนรอบดวงอาทิตย์ใน 1 ปี

วันที่ 21 มิถุนายน ซึ่งเป็น Summer Solstice นั้น ซีกโลกเหนือจะเบนเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด ดังนั้นจึงเป็นกลางฤดูร้อน กลางวันมีระยะเวลายาวที่สุด ต่อจากนั้นโลกจะหมุนต่อมา ผ่าน Autumn Equinox ในวันที่ 23 กันยายน ไปสู่ Winter Solstice ในวันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นขณะที่ซีกโลกเหนือเบนออกจากดวงอาทิตย์มากสุด กลางคืนมีระยะเวลายาวที่สุด เป็นระยะกลางฤดูหนาวแล้วหมุนกลับผ่าน Spring Equinox วันที่ 21 มีนาคม กลับมาสู่ Summer Solstice ใหม่ ซึ่งกินเวลาประมาณ 365 วัน

เมื่อโลกอยู่ในวันที่เวลาเป็นสมดุลย์ (Equinox) นั้น แกนของโลกมิได้เบนเข้าหาหรือเบนออกจากดวงอาทิตย์ในวันทั้งสองนี้ ทุก ๆ แห่งบนโลก จะมีระยะเวลากลางวัน และกลางคืน 12 ชั่วโมงเท่า ๆ กัน

1 ค. ทางเดินของดวงอาทิตย์และศัพท์วิชาการที่เกี่ยวกับทางเดินของดวงอาทิตย์

การศึกษาเรื่องทางเดินของดวงอาทิตย์นั้น วิธีทำความเข้าใจอย่างง่ายก็คือ การสมมุติตำแหน่งที่เรายืนอยู่ว่าเป็นที่ราบรูปกลม มีท้องฟ้าซึ่งเป็นรูปครึ่งทรงกลมครอบอยู่ ดวงอาทิตย์เดินทางจากทิศตะวันออกโค้งขึ้นตามรูปโค้งของท้องฟ้าผ่านศีรษะ และโค้งตกลงทางทิศตะวันตก ดังรูป



รูปที่ 3 แสดงทางเดินของดวงอาทิตย์

Horizon เส้นขอบฟ้า คือเส้นที่ท้องฟ้าจดพื้นโดยรอบ

Zenith

จากจุดที่ผู้มองยืนอยู่ ลากตรงขึ้นไปจดขอบบนสุดของท้องฟ้า คือจุด Zenith

Meridian

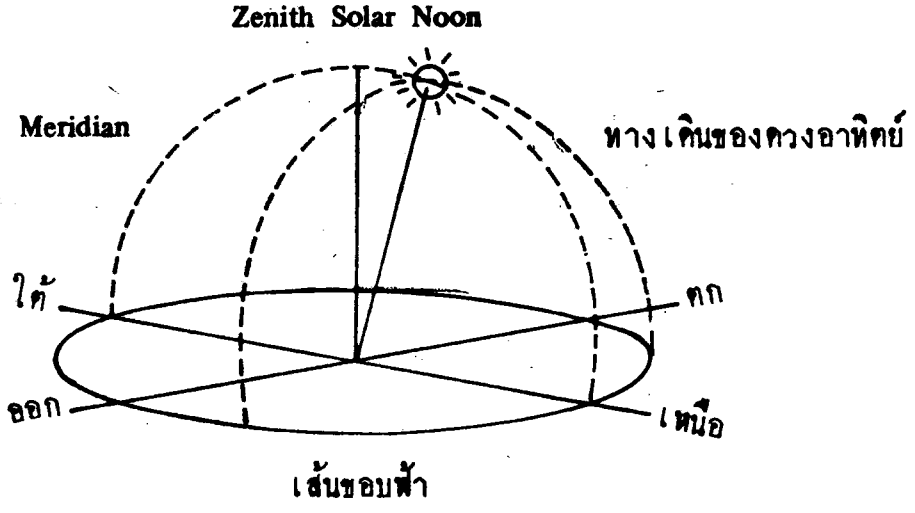
เส้นโค้งที่ลากตามผิวโค้งจากทิศเหนือไปใต้ ผ่านจุด Zenith คือเส้น Meridian

Solar Noon

คือเวลาที่ดวงดวงอาทิตย์ผ่านเส้น Meridian พอดี[1] ซึ่งดวงอาทิตย์จะทำมุมกับพื้นโลกเป็นมุมสูงสุดในวันนั้น

---

1. **Solar Noon** นี้อาจไม่ตรงกับเวลาเที่ยงของท้องถิ่นต่าง ๆ คืออาจก่อนหรือหลังเที่ยง ทั้งนี้เพราะเวลาท้องถิ่นตั้งเปรียบเทียบตามเกณฑ์มาตรฐานของเวลาที่กรีนิช



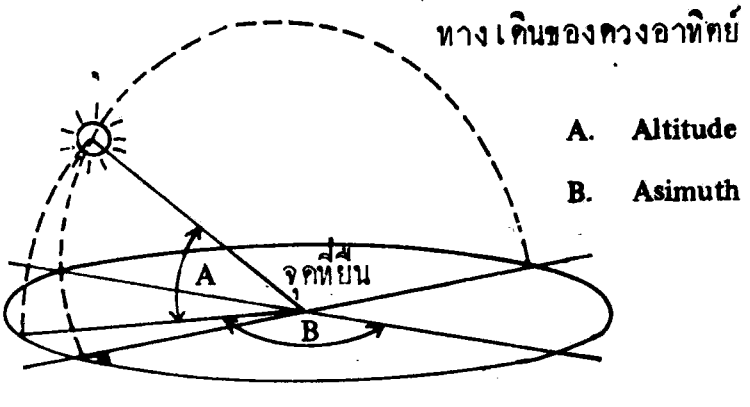
รูปที่ ๔ แสดง Zenith, Horison, Meridian
Solar noon

Altitude

คือมุมที่ดวงอาทิตย์ทำมุมกับพื้นราบ เป็นมุมระนาบตั้ง (Vertical Angle)

Azimuth

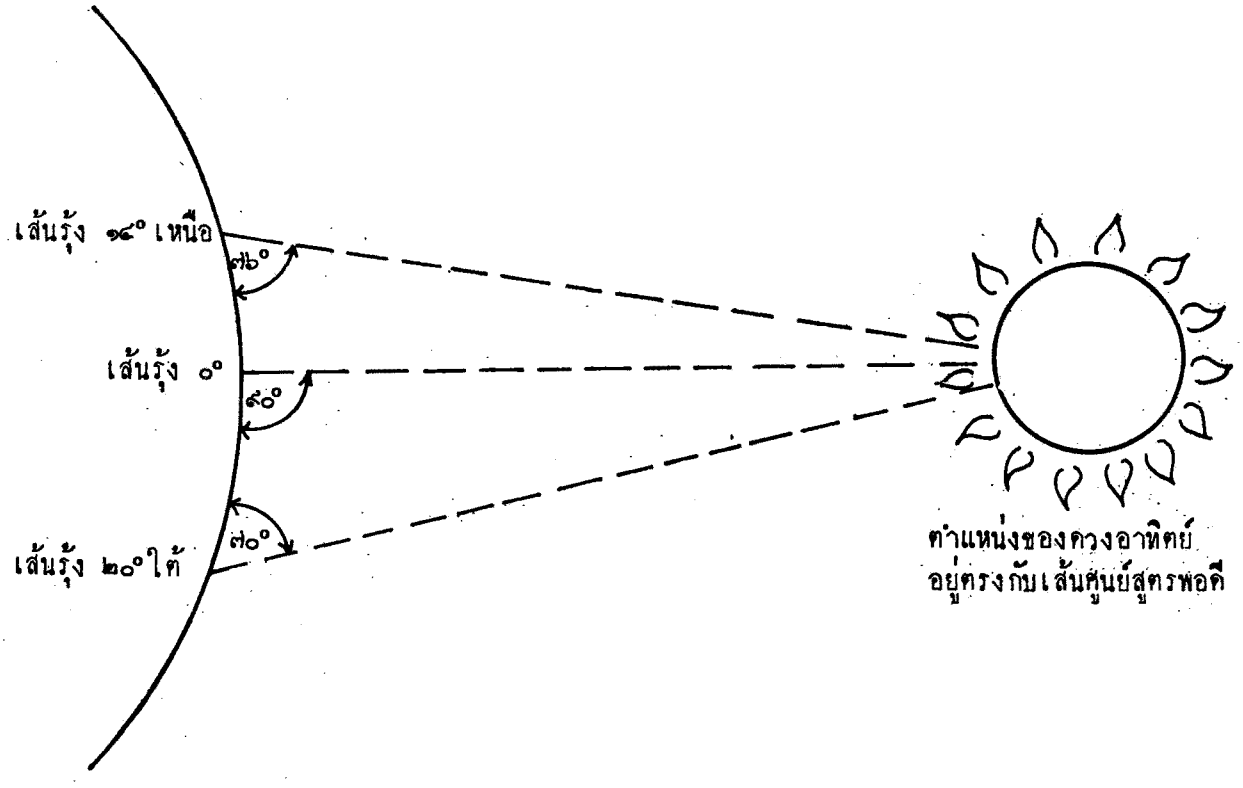
คือมุมที่ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากทิศเหนือเท่าใด เป็นมุมระนาบนอน (Horizontal Angle)



รูปที่ ๕ แสดง Altitude & Azimuth

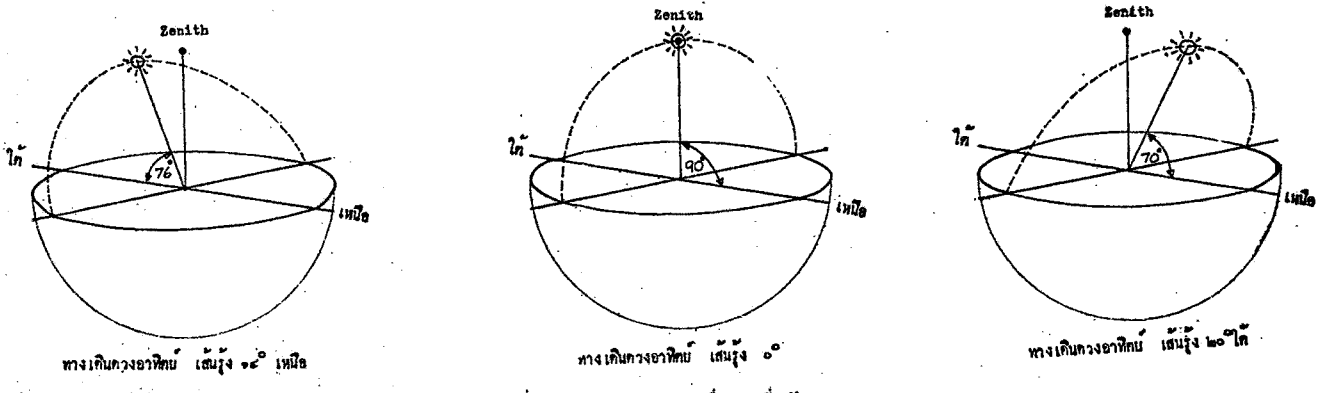
เส้นรุ้งต่างกันทำให้ Altitude ต่างกัน

โดยเหตุที่โลกกลม ดังนั้นแม้จะเป็นเวลาเดียวกัน ดวงอาทิตย์ก็จะทำมุมกับผิวโลกแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะสถานที่นั้น ๆ อยู่ต่างเส้นรุ้งกัน ดูคำอธิบายได้จากภาพ



ภาพที่ ๖ แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์เมื่อเวลาใกล้เที่ยงของวัน Equinoues
(ขอให้สังเกตุมุมที่ดวงอาทิตย์ทำกับพื้นโลกที่เส้นรุ้งต่าง ๆ)

ดังนั้น ถ้าจะเขียนทางเดินของดวงอาทิตย์จะเห็นได้ว่า เมื่อวันที่เวลาเป็นสมกุลย์ (Equinoxes) ซึ่งดวงอาทิตย์อยู่ตรงเส้นศูนย์สูตรพอดีนั้น ในเวลาเที่ยงวัน Altitude ที่เส้นรุ้ง 0° เท่ากับ 90° และที่เส้นรุ้งอื่น ๆ Altitude จะเท่ากับ 90° ลบด้วยองศาของเส้นรุ้งนั้น



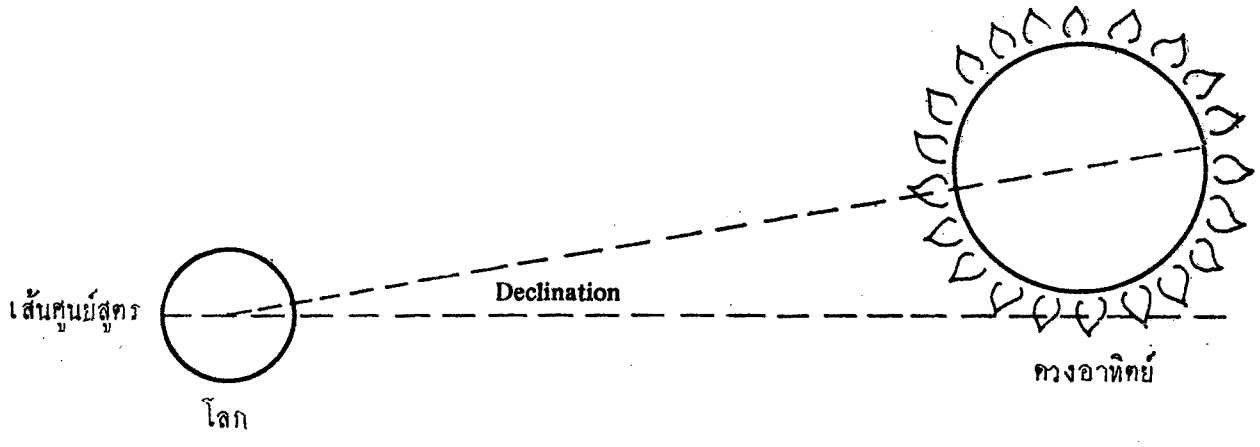
รูปที่ ๗. แสดง Altitudes เมื่อเวลาเที่ยงวัน ของวัน Equinoxes ที่เส้นรุ้ง ๐° ๑๔° เหนือ และ ๒๐° ใต้

Declination

คือความแตกต่างของ Noon Altitune ของดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นผลจากการที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่อยู่ในระหว่างเส้นทรอบปีคส์ Declination เมื่อวันที่เวลาเป็นสมดุลย์ (Equinoxes) เท่ากับ 0° และเมื่อ Summer และ Winter Solstices (21 มิถุนายน และ 21 ธันวาคม) เท่ากับ 22° 27′ เหนือ และใต้

ข้อสังเกตว่าดวงอาทิตย์มีมุม Declination อย่างไร ก็คือ

ถ้าเราเฝ้าดูดวงอาทิตย์ขึ้นจะพบว่า แต่ละเช้าที่ขึ้นของดวงอาทิตย์จะไม่ซ้ำที่กัน แต่จะค่อย ๆ เปลี่ยนที่ไป ซึ่งถ้าเว้นระยะเป็นเดือน จะเห็นความแตกต่างชัดเจนยิ่งขึ้น และถ้าสังเกตดูต่อไปจะพบว่าพระอาทิตย์จะขึ้นมาทางทิศตะวันออก ค่อนไปทางเหนือมากที่สุด ในวันที่ 21 มิถุนายน ต่อจากนั้นจะค่อย ๆ กลับลงทางใต้ ,จนกระทั่งขึ้นค่อนมาทางใต้มากที่สุดในวันที่ 21 ธันวาคม จึงจะเคลื่อนกลับไปทางเหนือใหม่ การที่ดวงอาทิตย์เปลี่ยนที่แต่ละวันนี้ เรียกว่า Declination



รูปที่ 8 แสดง Declinationat ของดวงอาทิตย์

DECLINATION ของวันอื่น จะเป็นเท่าใด ดูได้จากตารางต่อไปนี้.–

ตารางที่ 1

ตารางแสดง Declination ของดวงอาทิตย์

วัน, เดือน	Declination	วัน, เดือน
22 มิถุนายน	+ 23° — 30′ (+ 23° 26.7′)	—
18 „	+ 23° — 15′	29 มิถุนายน
8 „	+ 22° — 45′	6 กรกฎาคม
1 „	+ 21° — 55′	13 „
28 พฤษภาคม	+ 20° 50′	20 „
18 „	+ 19° 25′	12 „
11 „	+ 17° 40′	3 สิงหาคม
4 „	+ 15° 45′	10 „
26 เมษายน	+ 13° 20′	18 „
19 „	+ 10° 0′	25 „
12 „	+ 8° 30′	1 กันยายน
5 „	+ 5° 55′	8 „

วัน, เดือน	Declination	วัน, เดือน
28 มีนาคม	+ 2° 50′	16 กันยายน
21 ,,	0° 0′	23 ,,
14 ,,	− 2° 50′	1 ตุลาคม
7 ,,	− 5° 35′	8 ,,
28 กุมภาพันธ์	− 8° 15′	15 ,,
21 ,,	− 10° 50′	22 ,,
14 ,,	− 13° 15′	29 ,,
7 ,,	− 15° 30′	5 พฤศจิกายน
31 มกราคม	− 17° 30′	12 ,,
24 ,,	− 19° 20′	19 ,,
17 ,,	− 20° 50′	26 ,,
10 ,,	− 22° 0′	3 ธันวาคม
3 ,,	− 22° 50′	10 ,,
27 ธันวาคม	− 23° 20′	17 ,,
	− 23° 30′ (+ 23° 26.7′)	22 ,,

จะเห็นได้ว่า ถ้าทราบ **Latitude** และวันเดือนของสถานที่ ๆ ต้องการทราบแล้ว **Noon Altitude** ของสถานที่นั้นจะอ่านได้ดังนี้ .—

ฤดูร้อน 90°

ฤดูหนาว 90° ลบด้วย **Latitude** ลบ **Declination**

ส่วน **Altitude** และ **Azimuth** ของเวลาที่นอกเหนือไปจากเที่ยงวัน จะดูได้จาก **Solar Chart** ที่แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปี (ดูที่ภาคผนวกท้ายเล่ม) และมีคำอธิบายวิธีใช้กำกับไว้แล้ว

บทที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพดินฟ้าอากาศและร่างกาย

ในบทนี้อธิบายถึงเรื่องของอิทธิพลของดินฟ้าอากาศต่อมนุษย์ และความสำคัญของความรู้เรื่องแสงอาทิตย์และเงา

2 ก. สภาพดินฟ้าอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน และเขตมรสุม ฤดูสำคัญได้แก่ ฤดูฝน และฤดูร้อน ลักษณะทั่วไปของดินฟ้าอากาศโดยสังเขป คือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูง ความชื้นสูง พืชพันธุ์ไม้เขียวชอุ่มเจริญเติบโตง่าย แสงแดดกล้า แสงสะท้อนจากท้องฟ้า ก้อนเมฆมีมาก และฝนตกชุก

ในลักษณะเช่นนี้ การมีร่มเงาของชายคากว้าง ซึ่งป้องกันทั้งแสงอาทิตย์และสายฝน จะช่วยให้ผนังอาคารร่มและแห้ง รวมทั้งการที่มีกระแสลมพัดผ่านตลอดอาคาร ทำให้เกิดความสบายแก่ผู้ใช้อาคาร และให้ความคงทนถาวรแก่อาคารด้วย

2 ข. ร่างกายจะรู้สึกเย็นลงได้อย่างไร

เพื่อเป็นข้อยืนยันว่า การอยู่ในที่ร่มและมีกระแสลมพัดผ่าน ช่วยเสริมความสบายได้อย่างไรนั้น เราจำเป็นต้องทราบก่อนว่า ร่างกายจะรู้สึกเย็นลงได้ โดยเหตุใดบ้าง

ความรู้สึกเย็นลงของร่างกายขึ้นอยู่กับ

1. อุณหภูมิ
2. ความชื้น
3. กระแสลม
4. รังสีความร้อน

1. อุณหภูมิ โดยที่ความร้อนเป็นสิ่งที่ถ่ายเทไปมาได้ ดังนั้น ถ้าอุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ กายต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกายแล้ว ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนไปสู่อากาศโดยรอบ เป็นผลให้มีความรู้สึกเย็นลง ยิ่งอุณหภูมิของอากาศที่แวดล้อมอยู่ลดลงเท่าใด ร่างกายก็จะรู้สึกเย็นลงเท่านั้น

2. ความชื้น ความร้อนส่วนหนึ่งของร่างกายถูกใช้ระเหยน้ำออกมาเป็นเหงื่อทางผิวหนัง แต่ร่างกายจะระบายน้ำออกมาได้มากน้อยเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศโดยรอบ ถ้าความชื้นในอากาศต่ำ ร่างกายระเหยน้ำออกได้มาก จะรู้สึกเย็นลง ตรงกันข้าม ถ้าความชื้นในอากาศสูง ร่างกายระเหยน้ำออกได้น้อย หรือไม่ได้เลย จะรู้สึกร้อนและเหนียวตัว

3. กระแสลม เป็นปัจจัยสำคัญยิ่งในการที่ทำให้รู้สึกเย็นสบาย ทั้งนี้เพราะกระแสลมจะช่วยพัดพาเอาอากาศร้อนที่ร่างกายถ่ายออกไป และพัดเอาอากาศที่เย็นกว่ามาแทนที่ ทำให้ร่างกายมีโอกาสถ่ายเทความร้อนออกได้เร็วยิ่งขึ้น นอกจากนั้น กระแสลมยังช่วยพัดเอาความชื้นที่ร่างกายถ่ายออกไป และพัดพาเอาอากาศที่แห้งกว่ามาแทนที่

4. รังสีความร้อน เมื่อวัตถุใด ๆ ได้รับความร้อน ก็จะถ่ายเทความร้อนไปยังที่ ๆ เย็นกว่า เช่น ผนังห้องได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ ก็จะถ่ายความร้อนนั้นเข้ามาภายในห้อง หรือการที่มีแสงอาทิตย์ส่องเข้าในอาคาร เหล่านี้ล้วนเป็นเหตุให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้น ดังนั้นการป้องกันมิให้แผ่รังสีความร้อนเข้าในอาคารได้ จึงเป็นความจำเป็น

จะเห็นได้ว่า ปัญหาเรื่องความสบายของร่างกายนั้น มีความสำคัญอยู่สองหัวข้อ ที่การรู้จักใช้วิธีบังแดดที่ถูกต้อง จะช่วยแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ ดังนั้นการศึกษาถึงเรื่องนี้จึงมีความสำคัญต่อความสบายในการใช้สถานที่เป็นอย่างมาก

2 ค. เมื่อใดจึงจะต้องการเครื่องบังแดด

เรื่องของเครื่องบังแดดและอุณหภูมิเป็นเรื่องที่เกี่ยวโยงกันนั่นคือ ถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูง การป้องกันมิให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์มาเพิ่มอุณหภูมิแก่อาคารเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อรักษาอุณหภูมิของอาคารให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ถ้าอากาศมีอุณหภูมิต่ำ แสงอาทิตย์ก็เป็นสิ่งที่ต้องการ เพราะจะช่วยทำให้อบอุ่นขึ้น

จากตารางที่ 2 ที่แสดงอุณหภูมิของกรุงเทพ ฯ เมื่อเวลาต่าง ๆ ของทุกเดือนไว้เป็นตัวเลข ช่วงเวลาที่ถือว่า "ร้อน" ต้องการการบังแดด แสดงไว้เป็นเส้นโค้งหนัก ส่วนเส้นประแสดงเวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก อุณหภูมิของอากาศที่ถือว่ากำลังสบายนั้น แตกต่างกันตามท้องถิ่น อายุ เชื้อชาติ ชนิดของเสื้อผ้า และกิจกรรม สำหรับมาตรฐานอังกฤษถือว่า อุณหภูมิที่กำลังสบายนั้น อยู่ระหว่าง 15°C ถึง 21°C มาตรฐานอเมริกัน อยู่ระหว่าง 21°C ถึง 27°C และมาตรฐานของเมืองร้อน เช่นประเทศไทย อยู่ระหว่าง 23°C ถึง 29°C ทั้งนี้ ความชื้นสัมพันธ์ 30% ถึง 70%

สำหรับมาตรฐานที่ใช้ในหนังสือเล่มนี้ ใช้ 27°C นั่นคือ ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงกว่า 27°C ถือว่าร้อน ต้องการการบังแดด

ตารางที่ 2 นี้จะแสดงให้เห็นว่า เมื่อใดบ้างที่ต้องการร่มเงา (สำหรับตารางแสดงอุณหภูมิของจังหวัดเชียงใหม่ และสงขลา ดูได้ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม)

ตารางที่ ๒

อุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ) ทุก ๆ สองชั่วโมง, ทุกเดือน ของตัวจังหวัดกรุงเทพฯ (เส้นรุ้ง ๑๓° ๔๔' เหนือ)

พ.ศ. ๒๕๐๕-๒๕๐๙

เวลา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
00	21	24	26	27	26	26	25	25	25	25	24	23
02	21	23	25	27	26	25	25	25	25	25	24	22
04	20	23	25	26	25	25	25	25	25	25	25	21
06	19	23	25	26	26	26	25	25	25	25	25	22
08	24	26	28	30	29	28	28	28	27	28	27	24
10	28	30	31	32	31	30	30	29	29	29	29	28
12	30	31	32	33	32	31	31	30	30	30	30	29
14	30	32	33	34	32	32	30	31	30	30	30	30
16	29	30	31	32	30	30	29	29	29	29	29	29
18	26	27	28	29	29	28	27	27	27	27	27	26
20	24	26	27	28	28	27	26	26	26	26	26	25
22	23	25	26	27	27	26	26	26	25	26	25	23
24												

แสดงเวลาพระอาทิตย์ขึ้นและตก

แสดงเวลาที่ต้องการบังแดด

เวลาที่แสดงในตารางนี้เป็นเวลามาตรฐานประเทศไทย

ตาราง ที่ 2 แสดงอุณหภูมิของกรุงเทพฯ

2 ง. ประโยชน์ของการทราบมุมของเงา

การที่สามารถทราบล่วงหน้าว่า แสงอาทิตย์จะส่องเข้าอาคารเมื่อเวลาใดของเดือนใดบ้าง หรือสิ่งก่อสร้างข้างเคียง ต้นไม้ ฯลฯ จะให้ร่มเงาแก่อาคารที่เราออกแบบอย่างไรนั้น เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาเรื่องความร้อนของอาคารได้ โดยการใช้ร่มเงานั้น ๆ ให้เป็นประโยชน์ ตัดปัญหาเรื่องอาคารมืดเกินไป หรืออาจไม่ต้องสร้างเครื่องบังแดดบางส่วน ในกรณีที่มีสิ่งภายนอกให้ร่มเงาแทนอยู่แล้ว เป็นการประหยัดค่าก่อสร้าง

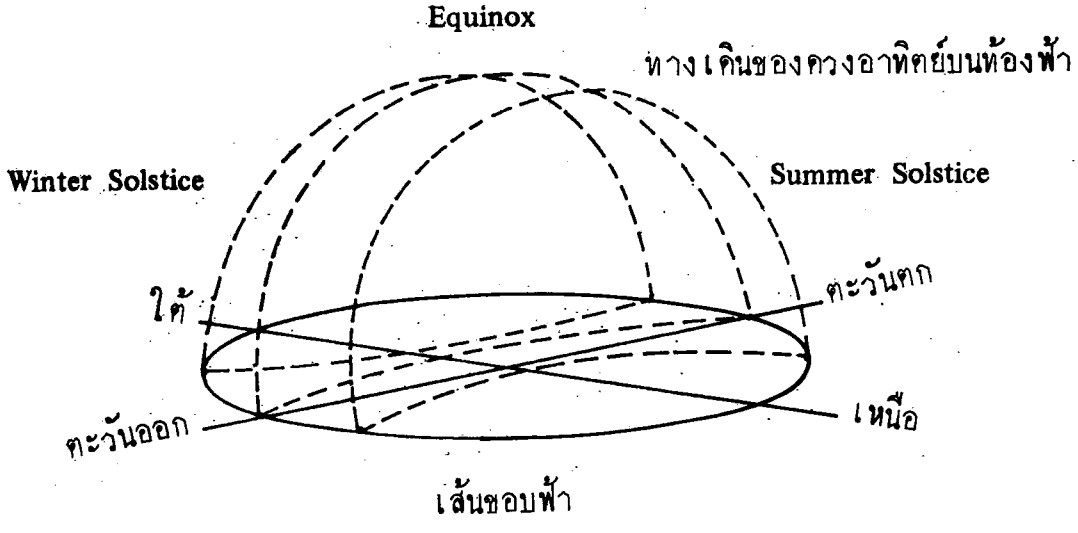
นอกจากนี้ การที่ทราบว่า แสงอาทิตย์จะส่องเข้าเป็นมุมเท่าใด ยังช่วยให้ออกแบบเครื่องบังแดดให้มีขนาดพอเหมาะกับมุมของเงา แทนที่จะบังแดดได้น้อยเกินไปไม่เพียงพอ หรือบังได้มากเกินต้องการ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองเกินความจำเป็น

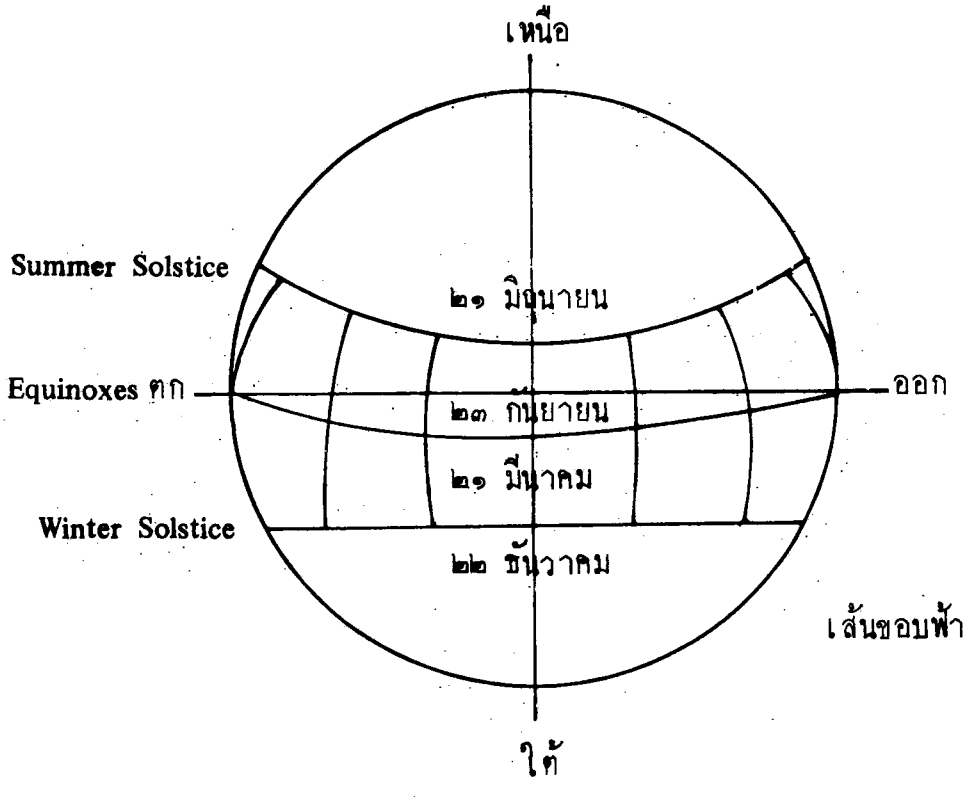
บทที่ 3
เป็นคำอธิบายเรื่องของตำแหน่งดวงอาทิตย์ และเครื่องมือวัดมุมของเงา
(Solar Shadow Angle Protractor)[1]

3 ก. SOLAR CHARTS

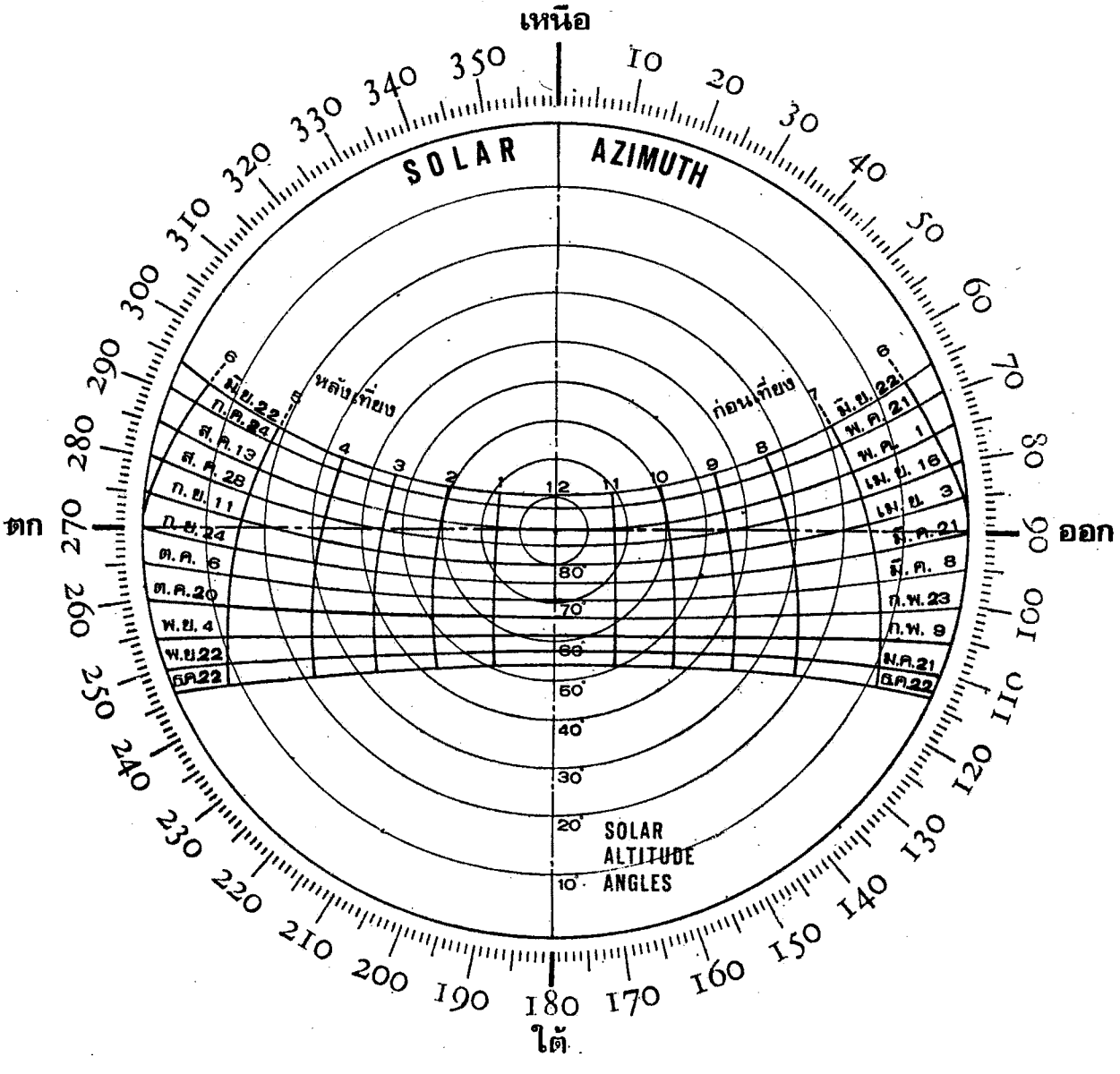
Solar Chart[1] ก็คือทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าครึ่งทรงกลม ที่กำหนดให้เห็นบนพื้นราบ เส้นต่าง ๆ ที่ปรากฏใน Solar Chart คือ .—

1. จุดศูนย์กลางของ Diagram ใช้แทนที่ตำแหน่งที่ผู้มองยืนอยู่ (Observer's Position),
2. เส้นซึ่งขนานกับเส้นรอบวงที่ขยายจาก 0° ถึง 90° เป็นเส้นที่บอกมุม Altitude.
3. เส้นรัศมี ซึ่งมีตัวเลขบอกขนาดมุมกำกับที่เส้นรอบวงของ Diagram คือองศาของมุม Azimuth.
4. เส้นโค้งที่ผ่านกลาง Diagram มีวันที่และเดือนกำกับอยู่ ได้แก่เส้นทางเดินของดวงอาทิตย์ในรอบปี
5. เส้นซึ่งตัดทางเดินดวงอาทิตย์ออกเป็นส่วน ๆ ได้แก่เส้นบอกเวลา มีตัวเลขกำกับบอกเวลาตั้งแต่เที่ยงถึง 6 โมง เช้าและเย็น
6. ตัวหนังสือบอกทิศได้เขียนไว้ที่เส้นรอบวง Dirgram.





รูปที่ ๑ วิธีกำหนดทางเดินของดวงอาทิตย์บนพื้นราบ



เส้นรุ้ง 14° เหนือ

รูปที่ 10 Solar Chart ที่เส้นรุ้ง 14° เหนือ (กรุงเทพฯ)

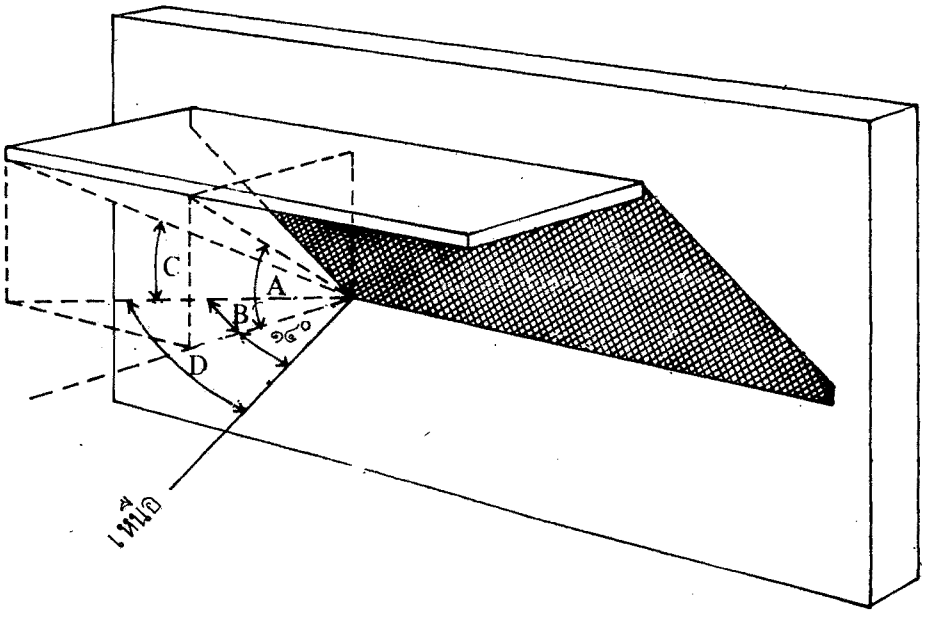
วิธีอ่าน Solar Chart

ตัวอย่าง ต้องการทราบตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เมื่อวันที่ 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น. ที่กรุงเทพฯ จุดที่ทำเครื่องหมาย B คือจุดที่บอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ต้องการทราบ จุดนี้อยู่ระหว่างเส้นรอบวงขนาน 40° กับ 50° อ่านได้ 12° นั่นคือ Altitude เท่ากับ 42° จากจุดศูนย์กลางลากเส้นผ่าน B ไปยังเส้นรอบวง ขนาดมุมจากเส้นเหนือใต้ ถึงเส้นที่ลากใหม่ อ่านได้ 142° นั่น คือ Azimuth เท่ากับ 142°

การเลือกใช้ Solar Chart

Solar Chart ที่มีอยู่ในเอกสารนี้ แบ่งเป็น 4 ชุดด้วยกันคือ ที่เส้นรุ้ง 19° เหนือ เส้นรุ้ง 14° เหนือ เส้นรุ้ง 10° เหนือ และเส้นรุ้ง 7° เหนือ (ดูที่ภาคผนวกท้ายเล่ม)

สำหรับการหมุนของเงานั้น สถานที่ๆ อยู่ห่างกันไม่เกินเส้นรุ้ง $21\frac{1}{2}$° (ประมาณ 170 ไมล์) อาจใช้ Solar Chart อันเดียวกันได้ เพราะมุมของเงาจะไม่ผิดไปกี่มากน้อย ในภาคผวกของเอกสารนี้มีรายชื่อจังหวัดต่าง ๆ และเส้นรุ้งที่ชุมชนของตัวจังหวัดนั้นตั้งอยู่ ดังนั้น ถ้าต้องการหามุมของเงาที่จังหวัดใดก็ดูขนาดเส้นรุ้งของจังหวัดนั้น และเลือกใช้ Solar Chart ของเส้นรุ้งที่ใกล้เคียงที่สุด



A มุมของเงาทางตั้ง
B มุมของเงาทางนอน
C Altitude
D Azimuth

รูปที่ 11 แสดงมุมของเงาของผนังด้านทิศเหนือ

เวลา 8.00 น. วันที่ 21 มิถุนายน ที่กรุงเทพฯ

THAI NATIONAL
DOCUMENTATION CENTER

3 ข. มุมของเงา

การที่จะทราบได้ว่า แสงอาทิตย์จะส่องเข้าในอาคารเวลาใดและเพียงใด หรือต้องการทราบว่าควรยื่นชายคาออกเท่าใดจึงจะบังมิให้แสงอาทิตย์ส่องเข้าในอาคารได้ รวมไปถึงการออกแบบเครื่องบังแดดซึ่งใช้บังแดดตามเวลาที่ต้องการอย่างได้ผล เหล่านี้ จำเป็นต้องทราบ "มุมของเงา" (Shadow Angle)

3 ค. SHADOW-ANGLE PROTRACT

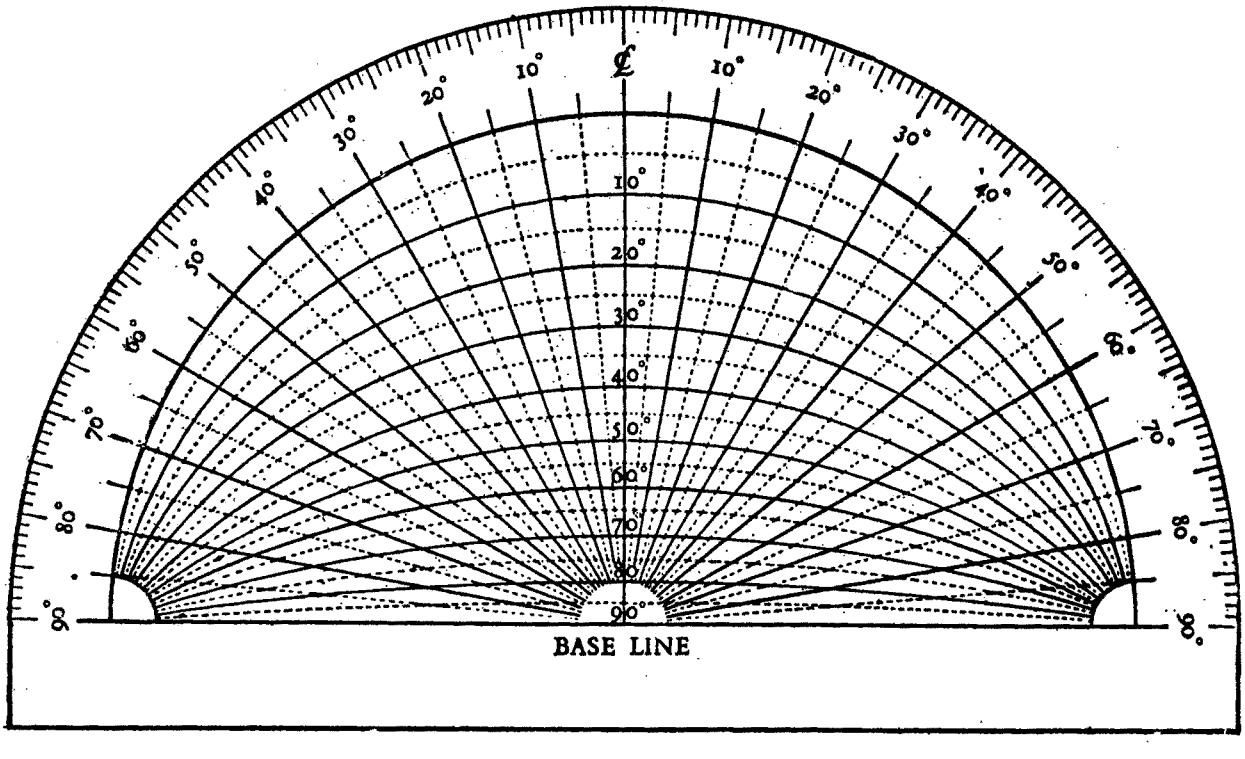
เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการหามุมของเงา (Shadow Angle) นี้เรียกว่า "Shadow-Angle Protractor" มีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลม ประกอบด้วย

เส้นฐาน (Base Line) ใช้แทนด้านของผนังที่ต้องการทราบเงา

เส้นกึ่งกลาง (Center Line ซึ่งเขียนย่อเป็น C) เป็นเส้นที่ใช้ชี้ไปยังองศาที่ผนังนั้นชี้ไป

เส้นโค้ง มีตัวเลข 0° ถึง 90° กำกับอยู่ เป็นเส้นที่บอกขนาดมุมของเงาทางตั้ง (Vertical Shadow-Angle)

เส้นรัศมี มีตัวเลขบอกขนาดมุมอยู่ที่เส้นรอบวง เป็นเส้นที่บอกขนาดมุมของเงาทางนอน (Horizontal Shadow-Angle).



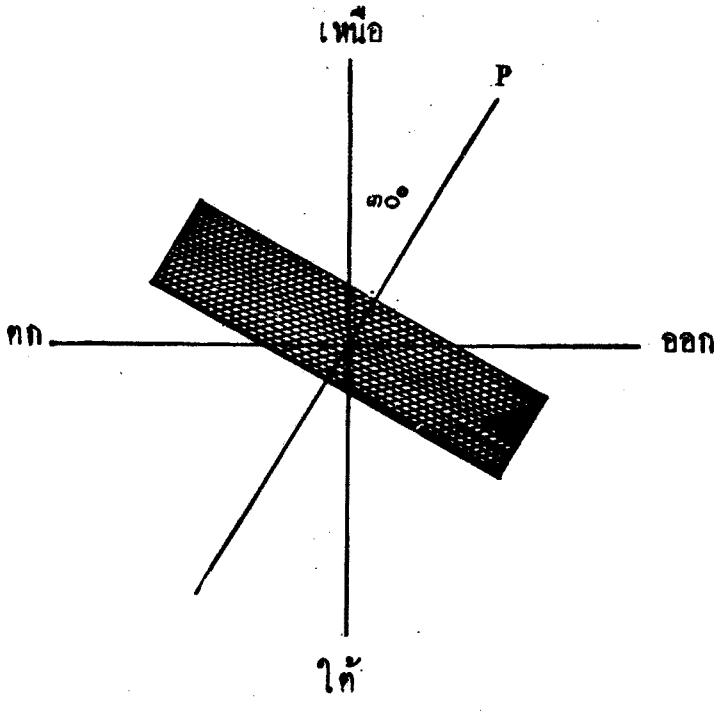
รูปที่ 12 Shadow-Angle Protractor

(หมายเหตุ เครื่องมือนี้เป็นปลาสติกโปร่งแสง รูปนี้ขนาดเท่าของจริง)

หามุมของเงาได้โดยซ้อนโปรแทรคเตอร์นี้ บน Solar-Chart โดยให้ศูนย์กลางของทั้งสองทับกันพอดี และหมุนให้เส้นฐานหันไปยังทิศทางที่ขนานกับผนังด้านที่ต้องการทราบมุมของเงา เส้นโค้งและเส้นรัศมีที่ผ่านตำแหน่งของดวงอาทิตย์ใน วันและเวลาที่ต้องการทราบ จะบอกขนาดมุมของเงาของแผงบังแดดที่จะบังแสงอาทิตย์ไว้ได้พอดี

วิธีใช้ Shadow Angle Protrector

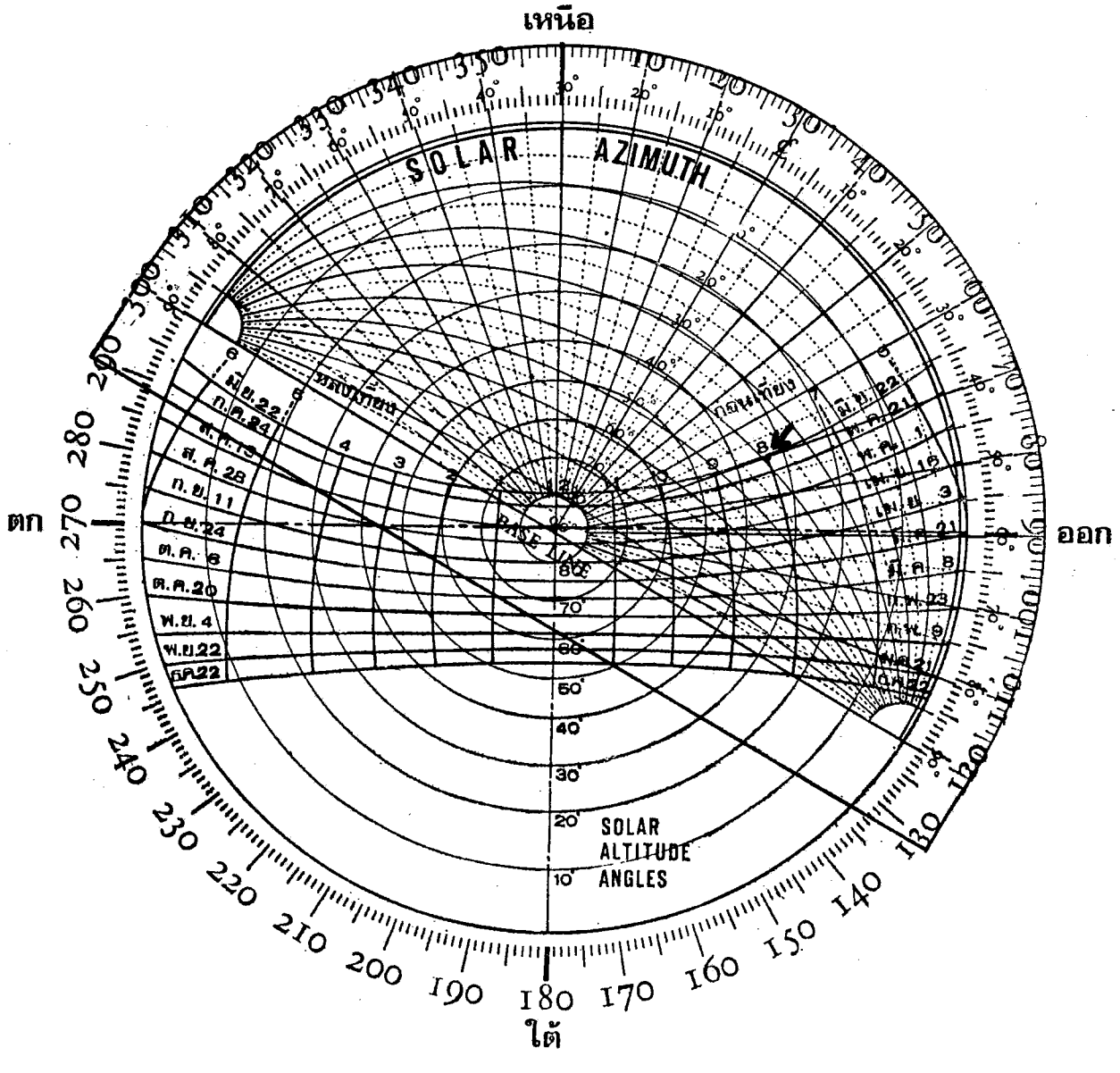
ตัวอย่าง อาคารหลังหนึ่งตั้งอยู่ที่จังหวัดพระนคร (Lat. 13° 45′ เหนือ) ต้องการหามุมของเงา (Shadow Angle) ของแผงทางนอนที่ยื่นจากผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (มุม **NOP** เท่ากับ 30°) ของวันที่ 22 มิถุนายน เวลา 08.00 น.



รูปที่ 18 แสดงทิศทางของอาคาร

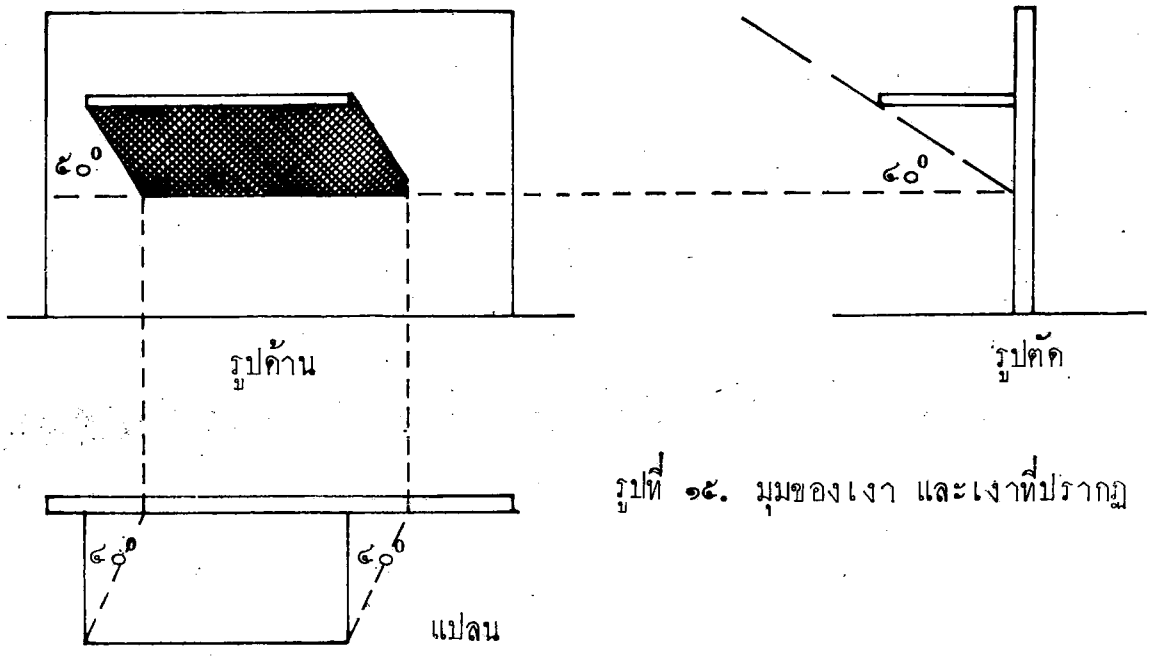
วิธีทำ ใช้ Solar Chart ของจังหวัดพระนคร เส้นรุ้ง 140° เหนือ วาง Protractor ทับลงบน Solar Chart ให้จุดศูนย์กลางของทั้งสองทับกันพอดี หมุนให้ ℄ ชี้ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ห่างจากทิศเหนือ 30°

จะเห็นได้ว่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เมื่อวันที่ 22 มิถุนายน เวลา 8.00 น. อยู่ตรงกับเส้นโค้ง 40° และทับเส้นรัศมี 40° พอดี นั่นคือมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอนเท่ากับ 40°



เส้นรุ้ง 14° เหนือ

รูปที่ 14



รูปที่ ๑๕. มุมของเงา และเงาที่ปรากฏ

เขียนรูปด้าน, แปลน, รูปตัด ของผนังให้อยู่ในแนวเดียวกันดังรูป

จากรูปตัด ลากเส้นผ่านส่วนยื่นของแผงบังแดด โดยให้ทำมุม 40° กับแนวราบ ตรงไปตัดกับเส้นผนัง ลากเส้นตรงจากจุดนั้นขนานกับพื้นผ่านมาที่รูปด้าน

จากแปลน ลากเส้นจากปลายสุดของแผงบังแดด ทำมุม 40° ตรงไปสัมผัสกับเส้นผนัง จากจุดที่สัมผัสลากเส้นตรงตั้งฉากขึ้นไป ตัดกับเส้นที่ลากมาจากรูปตัด ที่จุด A และ B ลากเส้น CA และ EB จะได้เงาที่ต้องการทราบ

วัดมุม $C\hat{A}D$ ได้ 50°

สำหรับขนาดของมุม $C\hat{A}D$ นี้อาจอ่านได้โดยตรงจาก Protractor โดยที่ด้านหน้าของแผงหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นด้านข้างของแผงจึงหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ หมุน Protractor ให้ ℄ ชี้ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยให้ห่างจากทิศตะวันออก 30°

อ่านขนาดมุมของเงาทางตั้งจาก Protractor ได้ 50°

ต่อไปนี้ เป็นขนาดมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอนของแผงดังกล่าว ในเวลาอื่น ๆ ที่อ่านได้จาก Protractor

เวลา	มุมของเงาทางตั้ง	มุมของเงาทางนอน
6 Am.	6°	37°
7 Am.	23°	39°
8 Am.	40°	40°
9 Am.	52° 30′	40°
10 Am.	64°	36°
11 Am.	74°	21°
12	81°	0°
บ่าย 1	88°	–82°

บ่าย 1.20 แสงอาทิตย์ลับไปจากผนังด้านนี้

3 ง. การเปลี่ยนเวลา Solar Time เป็นเวลามาตรฐานของประเทศไทย

การเปลี่ยนเวลา Solar Times เป็นเวลามาตรฐาน

เวลาที่ใช้อยู่ในเอกสารเล่มนี้ทั้งหมดเป็น Solar Times นั่นคือ เวลา 12.00 น. หมายถึงเวลาที่ดวงอาทิตย์ผ่านเส้น Meridian พอดี เวลาก่อนและหลังเที่ยง ก็ถูกแบ่งออกเป็นชั่วโมง ๆ ตามปกติ เวลาเหล่านั้นจึงไม่ตรงกับเวลามาตรฐานที่ใช้กันในประเทศ เป็นต้นว่า เวลา 09.00 น. ของ Solar Time อาจเป็นเวลา 09.15 น. เวลามาตรฐาน ถ้าต้องการทราบตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตามเวลามาตรฐาน จะต้องแก้เวลาที่ 2 ประการ คือ.—

(1) แก้เวลาที่แตกต่างไปเนื่องจาก Epuation of Time

(2) แก้เวลาที่แตกต่างไป เนื่องจากสถานที่ตั้งอยู่ที่เส้นแวงต่างกัน

1. การแก้เวลาที่แตกต่างไปเนื่องจาก Eruation of Time

โดยที่โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี เป็นผลให้ความยาวของ Solar Day ไม่คงที่เสมอไป และแม้ว่าผลต่าง (ของระยะเวลาที่ไม่คงที่นี้) สูงสุดจะมีค่าเพียง 50 วินาทีก็ตาม แต่ผลอันนี้ทำให้ Solar Noon เปลี่ยนไปประมาณ 15 นาที ก่อนหรือหลัง เวลาเที่ยงตรง ซึ่งเป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์ควรผ่านเส้น Mlridian พอดี ถ้าดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ และโดยที่นาฬิกาจับเวลาได้เฉพาะช่องชั่วโมง นาทีที่สม่ำเสมอกันเท่านั้น ดังนั้นผลต่างระหว่าง Solar Time กับเวลาปกติ จึงถูกเรียกว่า "Equation of Time" ซึ่งแสดงค่าให้เห็นในตารางที่ 6 ข้างล่างนี้

การที่จะทราบเวลามาตรฐาน จะต้องนำ Equation of Time ไปบวกหรือลบ กับ Solar Time ด้วย

ตารางที่ 6 EQUATION OF TIME (1966)

22 ธันวาคม	— 2 นาที	20 เมษายน	— 1 นาที	23 สิงหาคม	+ 2 นาที
20 มกราคม	+11 ,,	21 พฤษภาคม	— 3 ,,	23 กันยายน	— 7 ,,
20 กุมภาพันธ์	+14 ,,	22 มิถุนายน	+ 2 ,,	22 ตุลาคม	—15 ,,
21 มีนาคม	+ 7 ,,	23 กรกฎาคม	+ 6 ,,	22 พฤศจิกายน	—14 ,,

2. การแก้เวลาที่แตกต่างไปเนื่องจากสถานที่ตั้งอยู่ที่เส้นแวงต่างกัน

เวลาตามสถานที่ต่าง ๆ ในโลกนี้ แบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามเส้นแวงหลักสำหรับในแถบประเทศไทยใช้เส้นแวงที่ 105° เป็นเส้นแวงหลัก (ถึงก่อนเวลาที่กรีนนิช 7 ชั่วโมง) โดยที่กรุงเทพ ฯ ตั้งอยู่ที่เส้นแวง 100° 30′ ดังนั้น กรุงเทพ จึงอยู่ห่างจากเส้นแวงหลัก 4° 30′

ตามกฎการนับเวลาสากล ให้บวกเวลา 4 นาที ต่อหนึ่งองศาของเส้นแวงที่อยู่ทางทิศตะวันตกของเส้นแวงหลัก และลบออก 4 นาที ต่อหนึ่งองศาของเส้นแวงที่อยู่ทางทิศตะวันออกของเส้นแวงหลัก ในลักษณะนี้ เวลาที่ใช้ในประเทศไทย จึงแตกต่างกับเวลาที่ใช้ที่เส้นแวงหลัก (เส้นแวง 105° ตรงกับไซ่ง่อน ประเทศเวียดนาม) 4° 30′ × 4 นาที ผลเท่ากับ 18 นาที

ต้องเอาเวลา 18 นาทีนี้ไปบวกกับ Solar Time จึงจะได้เวลามาตรฐาน

สรุปการเปลี่ยนเวลา Solar Time เป็นเวลามาตรฐาน

1. บวกหรือลบ Equation of Time กับเวลาที่ปรากฏในเอกสารนี้ (ซึ่งเป็น Solar Time) ตามเครื่องหมายที่แสดงอยู่
2. บวก 18 นาที กับเวลาที่ปรากฏในเอกสารนี้

ตัวอย่าง อยากทราบว่าเวลา 09.00 น. ของวันที่ 22 ธันวาคม ที่ปรากฏใน Solar Chart ที่ 14° N ของเอกสารนี้ ตรงกับเวลาใดของเวลามาตรฐาน

1. Equation of Time ของวันที่ 22 ธันวาคม คือ — 2 นาที
2. การแก้เวลาจากเส้นแวง +18 „
∴ ผลรวมเวลาที่แตกต่างไป เท่ากับ +16 „

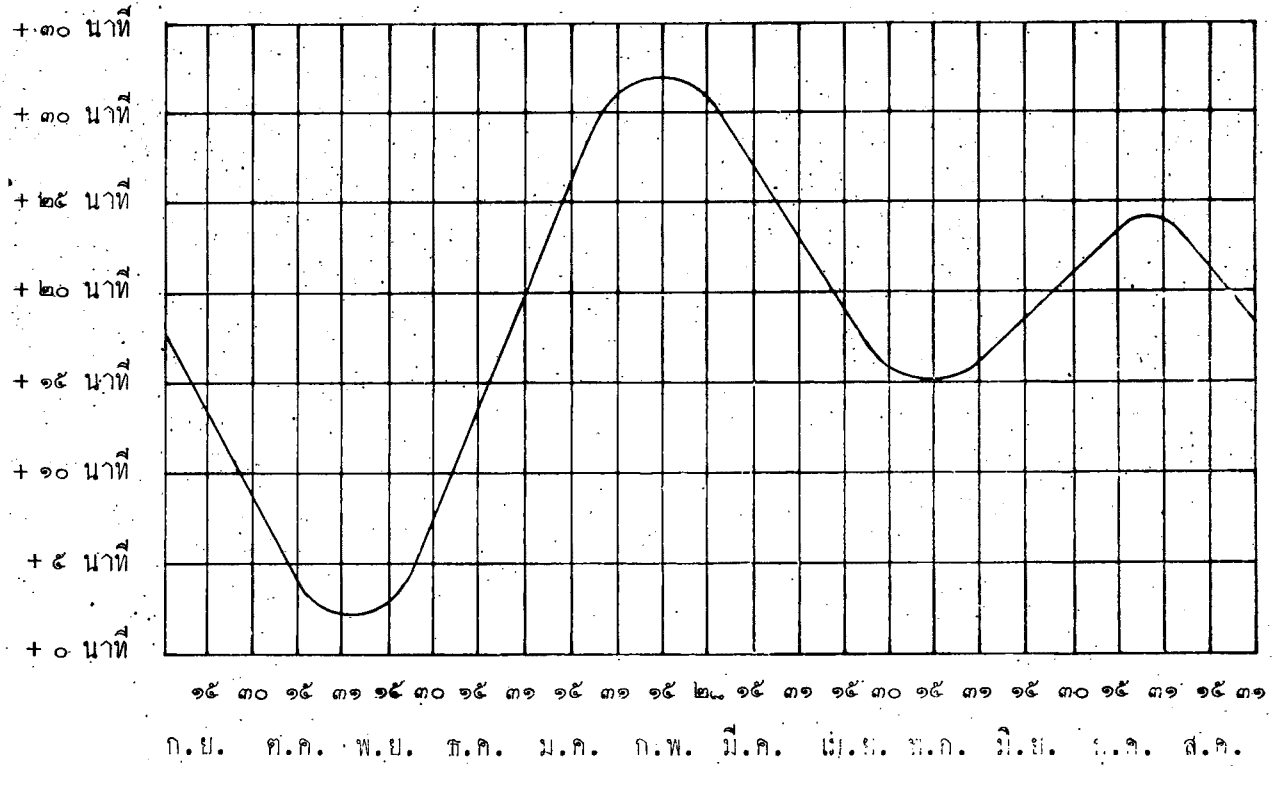
นั่นคือเวลา 09.00 น. ของ Solar Chart ตรงกับเวลามาตรฐาน 09.16 น.

เพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนเวลา ตารางที่ ได้บอกค่าของเวลาที่จะต้องเปลี่ยนของวันที่ใช้อยู่ใน Solar Chart ส่วนวันอื่น ๆ นั้น ดูได้จากรูปที่

ตารางที่ 7

การเปลี่ยนเวลาจาก Solar Time เป็นเวลามาตรฐานของประเทศไทย

22 ธันวาคม	+ 16 นาที	20 เมษายน	+ 17 นาที	23 สิงหาคม	+ 20 นาที
20 มกราคม	+ 29 „	21 พฤษภาคม	+ 15 „	23 กันยายน	+ 11 „
20 กุมภาพันธ์	+ 32 „	22 มิถุนายน	+ 20 „	22 ตุลาคม	+ 3 „
21 มีนาคม	+ 25 „	23 กรกฎาคม	+ 24 „	22 พฤศจิกายน	+ 4 „



บทที่ 4
เครื่องบังแดด

ในบทนี้ อธิบายถึงการออกแบบและตรวจสอบเครื่องบังแดด

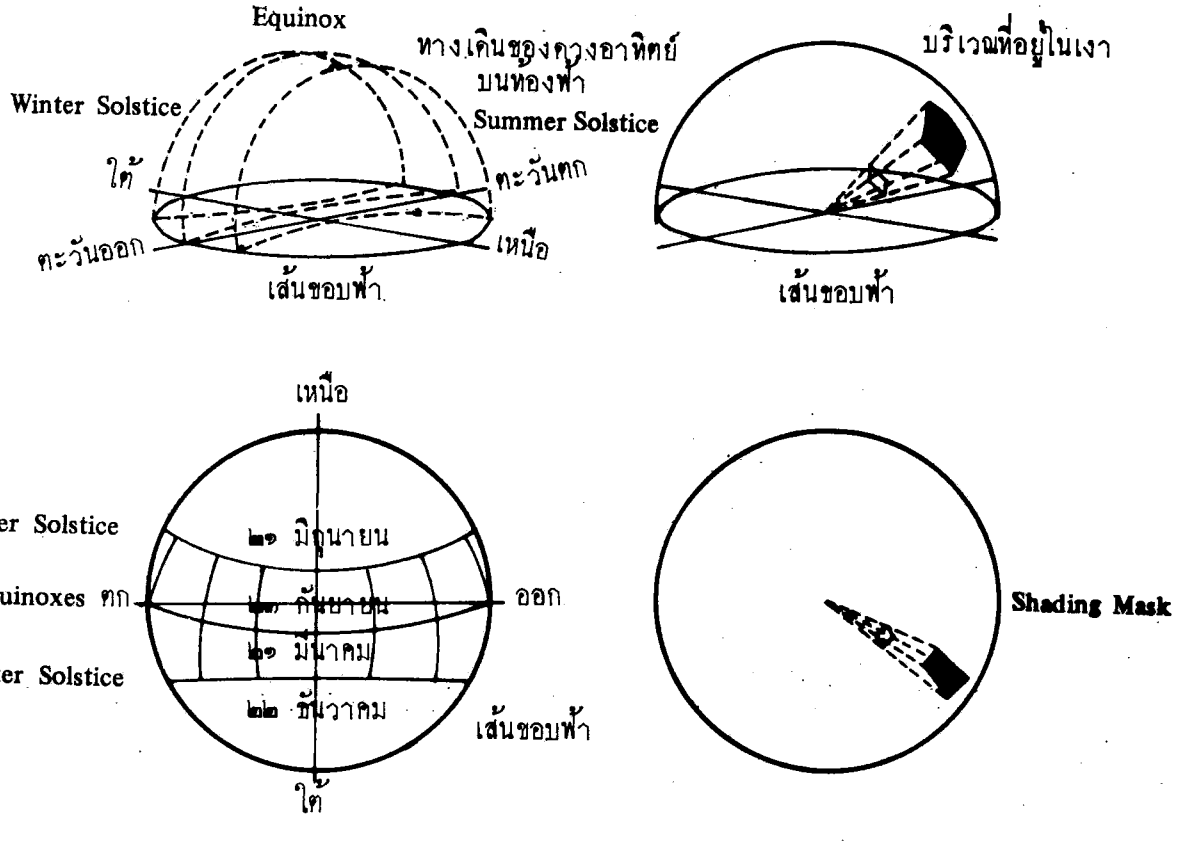
4 ก. เครื่องบังแดดและเงาที่ปรากฏ

เครื่องบังแดด

เครื่องบังแดด คือวัตถุทึบแสงที่ทำหน้าที่บังแสงจากดวงอาทิตย์ ทั้งนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเช่น ห้องชั้นบนที่ยื่นล้ำออกจากห้องชั้นล่าง ชายคาที่ยื่นยาวออกมา หรือส่วนการก่อสร้างเพื่อการบังแดดโดยเฉพาะ เช่น ครีบทางตั้ง ทางนอน บานเกล็ดต่าง ๆ หรือสิ่งอื่นในบริเวณ เช่น ต้นไม้ เป็นต้น

Shading Mask

วัตถุทึบแสงใด ๆ ก็ตามที่กั้นระหว่างลำแสงอาทิตย์และจุด O.P. (Observer Point ซึ่งอยู่ที่จุดศูนย์กลางของ Diagram) จะทำให้เกิดเงาบน O.P. โดยทางกลับกัน ถ้าเราฉายแสงจาก O.P. ไปยังวัตถุ



รูปที่ 16 เปรียบเทียบการฉายทางเดินดวงอาทิตย์ และเงาที่ปรากฏลงบนพื้นราบ

ทึบแสงที่กั้นอยู่ เงาของวัตถุนั้นจะไปปรากฏบนผิวของท้องฟ้า ซึ่งถ้าดวงอาทิตย์ส่องแสงจากบริเวณที่เงานั้นจับอยู่ จุด **O.P.** จะอยู่ในเงา

ทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าครึ่งทรงกลม ถูกกำหนดให้เห็นบนแปลนพื้นราบ ในรูปของ **Sun Chart** (บทที่ 2 ก. รูปที่ 9) ถ้าเรากำหนดเงาที่ปรากฏบนท้องฟ้า ลงบนแปลนพื้นราบ เช่นเดียวกับทางเดินดวงอาทิตย์ เราก็จะสามารถทราบได้ว่า เมื่อมีวัตถุทึบแสง บังแสงอาทิตย์ไว้จะปรากฏเงาบนพื้นราบอย่างไร เงาที่ปรากฏบนแปลนพื้นราบนี้ เรียกว่า **Shading Mask.**

โดยที่บริเวณที่เงาปรากฏเป็นบริเวณที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงไม่ถึง **O.P.** เพราะมีวัตถุทึบแสงกั้นไว้ ดังนั้น ถ้าเอา **Shading Mask** ทับบน **Sun Chart** ให้ **O.P.** ทับกันพอดี เราก็สามารถทราบได้ว่าเวลาใดบ้างที่แสงอาทิตย์ส่องไม่ถึง **O.P.** หรือนัยหนึ่งก็คือ เวลาใดบ้างที่เครื่องบังแดดนั้นๆ บังแสงอาทิตย์ไว้ได้

เนื่องด้วยเงาที่ปรากฏใน **Shading Mask** เป็นเงาที่ถ่ายจากผิวโค้งของทรงกลม ดังนั้นลักษณะของ **Mask** จึงแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ลักษณะและวิธีที่วัตถุนั้นบังแสงอาทิตย์ แผงบังแดดทางนอนชายคา ครีบทางตั้ง ครีบนอนผสมตัว หรือเครื่องบังแดดรูปเหลี่ยมต่าง ๆ จะมีเงาปรากฏใน **Shading Mask** เป็นรูปร่างต่าง ๆ กันดังนี้

1. ส่วนยื่นจากผนังทางแนวนอน ที่ขนานกับกำแพงทางตั้ง เช่น ชายคา เฉลียง แผงบังแดด ฯลฯ ให้มุมของเงาทางตั้ง และทำให้ปรากฏเงาใน **Shading Mask** เป็นรูปโค้ง **Segment** ของวงกลม

2. ส่วนยื่นจากผนังทางตั้ง ซึ่งตั้งฉากกับแนวผนัง เช่น แผงบังแดดทางตั้ง บานหน้าต่างที่เปิดออก ฯลฯ ทำให้เกิดมุมของเงาทางนอน และทำให้เงาที่ปรากฏใน **Shading Mask** เป็นรูปรัศมีพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลาง

3. ส่วนยื่นจากผนังที่มีทั้งทางนอนและทางตั้ง มุมของเงาจะมีทั้งมุมทางนอนและมุมทางตั้งนั่นคือ **Shading Mask** จะมีทั้งรูปโค้งและรูปรัศมี

4. ต้นไม้หรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่ใกล้เคียง ที่เงาบังถึงตัวอาคารเหล่านี้ สามารถเขียนเงาลงใน **Shading Mask** ได้ แต่ทั้งนี้จะต้องทราบขนาดและที่ตั้งของวัตถุนั้น

มุมของเงานี้ มิได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องบังแดด แต่ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความกว้างหรือความลึกของเครื่องบังแดดนั้น ดังนั้น เฉลียงที่ยื่นออกมาจากตัวบ้าน ก็อาจให้เงาใน **Shading Mask** เช่นเดียวกับบานเกล็ดไม้เล็ก ๆ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของสถาปนิก ในอันที่จะเลือกวัตถุและวิธีก่อสร้างเครื่องบังแดดใด ๆ ตามที่เห็นควร

ประโยชน์ของ Shading Mask

ใช้สำหรับตรวจสอบหรือออกแบบเครื่องบังแดดว่า จะให้เงามากน้อยเพียงใด และลักษณะใดเพื่อให้เครื่องบังแดดนั้น ๆ ทำงานได้ผลแน่นอน

เครื่องบังแดดชนิดต่าง ๆ

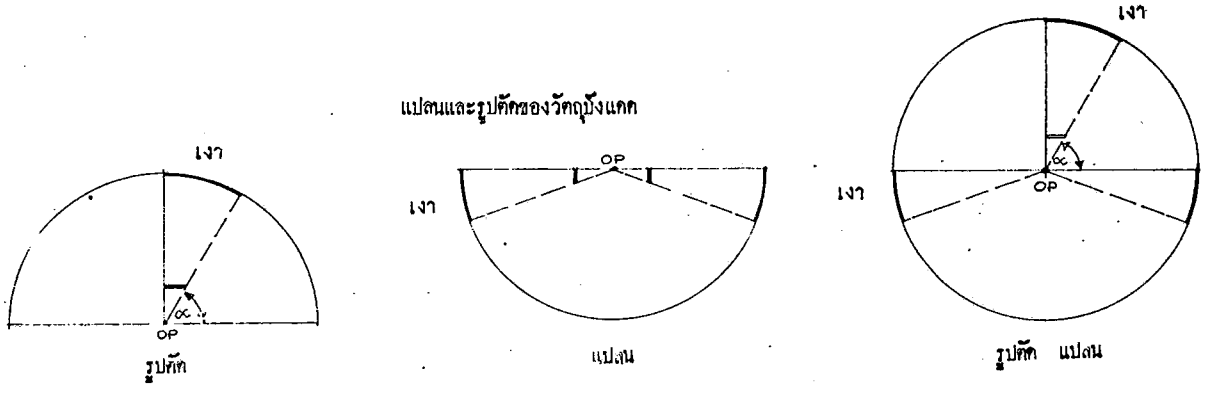
เครื่องบังแดดแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 3 ชนิด คือ .—

(1) เครื่องบังแดดทางนอน เช่น ชายคา, แผงทางนอน เกล็ดนอน

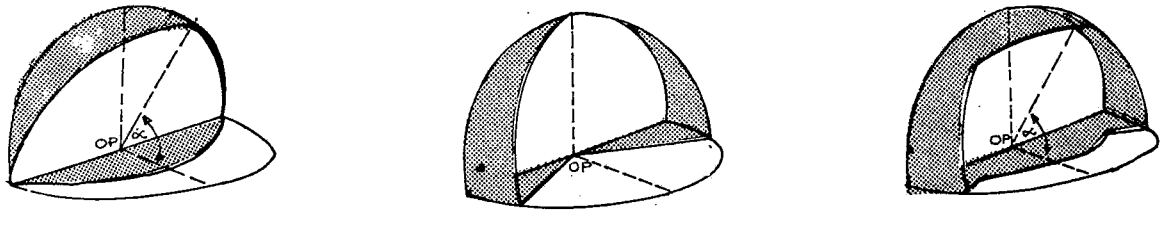
(2) เครื่องบังแดดทางตั้ง เช่นครีบทางตั้ง เกล็ดทางตั้ง

(3) เครื่องบังแดดแบบผสม ได้แก่เครื่องบังแดดที่มีทั้งแนวนอนและแนวตั้งผสมกัน เช่น ครีบที่เป็นรูปกล่อง

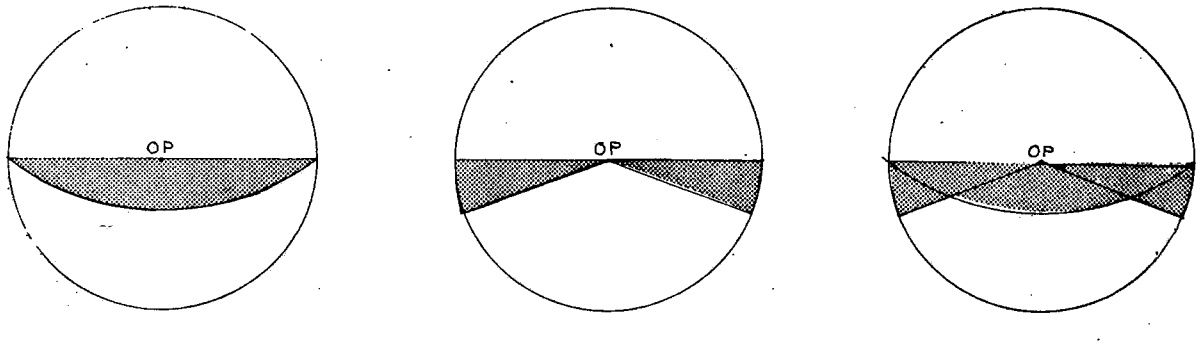
ทั้งสามชนิดนี้ มีทั้งชนิดติดตาย และชนิดที่ปรับมุมได้ ลักษณะของเครื่องบังแดด และเงาที่ปรากฏใน **Shading Mask** เป็นเช่นไร ดูได้จากรูปต่อไปนี้



รูปแสดงเงาที่ปรากฏบนท้องฟ้า และการถ่ายเงาลงบนพื้นราบ

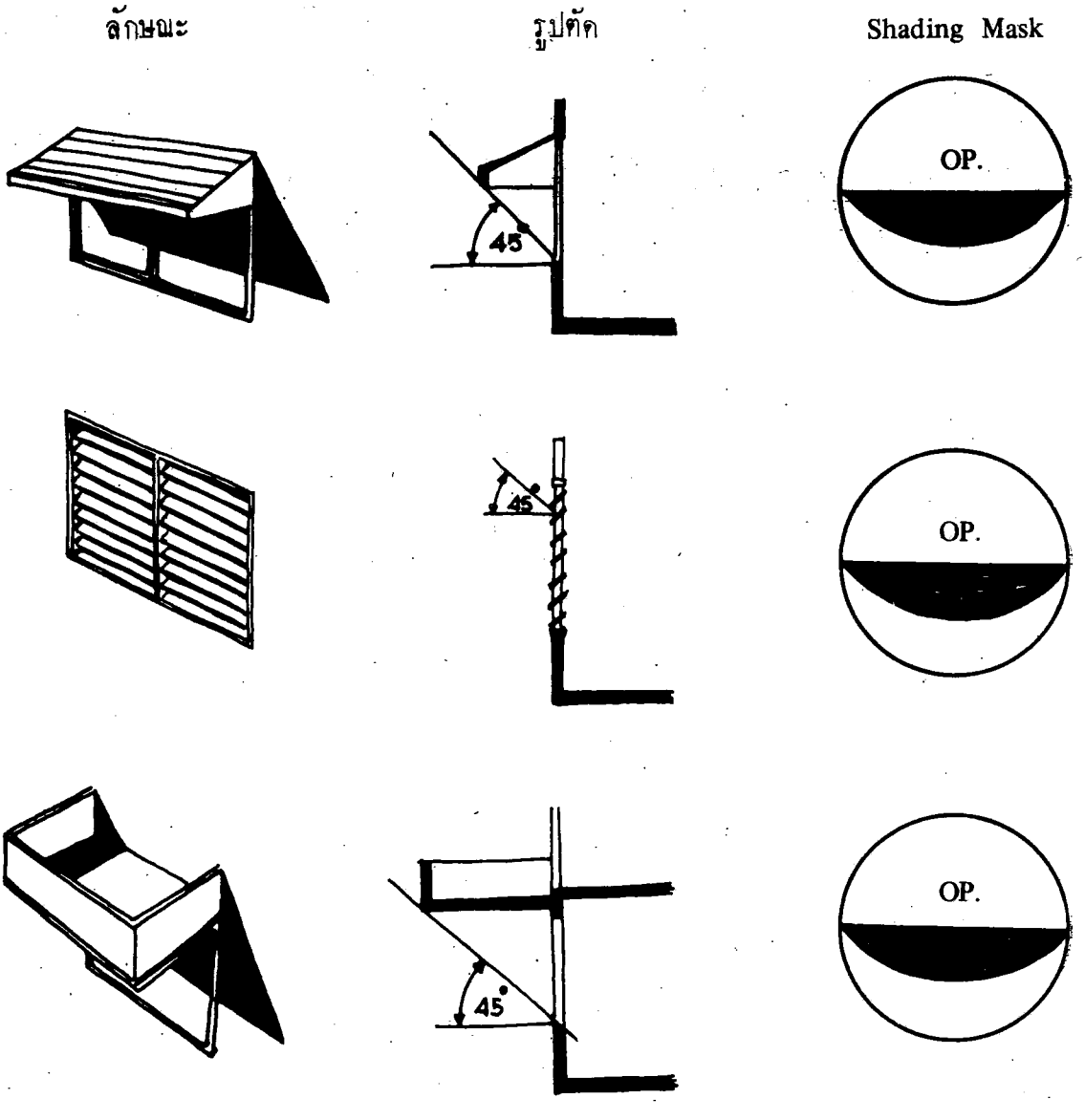


รูปแสดง Shading Mask



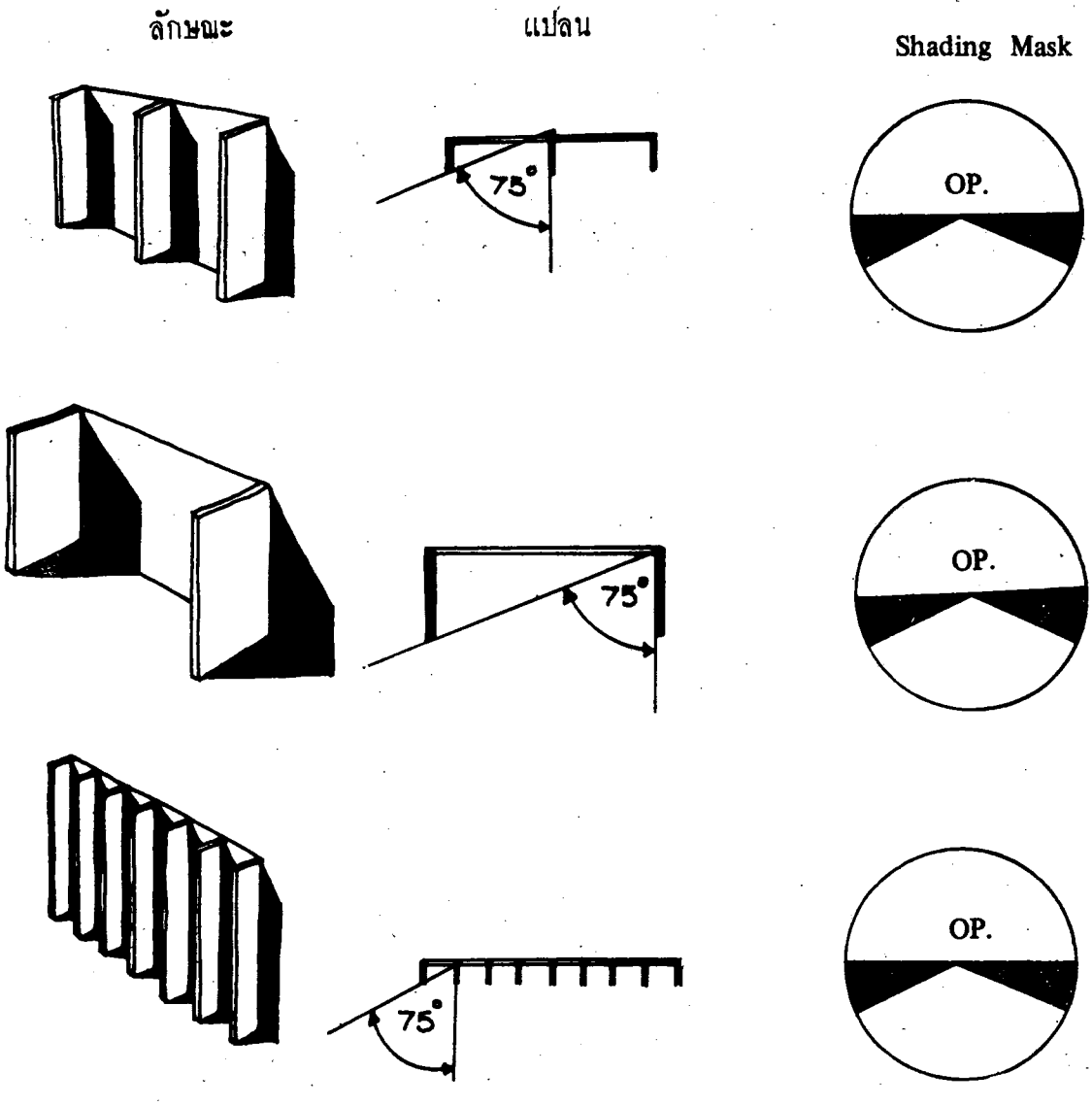
รูปที่ ๑๗. แสดงลักษณะเงาที่ปรากฏใน SHADING MASK

(ก) รูปแสดงเครื่องบังแดดทางนอน
(ให้มุมของเงาทางตั้ง)



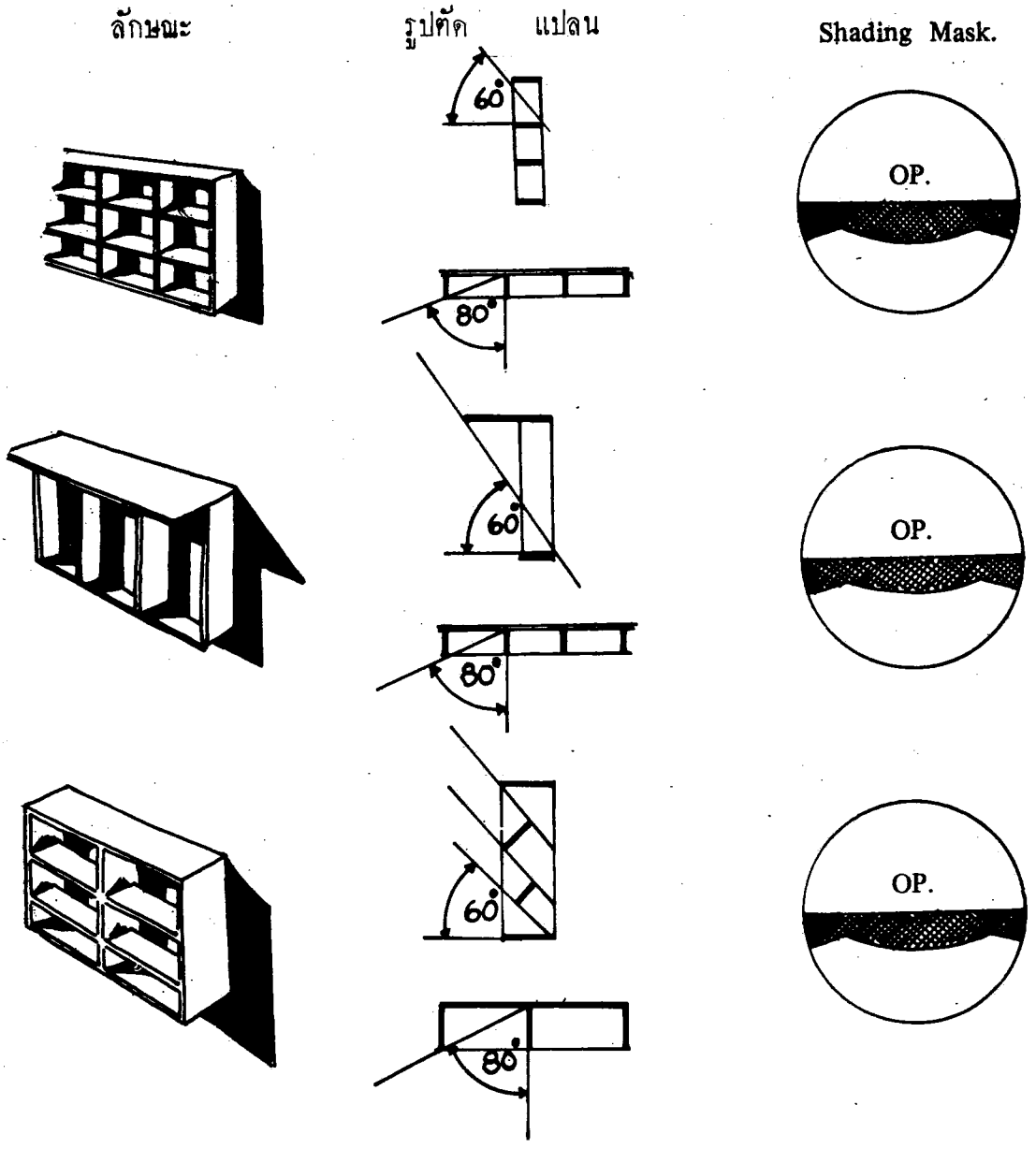
รูปที่ 18 ก.

(ข) รูปแสดงเครื่องบังแดดทางตั้ง
(ให้มุมของเงาทางนอน)



รูปที่ 18 ข.

(ค) รูปแสดงเครื่องบังแดดชนิดผสม
(ให้มุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอน)



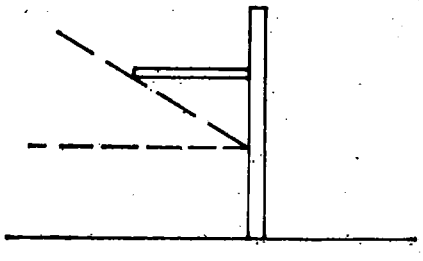
รูปที่ 18 ค.

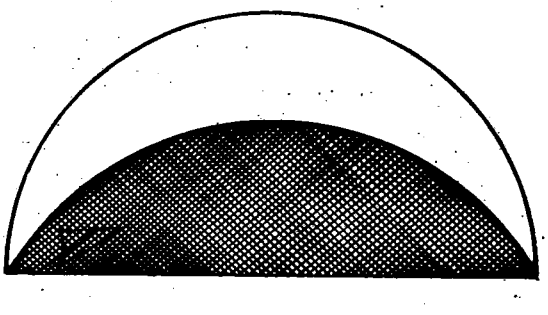
4 ข. การใช้ Protrator Shading Mask

การใช้ Shading Mask โดยได้ขนาดองศาจาก Protractor นี้ช่วยในการตรวจสอบว่า เมื่อใดแสงอาทิตย์จะส่องเข้าในอาคาร หรือเพื่องออกแบบเครื่องบังแดดให้ได้ขนาดตามประโยชน์ใช้สรอย

เงาที่ปรากฏใน Shading Mask นี้เป็นเช่นเดียวกับที่ปรากฏใน Protractor เพียงแต่ว่า ถ้าทำ Shading Mask จะสะดวกในการตรวจสอบมากขึ้น แต่ถ้าชำนาญแล้ว จะอ่านเอาจาก Protractor โดยตรงก็ได้

(ก) มุมของเงาทางตั้ง ๓๐°ซึ่งปรากฏ
ใน Protractor





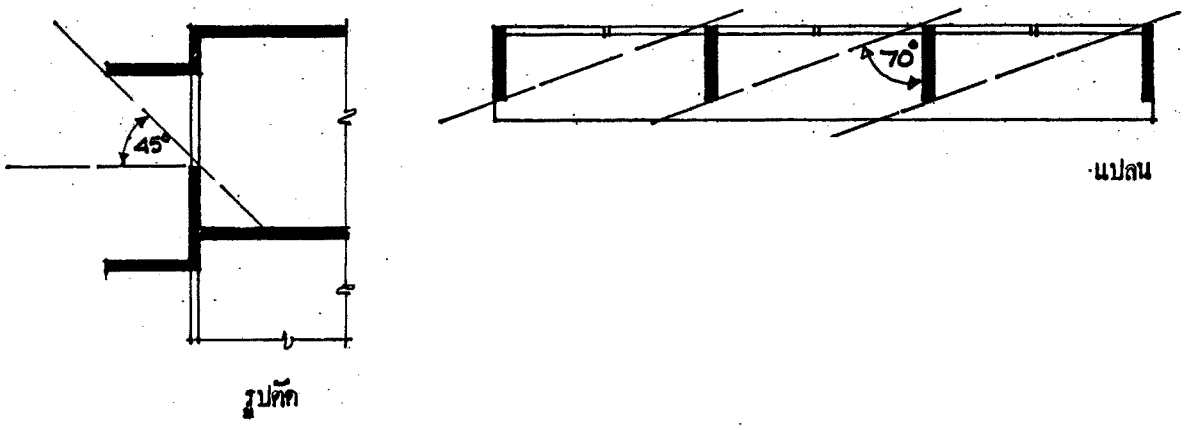
(ข) Mask ของมุมของเงาทางตั้ง ๓๐°
ส่วนที่อยู่ในเงาเป็นส่วนที่อยู่ในร่มเงา

รูปที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shadow-Angle Protractor & Shading Mask

แผงบังแดดทางนอนจากรูป ให้มุมของเงาทางตั้ง 30° ซึ่งถ้าอ่านจาก Protractor จะเป็นดังรูป (ก) และเงาที่ปรากฏใน Shading Mask นี้ จะเป็นเช่นในรูป (ข)

การตรวจสอบว่า แดดจะส่องเข้าในอาคารเมื่อใด

ตัวอย่าง อาคารพาณิชย์แห่งหนึ่งในจังหวัดพระนคร มีขนาดหน้าต่างและที่บังแดดดังปรากฏในภาพ หน้าต่างนี้หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทำมุมห่างจากทิศเหนือ 20° อยากทราบว่า เวลาใดของเดือนใดบ้างที่แดดจะส่องเข้าในหน้าต่างนี้



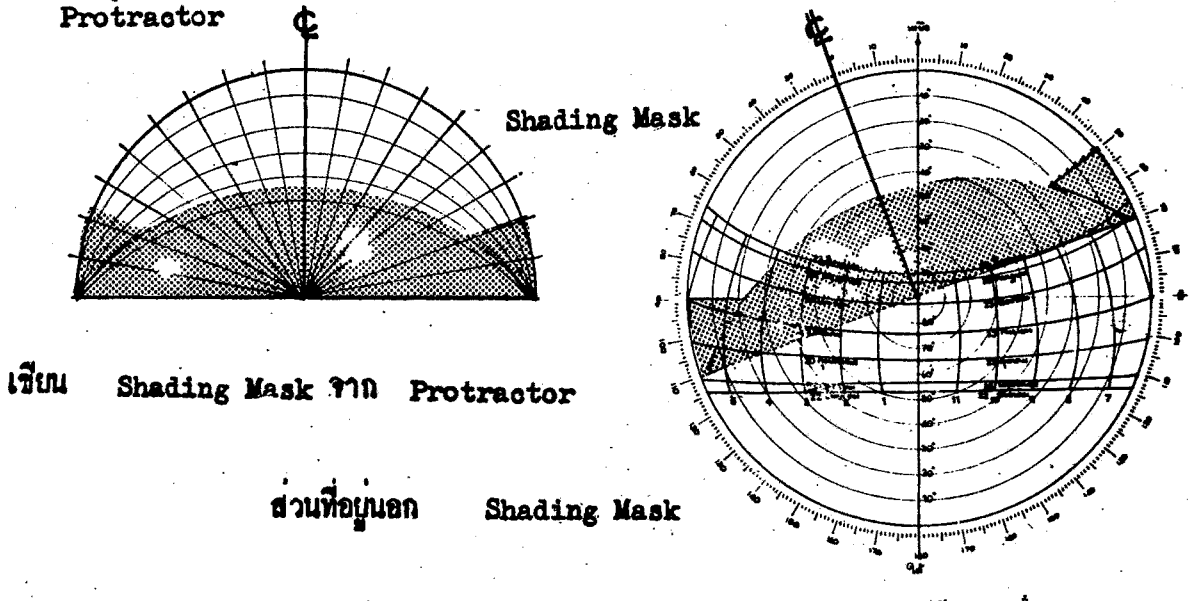
รูปที่ 20 ส่วนสัดของแผงบังแดดและหน้าต่างของอาคารพาณิชย์

จากรูปตัด ลากเส้นผ่านส่วนยื่นมากสุดของแผงบังแดดทางนอนลงมาจรดวงกบล่างของหน้าต่าง วัดมุมของเงาทางตั้ง (Vertical Shadow Angle) ได้ 45° ซึ่งแสดงว่า ถ้ามุมของเงาทางตั้งมากกว่านี้จะไม่มีแสงแดดส่องเข้าหน้าต่างเลย

จากแปลน ลากเส้นผ่านส่วนยื่นมากสุดของแผงบังแดดทางตั้งไปจรดวงกบของอีกด้านหนึ่ง วัดมุมของเงาทางนอน (Horizontal Shadow Angle) ได้ 70° ซึ่งแสดงว่า ถ้ามุมของเงาทางนอนมากกว่านี้จะไม่มีแสงแดดส่องเข้าหน้าต่างเลย

ใช้กระดาษบาง ๆ ทับลงบน Protractor เขียนเส้นโค้งตามเส้นโค้ง 45° และเส้นรัศมี 70° ระบายสีลงในบริเวณที่อยู่ในเงา ลากเส้นฐานและเส้น ℄ สิ่งที่เขียนขึ้นใหม่นี้เรียกว่า Shading Mask

วางกระดาษบางนี้ทับลงบน Sun Chart ให้เส้นฐานหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และ ℄ ทับ 20° จากเหนือพอดี ดูว่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์เมื่อเวลาใด เดือนใดบ้าง ที่อยู่นอก Shading Mask ส่วนที่อยู่นอก Shadin Mgask ก็คือช่วงเวลาที่แดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปได้



รูปที่ 21 แสดงวิธีสร้าง Shading Mask จาก Protactor และใช้ตรวจดูว่าแดดจะส่องเข้าอาคารเมื่อใด

จากรูปจะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาที่แดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปได้ คือ

วันที่	เดือน	เวลา
22	มิถุนายน	16.00 น. จนถึงดวงอาทิตย์ตก
21	พฤษภาคม และ 23 กรกฎาคม	16.08 น. ,,
20	เมษายน และ 23 สิงหาคม	16.21 น. ,,
21	มีนาคม และ 23 กันยายน	16.50 น. ,,
20	กุมภาพันธ์ และ 22 ตุลาคม	17.10 น. ,,

ระหว่างวันที่ 17 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 15 มกราคม จะไม่มีแสงอาทิตย์ส่องถูกผนังด้านนี้

การหาขนาดเครื่องบังแดด

อาคารหลังหนึ่งในจังหวัดพระนคร ตัวอาคารวางขนานกับทิศเหนือใต้พอดี ควรจะทำที่บังแดดให้แก่หน้าต่างด้านทิศเหนือได้อย่างไร จึงจะกันมิให้แดดส่องเข้าภายในได้ ตั้งแต่ 08.30 น. ถึง 04.30 น. ตลอดปี

ด้านทิศเหนือ วาง Protractor ทับบน Solar Chart ให้จุดกึ่งกลางของ Protractor ทับจุดศูนย์กลางของ Sun Chart และเส้น ℄ ทับ 0° เหนือพอดี

พระอาทิตย์เดินอ้อมเหนือสุดในวันที่ 22 มิถุนายน ดังนั้นใช้ทางเดินของดวงอาทิตย์วันที่ 21 มิถุนายน ดังนั้นใช้ทางเดินของดวงอาทิตย์วันที่ 22 มิถุนายน เป็นหลัก

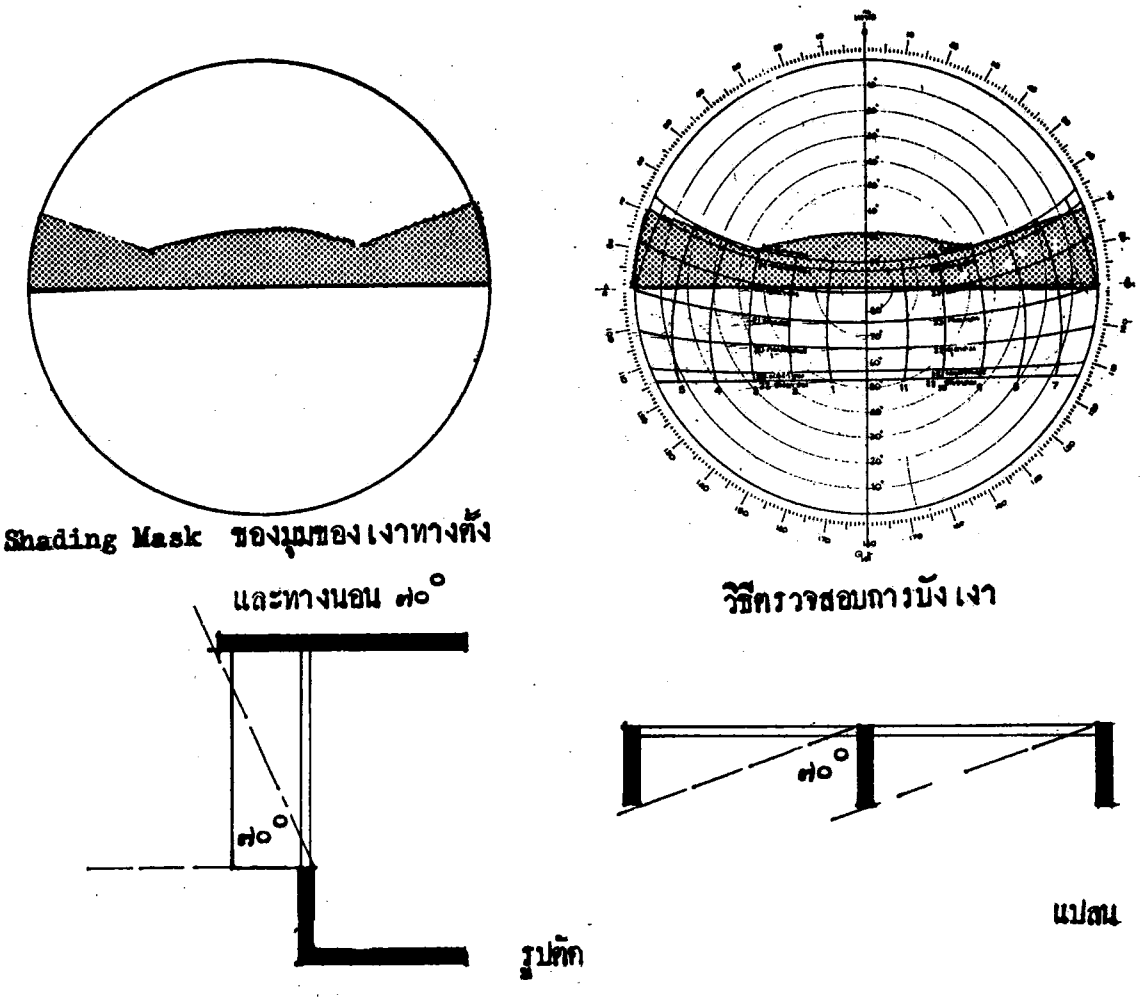
1. เส้นโค้ง ที่บังทางเดินดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ 9 โมงเช้า ถึง 3 โมงเย็น คือเส้นโค้งที่ 70° นั่นคือต้องการมุมของเงาทางตั้ง **(Vertical Shadow Angle)** 70°

2. เส้นรัศมี เส้นรัศมีที่บังทางเดินดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ 07.30 น. ถึง 09.00 น. เช้า และบ่าย 3 โมง ถึงบ่าย 4.30 โมง คือเส้นรัศมี 70° นั่นคือต้องการมุมของเงาทางนอน **(Horizontal Shadow Angle)** 70°

สรุป ทางด้านเหนือนี้ ต้องการเครื่องบังแดดชนิดผสม คือมีทั้งทางตั้งและทางนอน และมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอน เท่ากับ 70°

วิธีตรวจสอบ

ลองเขียน **Shading Mask** ของมุมของเงา 70° ทั้งทางตั้งและทางนอน ลงบนกระดาษบางแล้ววางทับบน **Sun Chart** ดูว่าจะปิดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ 08.30 น. ถึงบ่าย 4.30 น. ได้หรือไม่ ถ้าปิดหมดก็แสดงว่า การจัดที่บังแดดนั้นใช้ได้



รูปที่ 22 สัดส่วนของหน้าต่างและแผงบังแดดด้านทิศเหนือ
รวมทั้งวิธีตรวจสอบผลการบังแสงแดด

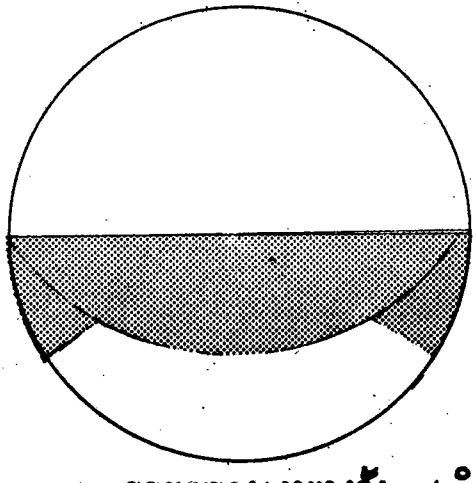
ด้านทิศใต้ วาง Protractor ทับบน Sun Chart โดยวิธีเดียวกับทางทิศเหนือ พระอาทิตย์เดินอ้อมใต้สุด ในวันที่ 22 ธันวาคม ดังนั้นจึงใช้ทางเดินของดวงอาทิตย์ ในวันที่ 22 ธันวาคม เป็นหลัก

1. เส้นโค้ง เส้นโค้งซึ่งบังทางเดินดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ 08.30 น. เช้าถึง 3.30 น. บ่ายคือ **เส้นโค้งที่** 40° (เส้นโค้ง 40° นี้ หลังจากบ่าย 3.30 น. แล้ว จะมีแดดเข้าในอาคารในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม) นั่นคือ มุมของเงาทางตั้งเท่ากับ 40°

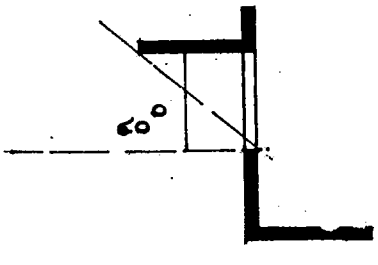
2. เส้นรัศมี เส้นรัศมีที่บังทางเดินดวงอาทิตย์ ตั้งแต่บ่าย 3.30 น. เป็นต้นไป คือ เส้นรัศมีที่ 57° นั่นคือ มุมของเงาทางนอน เท่ากับ 57°

สรุป ทางด้านทิศใต้นี้ ต้องการเครื่องบังแดดชนิดผสมตั้งและนอน โดยให้มุมของเงาทางตั้ง 40° และมุมของเงาทางนอน 57°

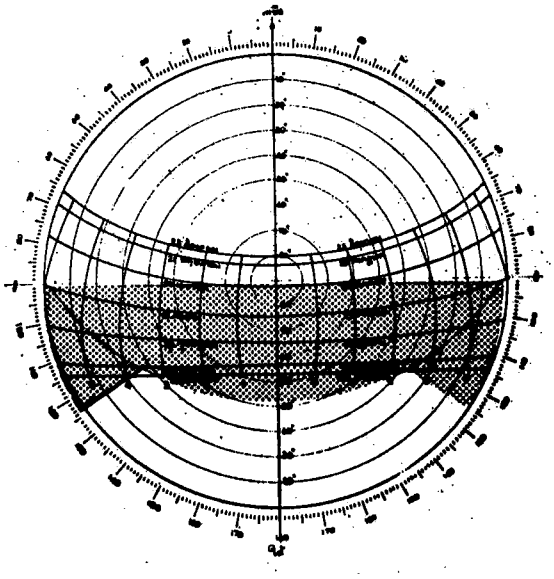
หรืออาจใช้มุมของเงาทางตั้ง 30° เพียงอย่างเดียว ซึ่งจะกันแดดได้ตั้งแต่ 07.30 น. เช้าถึงบ่าย 4.30 น.



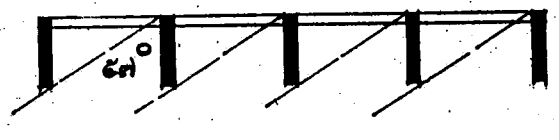
Mask ของมุมของเงาทางตั้ง ๔๐°
และมุมของเงาทางนอน ๕๗°



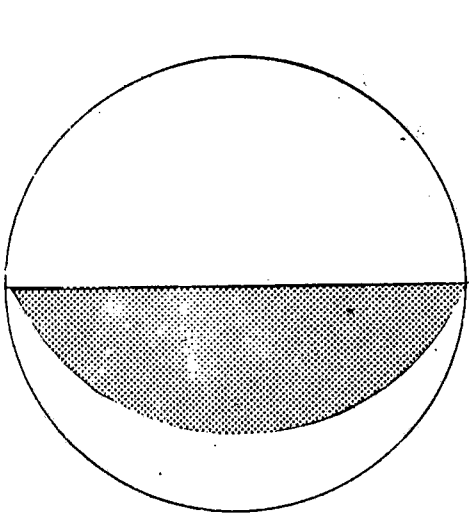
รูปตัด

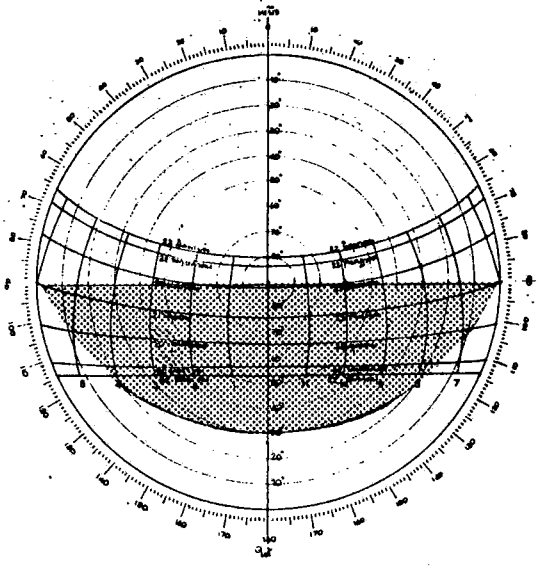


วาง Mask บน Sun-Chart

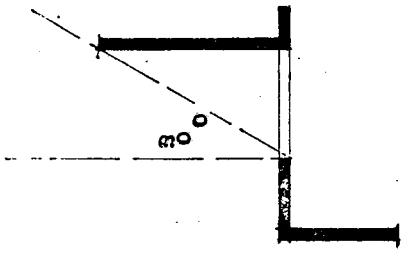


แปลน





Shading Mask ของมุมของเงาทางตั้ง ๓๐°



รูปตัดแสดงมุมของเงาทางตั้ง ๓๐°

รูปที่ 23 สัดส่วนของหน้าต่างและแผงบังแดดด้านทิศใต้
รวมทั้งวิธีตรวจสอบผลการบังแสงแดด

หมายเหตุ การหามุมของเงาเพื่อออกแบบเครื่องบังแดดนี้ อาจยืดหยุ่นได้ เช่น ลดมุมทางตั้งลง เพิ่มมุมทางนอนขึ้น หรือกลับกัน ทั้งนี้ย่อมแล้วแต่การพลิกแบบลงในวิธีการออกแบบ ตามตัวอย่างที่ให้มาแล้วนั้น ต้องการให้เป็นแต่เพียงแนวทางว่า เรามีวิธีหามุมของเงาได้อย่างไรบ้าง

4 ค. ข้อแนะนำในการออกแบบเครื่องบังแดด

1. โดยที่ด้านตะวันออกและตะวันตก เป็นด้านที่รับแดดมากที่สุด ดังนั้น ควรหันอาคารด้านยาวรับทิศเหนือและทิศใต้

2. ทางด้านทิศเหนือ ต้องการแผงบังแดดทางนอนเช่นเดียวกับ แผงบังแดดทางตั้ง แต่ส่วนยื่นของแผงบังแดดทางนอนน้อยกว่าด้านทิศใต้

3. ทางด้านทิศใต้ แผงบังแดดทางนอนใช้ได้ผลดีที่สุด เพราะช่วยบังแดดและฝน

4. ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก แผงบังแดดทางตั้งชนิดทะแยงใช้ได้ผลดี และควรทะแยงไปทางทิศเหนือ เพื่อบังแสงแดดที่อ้อมใต้

5. ด้านอื่นนอกจากนี้ แบบผสม (นอนและตั้ง) ใช้ได้ผลดี

6. เครื่องบังแดด ชนิดปรับมุมได้นั้น มีที่ใช้เช่นเดียวกับแบบติดตาย แต่เหมาะอย่างยิ่งสำหรับด้านซึ่งแสงแดดเปลี่ยนมุมเร็ว เช่น ด้านตะวันออก ตะวันตก หรือด้านตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตกเฉียงใต้

4 ง. ลำดับขั้นของการออกแบบเครื่องบังแดด

ในการออกแบบเครื่องบังแดด เพื่อใช้ ณ สถานที่ใดก็ตาม มีแนวทางที่จะคิดตามลำดับขั้น ดังนี้.—

ก. เวลาที่ควรใช้เครื่องบังแดด

แสงแดดอ่อนในเวลาเช้าและเย็น เป็นสิ่งพึงปรารถนา เพราะช่วยฆ่าเชื้อโรค ให้แสงสว่าง และให้ความอบอุ่นในฤดูหนาว แต่ในเวลาสายถึงบ่าย อุณหภูมิโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงในลักษณะนี้ ถ้ามีแสงแดดส่องเข้าในอาคาร จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ จากตารางที่ ซึ่งเป็นตารางแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดปีของกรุงเทพฯ จะช่วยให้ตัดสินได้ว่า เวลาใดเป็นเวลาซึ่งมีอุณหภูมิสูงอยู่แล้ว และเราไม่ควรให้แสงแดดมาเพิ่มความร้อนแก่อาคารขึ้นไปอีก

แต่สำหรับในบางจังหวัด เช่น ในจังหวัดภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งอุณหภูมิในฤดูหนาวลดต่ำลงมาก และต้องการแสงแดดเพื่อช่วยให้อาคารอบอุ่นขึ้น ในลักษณะนั้นจะต้องทำตารางอุณหภูมิ

สำหรับการหามุมของเงานี้ สถานที่ ๆ อยู่ห่างกันไม่เกิน $2\frac{1}{2}$ องศาเส้นรุ้ง อาจใช้ **Sun Chart** อันเดียวกันได้ เพราะมุมของเงาจะไม่ผิดไปกี่มากน้อย ในบทส่งท้ายของเอกสารนี้ มีรายชื่อจังหวัดต่าง ๆ และเส้นรุ้งที่ตัวเมืองของจังหวัดนั้น ๆ ตั้งอยู่ ดังนั้น ถ้าต้องการมุมของเงาที่จังหวัดใด ก็ให้ดูขนาดเส้นรุ้งของจังหวัดนั้น และเลือกใช้ **Sun Chart** ของเส้นรุ้งที่ใกล้เคียงที่สุด

ข. ตำแหน่งของดวงอาทิตย์

ข้อนี้ใช้ **Solar Chart** เป็นเครื่องประกอบ **Solar Chart** ก็คือทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าที่ถูกถ่ายลงบนพื้นราบ 1 เส้นขอบฟ้าก็คือ 1 เส้นรอบวงของ **Sun Chart** นี้ ทางเดินของดวงอาทิตย์เห็นเป็นเส้นโค้งผ่านกลางวงกลม ตัดด้วยเส้นบอกเวลาแสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตลอดปี

Solar Chart ของแต่ละสถานที่ ที่อยู่ต่างเส้นรุ้งกัน ก็แตกต่างกันออกไป (ดู **Solar Chart** ที่ภาคผนวกท้ายเล่ม) ควรเขียนเวลาที่ต้องการร่มเงาลงใน **Sun Chart** นี้ด้วย เพื่อเป็นแนวทางว่า เมื่อใดบ้างที่เราต้องการเครื่องบังแดด

ค. มุมของเงาที่จะบังแดดได้

จาก Sun Chart ที่ระบุเวลาที่ต้องการร่มเงาลงไปเรียบร้อยแล้ว นำมาพิจารณาต่อไปว่าอาคารวางทำมุมเท่าใดกับทิศต่าง ๆ ควรใช้เครื่องบังแดดที่มีส่วนกว้าง ส่วนลึกเท่าใด จึงจะได้ร่มเงาเท่าที่ต้องการ ซึ่งเราใช้ Protractor และ Shading Mask ประกอบกัน

วาง Protractor ลงบน Sun Chart เราก็สามารถเขียน Shading Mask ที่ต้องการลงได้ อ่านมุมของเงาที่บังแดดได้พอดี จาก Protractor นั้น

และในทางกลับกัน เราอาจตรวจสอบเครื่องบังแดดที่เขาคิดขึ้น ว่าจะใช้บังแดดได้เมื่อใดบ้าง และวันที่เท่าใด เดือนใดบ้าง ที่เครื่องบังแดดของเราใช้ไม่ได้ผล

ง. การออกแบบเครื่องบังแดด

เมื่อเราทราบขนาดของมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอนแล้ว ต่อจากนั้นก็ออกแบบเครื่องบังแดด โดยอาศัยมุมของเงาที่ได้เป็นหลัก โดยที่มุมของเงานี้ไม่เกี่ยวข้องกับขนาด แต่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของความกว้าง ความลึก ตัวผนัง ฯลฯ ดังนั้น การออกแบบจึงไม่ตายตัวเสมอไป และเครื่องบังแดดที่ทำด้วยวัตถุก่อสร้างต่างชนิด หรือมีขนาดแตกต่างกัน เช่น บานเกล็ดหน้าต่างกับชายคา ก็อาจให้มุมของเงาเท่ากันได้ ถ้าอัตราส่วนความกว้างหรือความลึก กับผนังเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการออกแบบของแต่ละบุคคล ที่จะได้ผลงานที่น่าดูมากน้อยเพียงใด

บทสรุป

ความมุ่งหมายของเอกสารนี้ก็เพื่อใช้เป็นเอกสารคู่มือสำหรับการตรวจสอบแสงอาทิตย์และเงาของประเทศไทย เพื่อผลในการออกแบบและตรวจสอบเครื่องบังแดดให้ใช้งานได้เต็มตามประโยชน์ใช้สรอย

สิ่งที่จำเป็นต้องทราบ

ก. เส้นรุ้งที่อาคารซึ่งเป็นปัญหาตั้งอยู่

ข. ทิศทางที่อาคารนั้นตั้งอยู่ (ผนังด้านใดหันไปทางทิศใด กี่องศา)

ค. เวลา, วันที่, เดือน ที่ต้องการให้มีการบังแสงอาทิตย์ หรือต้องการตรวจสอบเครื่องบังแดด

การดำเนินงานตามลำดับ ดังนี้.–

1. การเลือก Solar Chart Solar Chart ในเอกสารนี้ คลุมตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในประเทศไทยทั้งหมด เมื่อทราบว่าอาคารซึ่งเป็นปัญหาตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งใด ก็เลือกใช้ Solar Chart ที่เส้นรุ้งที่ใกล้กันที่สุด

2. การเลือกเวลาที่ต้องการเงา

มีปัญหาซึ่งจะนึกถึง 3 ประการคือ .—

ก. **อุณหภูมิ** ดูจากตารางในภาคผนวกซึ่งแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยว่า สถานที่ใด, เมื่อเวลาใด มีอุณหภูมิเท่าใด และเส้นซึ่งแสดงว่า เมื่อใดบ้างที่อุณหภูมิต่ำต้องการความอบอุ่นจากแสงอาทิตย์ และเมื่อใดบ้างที่อุณหภูมิสูงอยู่แล้ว ต้องตัดแสงอาทิตย์ออกไป

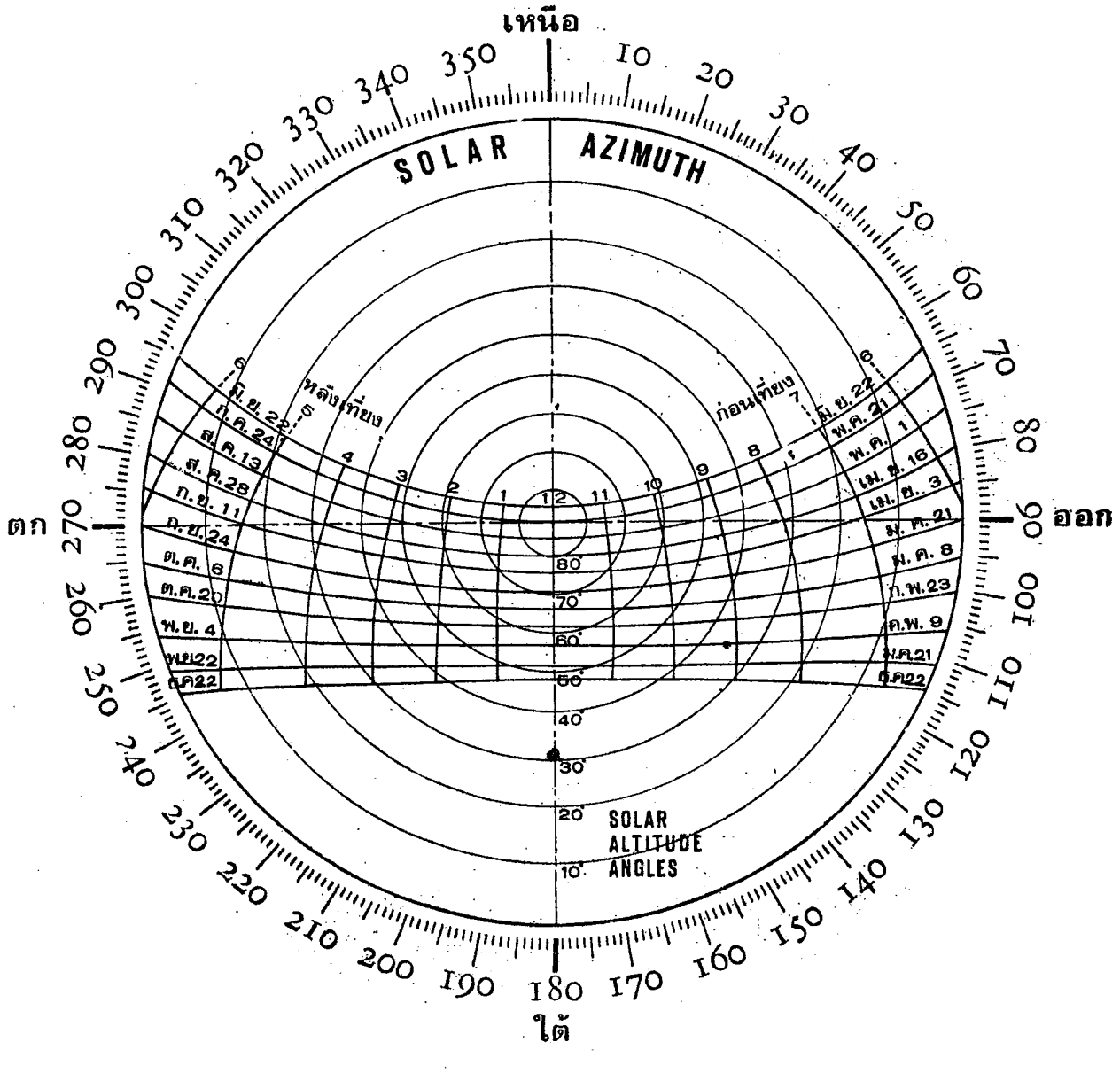
ข. **ประโยชน์ใช้สรอยของอาคาร** ดูว่าระยะเวลาที่มีการใช้อาคารนั้น ตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด และใช้เครื่องบังแดดที่มีขนาดพอเหมาะกับเวลาที่ต้องการ

ค. **เวลามาตรฐานของประเทศไทย** เนื่องจากเวลาที่ปรากฏใน **Solar Chart** เป็น **Solar Time** ดังนั้น ถ้าต้องการทราบตำแหน่งดวงอาทิตย์ตามเวลามาตรฐาน จะต้องเปลี่ยนเวลา โดยใช้ตารางเปลี่ยนเวลาในบทที่ 3 ง. เป็นหลัก

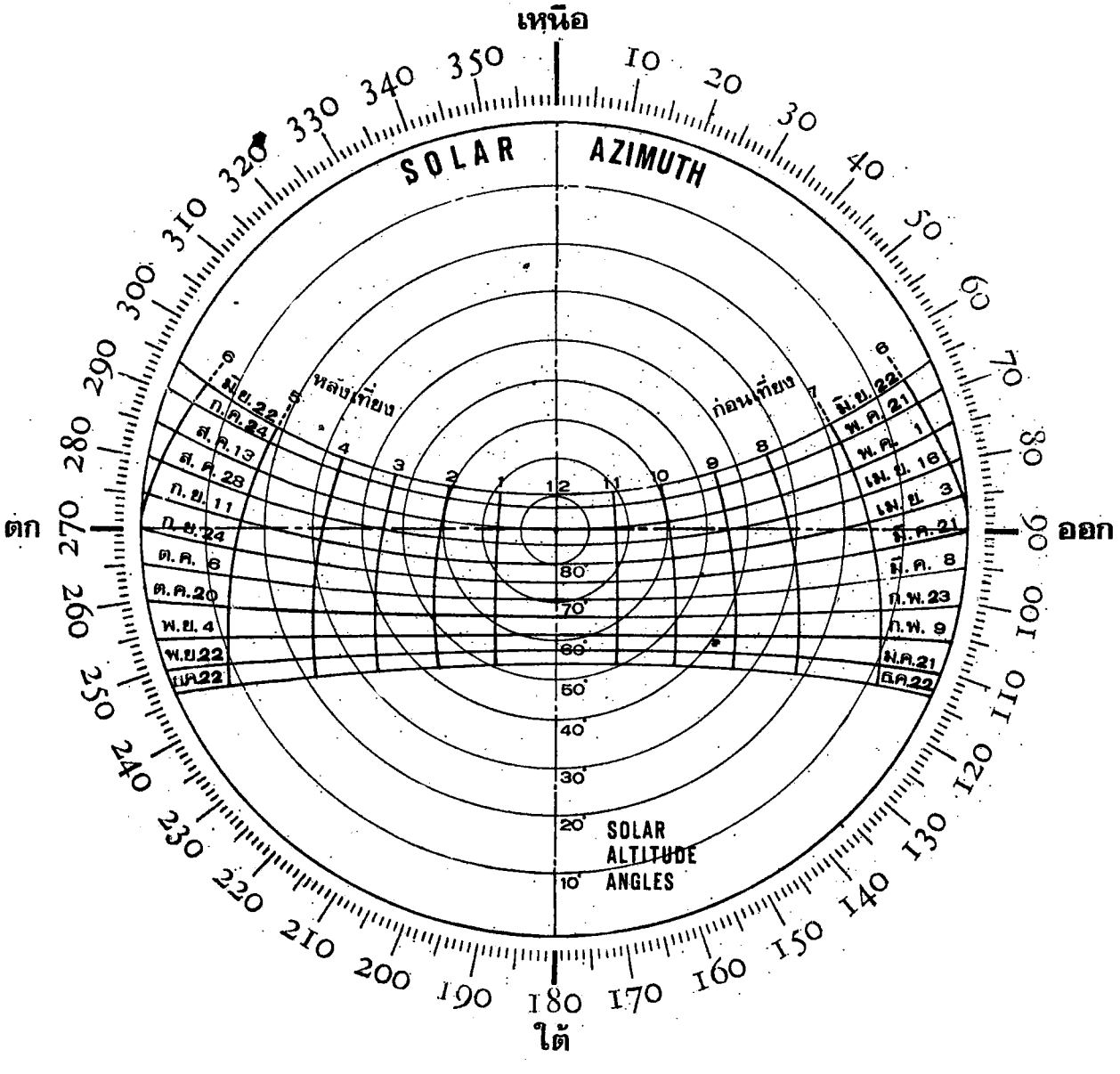
3. การหาขนาดมุมของเงา วาง **Solar–angle Protractor** บน **Solar Chart** ให้ศูนย์กลางของทั้งสองทับกันพอดี และเส้นกึ่งกลางของ **Protractor** นี้ไปยังทิศที่ผนังอาคารด้านที่เราต้องการทราบมุมของเงา ชี้ไปดูตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เมื่อเวลา วันที่ เดือน ที่เราต้องการทราบว่าอยู่ที่จุดใด และอ่านจากเส้นโค้งและเส้นรัศมี ของ **Protractor** ที่ผ่านจุดนั้นพอดี เส้นโค้งจะบอกขนาด มุมของเงาทางตั้งเส้นรัศมีจะบอกขนาดมุมของเงาทางนอนของดวงอาทิตย์ เมื่อ เวลา วันที่ เดือน ที่เราต้องการทราบ

4. การออกแบบและตรวจสอบเครื่องบังแดด เมื่อทราบขนาดมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอนแล้วนำมาเขียนเป็น **Shading Mask** สอบดูว่าเครื่องบังแดดชนิดใดที่ให้เงาอย่างที่ปรากฏใน **Shading Mask** นี้ (บทที่ 4 ก) วาง **Shading Mask** ทับบน **Solar Chart** ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เงาบังอยู่ คือเวลาที่เครื่องบังแดดนั้น บังแสงอาทิตย์ไว้ได้

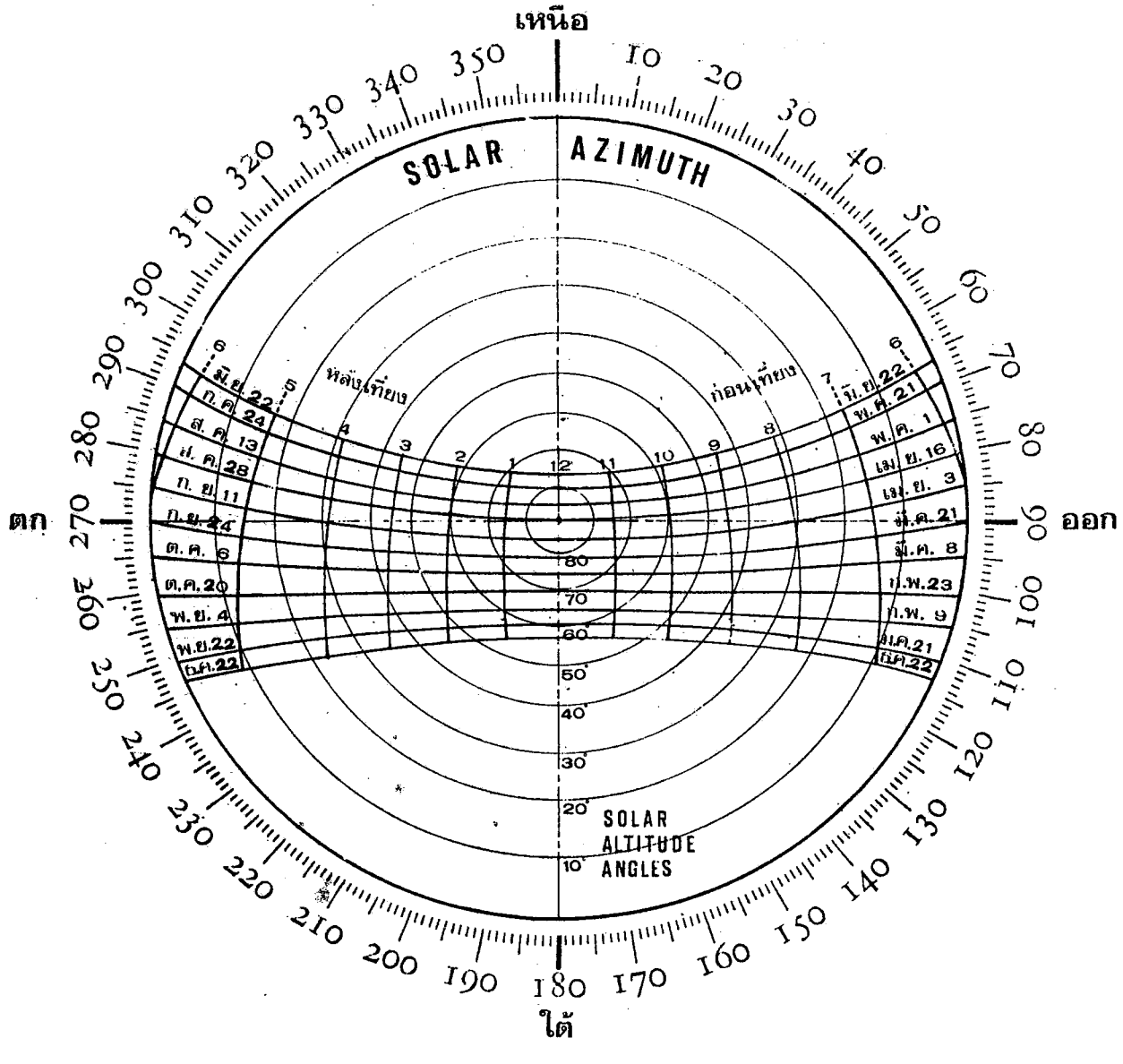
ออกแบบเครื่องบังแดดโดยให้มีสัดส่วนที่จะได้มุมของเรา ตรงกับที่ปรากฏใน **Shading Mask.**



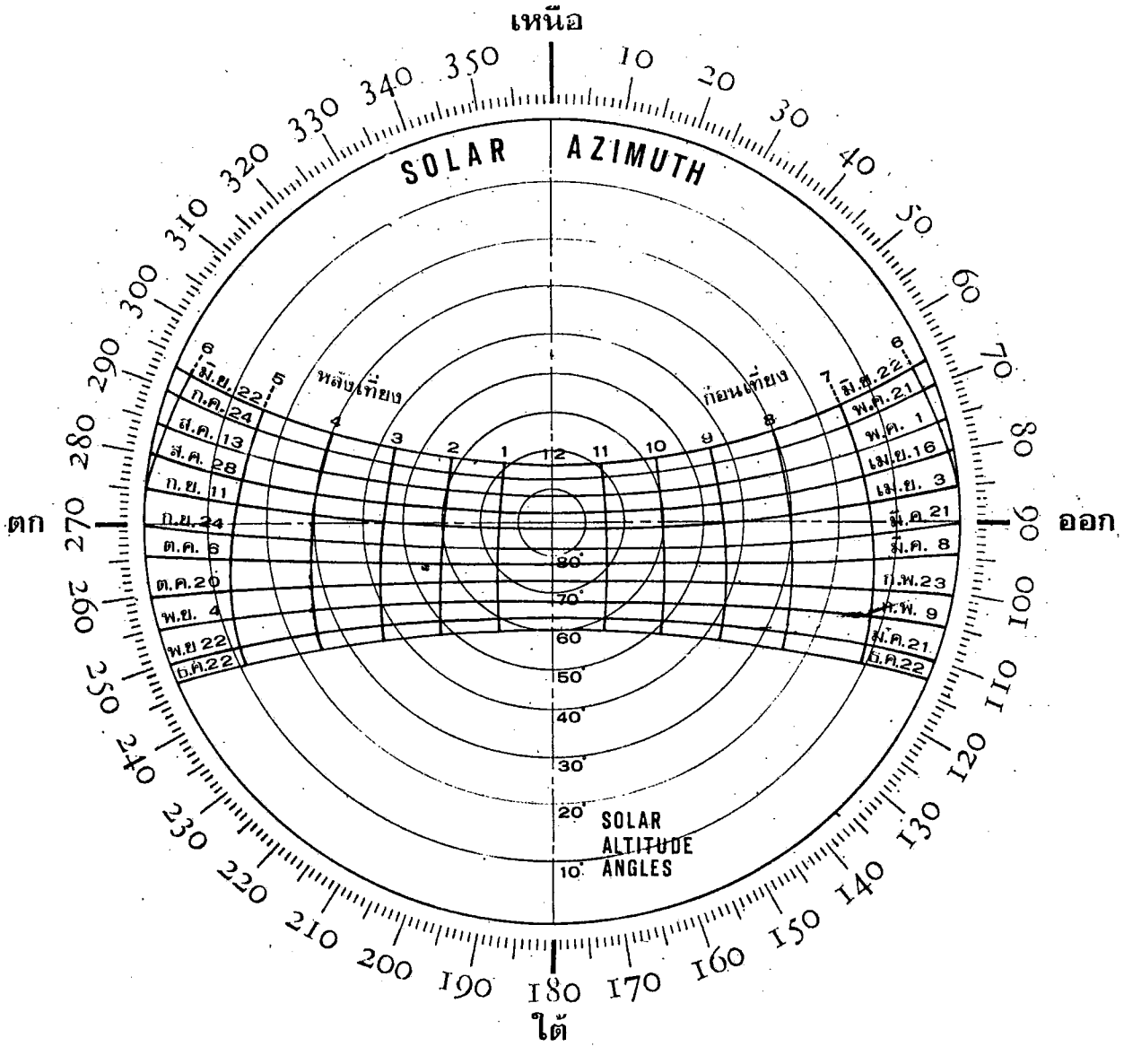
เส้นรุ้ง 19° เหนือ



เส้นรุ้ง 14° เหนือ



เส้นรุ้ง 10° เหนือ


เหนือ
ตก
ออก
ใต้
SOLAR AZIMUTH
SOLAR ALTITUDE ANGLES
หลังเที่ยง
ก่อนเที่ยง
มิ.ย.22
ก.ค.24
ส.ค.13
ส.ค.28
ก.ย.11
ก.ย.24
ต.ค.6
ต.ค.20
พ.ย. 4
พ.ย 22
ธ.ค.22
พ.ค.21
พ.ค. 1
เม.ย.16
เม.ย. 3
มี.ค.21
มี.ค. 8
ก.พ.23
ก.พ. 9
ม.ค.21
ธ.ค.22

เส้นรุ้ง 7° เหนือ

ที่ตั้งของตัวเมืองของจังหวัดต่าง ๆ

ตัวเมือง	ระยะรุ้งเหนือ		ระยะแวงตะวันออก		สูงจากระดับน้ำทะเล
	°	'	°	'	เมตร
ภาคเหนือ					
เชียงราย	19	55	99	50	416
แม่ฮ่องสอน	19	18	97	50	271
เชียงใหม่	18	47	98	59	313
แม่สะเรียง	18	10	97	50	314
ลำปาง	18	15	99	30	243
น่าน	18	47	100	47	201
แพร่	18	10	100	08	157
อุตรดิตถ์	17	37	100	08	63
ตาก	16	51	99	07	115
พิษณุโลก	16	50	100	16	50
แม่สอด	16	40	98	33	210
เพชรบูรณ์	16	25	101	08	114
ภาคตะวันออก					
เลย	17	32	101	30	211
อุดรธานี	17	26	102	46	178
นครพนม	17	30	104	20	140
สกลนคร	17	10	104	09	160
มุกดาหาร	16	33	104	44	138
ขอนแก่น	16	20	102	51	157
ร้อยเอ็ด	16	03	103	41	140
อุบลราชธานี	15	15	104	53	127
สุรินทร์	14	52	103	29	145
ชัยภูมิ	15	45	102	02	185
นครราชสีมา	14	58	102	07	181
ชัยบ่วง	14	07	101	04	282

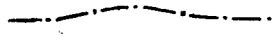
ตัวเมือง	ระยะรุ้งเหนือ		ระยะแวงตะวันออก		สูงจากระดับน้ำทะเล
	°	′	°	′	เมตร
ภาคกลาง					
พระนคร	13	44	100	30	12
นครสวรรค์	15	48	100	10	28
ลพบุรี	14	48	100	37	13
สุพรรณบุรี	14	30	100	10	7
ปราจีนบุรี	14	10	101	10	7
กาญจนบุรี	14	01	99	32	28
ดอนเมือง	13	55	100	36	12
บางเขน	13	50	100	35	3
อรัญประเทศ	13	42	102	35	44
ป้อมพระจุล	13	32	100	35	3
อ่าวไทยฝั่งตะวันออก					
ชลบุรี	13	22	100	59	6
เกาะสีชัง	13	09	100	49	26
สัตหีบ	12	39	100	53	55
จันทบุรี	12	37	102	07	5
คลองใหญ่	11	47	102	53	4
ภาคใต้					
หัวหิน	12	34	99	48	3
ประจวบคีรีขันธ์	11	48	99	48	5
ชุมพร	10	27	99	15	3
บ้านดอน	09	08	99	18	3
นครศรีธรรมราช	08	25	99	58	5
สงขลา	07	11	100	37	10
นราธิวาส	06	26	101	50	4
ระนอง	09	58	98	38	8
ภูเก็ต	07	58	98	24	3
ตรัง	07	30	99	40	12

ตารางที่ ๒

อุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ) ทุก ๆ สองชั่วโมง, ทุกเดือน ของตัวจังหวัดกรุงเทพฯ(เส้นรุ้ง ๑๓° ๔๔' เหนือ)

พ.ศ. ๒๕๐๕-๒๕๐๙

เวลา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต. ค.	พ.ย.	ธ.ค.
00	21	24	26	27	26	26	25	25	25	25	24	23
02	21	23	25	27	26	25	25	25	25	25	24	22
04	20	23	25	26	25	25	25	25	25	25	23	21
06	19	23	25	26	26	26	25	25	25	25	25	22
08	24	26	28	30	29	28	28	28	27	28	27	24
10	28	30	31	32	31	30	30	29	29	29	29	28
12	30	31	32	33	32	31	31	30	30	30	30	29
14	30	32	33	34	32	32	30	31	30	30	30	30
16	29	30	31	32	30	30	29	29	29	29	29	29
18	26	27	28	29	29	28	27	27	27	27	27	26
20	24	26	27	28	28	27	26	26	26	26	26	25
22	23	25	26	27	27	26	26	26	25	26	25	23
24												



แสดงเวลาพระอาทิตย์ขึ้นและตก

แสดงเวลาที่ต้องการบังแดด

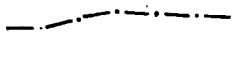
เวลาที่แสดงในตารางนี้เป็นเวลามาตรฐานประเทศไทย

ตารางที่ ๓

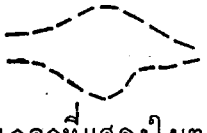
อุณหภูมิเฉลี่ย (^{0}ซ) ทุก ๆ สองชั่วโมง, ทุกเดือน
ของตัวจังหวัดเชียงใหม่ (เส้นรุ้ง ๑๘^{0} ๔๗' เหนือ)

พ.ศ. ๒๕๐๕-๒๕๐๙

เวลา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
00	16	17	21	24	25	24	24	24	24	23	20	18
02	14	16	19	23	24	24	24	24	24	22	19	17
04	14	15	18	22	24	24	23	23	23	22	19	16
06	13	14	17	22	25	24	24	23	23	22	19	16
08	18	20	23	28	29	27	27	25	26	25	23	20
10	23	26	29	33	31	29	28	28	28	28	26	24
12	26	30	33	34	33	30	30	29	29	29	28	26
14	28	32	34	35	33	30	30	30	29	29	29	28
16	27	31	34	35	32	30	29	29	28	28	28	27
18	20	24	28	30	29	27	27	27	26	26	23	21
20	19	21	26	28	28	25	25	25	25	24	22	19
22	17	20	25	26	26	25	25	25	24	23	21	18
24												



แสดงเวลาพระอาทิตย์ขึ้นและตก



แสดงเวลาที่ต้องการบังแดด

เวลาที่แสดงในตารางนี้เป็นเวลามาตรฐานประเทศไทย

ตารางที่ ๔

อุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ) ทุก ๆ สองชั่วโมง, ทุกเดือน
ของตัวจังหวัดสงขลา (เส้นรุ้ง ๗°๑๑' เหนือ)

พ.ศ. ๒๕๐๕-๒๕๐๙

เวลา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
00	25	26	26	26	25	25	25	25	24	25	25	25
02	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24	24	25
04	25	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24
06	24	24	24	24	25	24	24	24	24	24	24	24
08	27	27	28	29	29	28	28	28	28	27	27	26
10	28	29	30	31	31	31	30	30	30	29	28	27
12	28	29	32	32	32	32	31	31	30	30	28	28
14	28	29	32	32	31	31	31	30	30	29	29	28
16	27	28	30	30	30	29	30	29	29	28	28	27
18	26	27	28	28	28	28	27	27	27	27	26	26
20	26	26	28	27	26	26	26	26	26	26	26	26
22	26	26	27	27	26	25	25	25	25	25	25	26
24												

แสดงเวลาพระอาทิตย์ขึ้นและตก

แสดงเวลาที่ต้องการบังแดด

เวลาที่แสดงในตารางนี้เป็นเวลามาตรฐานประเทศไทย

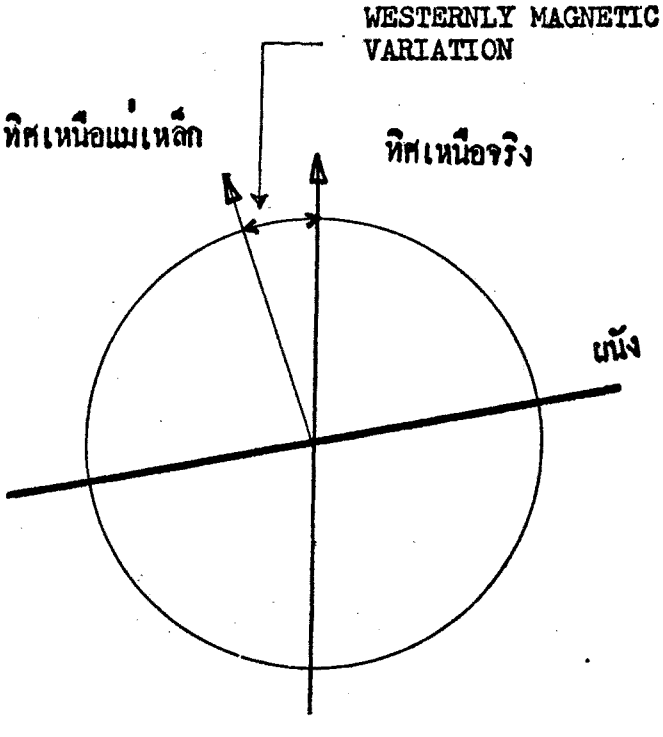
ทิศเหนือแม่เหล็กกับทิศเหนือจริง

ทิศเหนือแม่เหล็กกับทิศเหนือจริงนี้ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่โดยเหตุที่ประเทศไทยตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลง (Variation) น้อยมาก จนกระทั่งไม่เป็นปัญหาในเรื่องการวัดมุมของเงา

Variation ระหว่างทิศเหนือแม่เหล็ก (Magnetic North) และทิศเหนือจริง (True North) ปี 1967.

กรุงเทพ ฯ	Variation	เท่ากับ	0
เชียงใหม่	,,	,,	—15 Min West
สงขลา	,,	,,	—28 Min West

(ข้อมูลจากกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ วันที่ 26 ตุลาคม 2510)



รูปที่ 25 ทิศเหนือแม่เหล็กและทิศเหนือจริง

ลมฟ้าอากาศของกรุงเทพฯ

(เส้นรุ้งที่ 13°44′ เหนือ เส้นแวงที่ 100°30′ ตะวันออก)

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
อุณหภูมิ มัชฌิม °ซ	26.2	28.0	29.3	30.1	29.7	29.0	28.5	28.4	28.1	27.7	26.9	25.6	37—50
อุณหภูมิขั้นต่ำของมัชฌิม °ซ	20.2	22.7	24.4	25.2	25.1	24.9	24.5	24.5	24.3	24.1	22.8	20.3	37—48
อุณหภูมิต่ำสุด °ซ	12.6	16.2	16.8	21.8	22.2	21.7	22.5	21.4	21.6	19.8	17.6	15.8	57—61
อุณหภูมิขั้นสูงของมัชฌิม °ซ	32.1	33.0	34.3	34.7	34.3	33.0	32.5	32.3	31.9	31.3	30.9	30.8	37—48
อุณหภูมิสูงสุด °ซ	33.9	35.5	36.4	37.0	37.2	34.6	34.2	34.2	33.0	32.6	33.5	33.9	57—61
จำนวนน้ำฝน มม.	9.0	28.6	34.3	89.4	166.3	170.7	177.9	190.9	305.9	254.7	57.3	7.1	31—48
ความชื้นสัมพัทธ์มัชฌิม %	71.4	74.1	73.6	74.3	78.6	79.4	79.4	80.1	82.1	82.7	79.3	73.5	37—46
ลมประจำ % ของทิศทาง เหนือ	15.1	5.0	2.8	2.0	0.9	0.7	0.6	0.8	5.1	21.4	33.9	34.6	40—48
ออกเฉียงเหนือ	22.6	12.1	7.2	4.7	2.6	0.8	1.2	1.0	4.3	16.5	22.5	24.1	„
ออก	14.5	16.5	7.9	5.6	5.0	2.1	3.0	1.5	4.9	7.7	6.7	6.1	„
ออกเฉียงใต้	3.6	12.5	11.1	13.7	12.1	9.7	8.8	5.7	7.6	6.2	1.3	0.3	„
ใต้	7.6	20.3	35.0	37.5	30.1	35.7	25.9	26.3	19.3	7.1	0.8	0.3	„
ตกเฉียงใต้	4.8	14.0	18.5	16.7	18.2	24.5	27.4	25.9	20.8	5.5	1.5	0.1	„
ตก	4.0	2.3	2.3	4.7	8.0	8.1	12.1	20.5	12.9	6.3	2.8	2.3	„
ตกเฉียงเหนือ	8.0	3.0	1.0	1.3	1.3	0.3	2.1	2.6	3.9	7.4	10.7	18.8	„
ไม่มีลม	19.9	14.0	13.7	13.9	21.8	18.0	19.0	15.6	21.2	21.8	19.9	13.4	„
ทิศทางลมมัชฌิม	NE or C	S	S	S	S	S	SW,S	S,SW	C or SW	C,NE	NE	NE	„
แรงลมสูงสุด (บ.ฟ.)	5.0	5.8	6.4	7.4	7.4	7.8	7.8	7.6	6.2	6.4	6.8	5.2	„
แรงลมมัชฌิม (บ.ฟ.)	1.2	1.5	1.7	1.9	14	1.5	1.5	1.6	1.3	1.2	1.1	1.3	„
จำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์	292.6	214.4	270.1	268.6	180.6	167.4	132.3	150.5	143.1	215.4	265.0	265.8	1962

BIBLIOGRAPHY

1. ผู้เขียน OLGYAY AND OLGYAY
   ชื่อหนังสือ SOLAR CONTROL AND SHADING DEVICES
2. ผู้เขียน R.O. PHILLIPS, B. ARCH, A.R.A.I.A.
   ชื่อหนังสือ SUNSHINE AND SHADE IN AUSTRALIA
   พิมพ์ที่ BULLETIN NO. 8 COMMONWEALTH EXPERIMENTAL BUILDING STATION HALSTEAD PRESS, SYDNEY.
3. ผู้เขียน INDUSTRIAL SERVICES DIVISION, DEPARTMENT OF LABOUR NATIONAL SERVICE
   ชื่อหนังสือ ARCHITECTURAL CONTROL OF SUNLIGHT PENETRATION
   พิมพ์ที่ DEPARTMENT OF LABOUR AND NATIONAL SERVICE, INDUSTRIAL SERVICES DIVITION PRINTED 1961 COMMONWEALTH OF AUSTRALLA
4. ผู้เขียน LONDON : HER MAJESTY'S STATIONERY OFFICE
   ชื่อหนังสือ THE NAUTICAL ALMANAC FOR THE YEAR 1966
   พิมพ์ที่ THE HYDROGRAPHIC SUPPLIES ESTABLISHMENT S : O CODE NO. 20-65-2-66
5. ผู้เขียน WILLIAM J. MCGUINNESS, BENJAMIN STEIN, CHARLES MERRICK GAY, CHARLES DE VAN FAWCETT.
   ชื่อหนังสือ MECHANICAL AND ELECTRICAL EQUIPMENT FOR BUILDINGS, FOURTH EDITION
   พิมพ์ที่ JOHN WILEY & SONS, INC., NEW YORK LIBRARY OF CONGRESS CATALOG GARD NUMBER : 64-17149
6. ผู้เขียน JEFEREY ELLIS ARONIN
   ชื่อหนังสือ CLIMATE AND ARCHITECTURE (PROGRESSIVE ARCHITECTURE BOOK)
   พิมพ์ที่ REINHOLD FUBLISHING CORPORATION, NEWYORK, U.S.A. LIBRARY OF CONGRESS CATALOG CARD NUMBER 53-9171.

BT 19459

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
BT19459