

801333

BUILDING & ENERGY SYSTEM 1

FINAL



FIRE



BUILDING TRANSPORTATION SYSTEMS



ACOUSTICS



LIGHT



OTTV



Stage of fire

- Heat Stage ไฟ
- Flame Stage ไฟ + คว้น
- Smoldering Stage คว้น (ดับทัน)
- Incipient Stage ค.ร้อน

ประเภทเพลิง

- ก. (A) วัสดุไวไฟธรรมดา : ไม้ ผ้า กระดาษ ยาง พลาสติก
- ข. (B) วัสดุไวไฟ : น้ำมัน น้ำมันผสมสี สีทา แล็กเกอร์ แก๊สติดไฟ
- ค. (C) อุปกรณ์ไฟฟ้า : มอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า
- ง. (D) วัตถุที่เผาไหม้ได้ : Mg Na K Zr Li
- จ. (K) ไขมันพืช/สัตว์

Fire Extinguisher

- ก. (A) น้ำ
- ข. (B) ผงเคมี โฟม เคมีแห้ง (ถังแดง)
- ค. (C) CO₂ (ถังแดง)
- ง. (D) Halon gas (ถังเหลืองทำลายโอโซน)
- จ. (K) Potassium Acetate

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

- พรบ.ควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 กฎกระทรวง ฉบับที่ 33(2535) ฉบับที่ 39(2537) ฉบับที่ 47(2540) ฉบับที่ 48(2540) ฉบับที่ 50(2540)
- พรบ.ป้องกันและระงับอัคคีภัยประกาศใช้ครั้งแรกเมื่อปี 2495 แก้ไขเพิ่มเติมปี 2499
- ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร
- มาตรฐาน การป้องกันอัคคีภัย วสท.
- มาตรฐานNational Fire Protection Association, NFPA สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติ

กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) อาคารสูง / อาคารขนาดใหญ่พิเศษ ต้องมี

ข้อ 3. ถนนรอบ ≥ 6.00 m.

ข้อ 18. มีระบบป้องกันเพลิงไหม้ประกอบด้วย ระบบท่อน้ำดับเพลิง

ข้อ 19. ติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับประเภทของวัสดุที่มีในแต่ละชั้น โดยให้มี 1 เครื่องต่อ $\leq 1,000$ m² ทุกระยะ ≤ 45 m ไม่ ≤ 1 เครื่องต่อชั้น บนสุดตัวเครื่องสูงจากพื้นอาคารไม่เกิน 1.50 m มีขนาดบรรจุสารเคมีไม่น้อยกว่า 4 kg.

20. มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น sprinkler system ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดทุกชั้น ให้แสดงแบบแปลนและรายการประกอบด้วย

กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537)

ห้องแถว ตึกแถว บ้านแถว และบ้านแฝด ที่มีความสูงไม่เกิน 2 ชั้น ติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ คูหาละ 1 เครื่อง

กฎกระทรวงฉบับที่ 47 (พ.ศ.2540)

ข้อ3 ข้อ4 อาคารก่อสร้างดัดแปลงหรือเคลื่อนย้ายให้ดูแลควบคุมความเสี่ยงการเกิดอัคคีภัยและให้อำนาจเจ้าพนักงาน

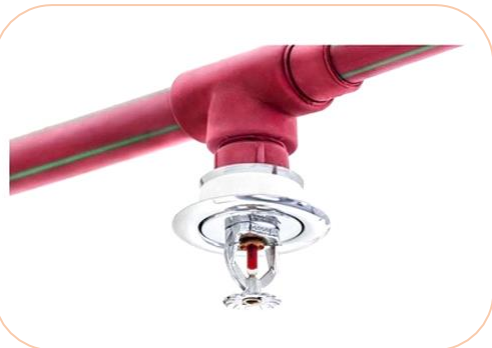
กำหนดประเภทและระบบความปลอดภัยของอาคารที่ใช้เพื่อประกอบกิจการเป็นสถานบริการ (พ.ศ.2555)

ข้อ23 สถานบริการประเภท ค และ จ ที่มีความสูงสามชั้นหรือ 15 เมตรขึ้นไป มีระบบป้องกันเพลิงไหม้ประกอบด้วย ระบบท่อน้ำดับเพลิง หัวรับน้ำดับเพลิง ตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิง

นิยามตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย : EIT3002-51 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ
(Automatic Sprinkler)

เปิดออกอัตโนมัติ เมื่อความร้อนจากเพลิงทำให้อุณหภูมิบริเวณนั้นสูงกว่าอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating)



หัวฉีดน้ำดับเพลิง
(Fire Hose Nozzles)

ใช้ฉีดน้ำดับเพลิง ทำจากโลหะเบา ปลายหัวฉีดปรับเป็นลำฝอย/ม่านน้ำ อีกปลายเป็นข้อต่อสวมเร็วเข้าสายฉีด/ต่อด้วยเกลียวกับปลายสายฉีดพร้อมใช้



หัวดับเพลิง
(Hydrant)

หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงอยู่นอกอาคาร มีหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงสวมเร็วชนิดตัวเมียพร้อมฝาครอบและโซ่ต่อกับหัวดับเพลิงอย่างถาวรด้วยเกลียว



หัวรับน้ำดับเพลิง
(Fire Department Connection)

ข้อต่อให้พนักงานดับเพลิงต่อสายส่งน้ำเพื่อส่งน้ำเข้าระบบดับเพลิง หัวต่อเป็นหัวต่อสวมเร็วตัวผู้พร้อมฝาครอบและโซ่ประกอบถาวรกับหัวรับน้ำดับเพลิงด้วยเกลียวมีลิ้นก้นกลบภายในหัวรับน้ำจะต้องมีหัวต่ออย่างน้อย 2 ทาง



ประเภทอาคารที่มีอัตราการเสี่ยงรุนแรงจากเพลิงที่เกิดขึ้น

อาคารประเภทที่ 1 อัตราการเสี่ยงจากเพลิงที่เกิดขึ้นไม่รุนแรง (Light Hazard Occupancies)

- ลำดับ 1 เช่น บ้านไม้ บ้านครึ่งตึกครึ่งไม้ อาคารพาณิชย์ไม่เกิน 4 ชั้น
สำนักงานเล็ก ร้านค้า ร้านอาหาร วัด สโมสร
- ลำดับ 2 เช่น โรงแรม โรงพยาบาล สถานพักฟื้น โรงภาพยนตร์ มหรสพ
สถานศึกษา ทุกระดับ พิพิธภัณฑ์ เรือนจำ อาคารสูงที่เป็น
สำนักงานและที่อยู่อาศัย

อาคารประเภทที่ 2 อัตราการเสี่ยงจากเพลิงที่เกิดขึ้นรุนแรงปานกลาง (Ordinary Hazard Occupancies)

- ลำดับ 1 เช่น โรงจอดรถยนต์เปิดโล่งเหนือพื้นดิน โรงงานอิเล็กทรอนิกส์
ร้านซักผ้า โรงทำขนมปัง โรงงานอาหารกระป๋อง แก้ว
- ลำดับ 2 เช่น โรงงานเครื่องหนัง เครื่องประดับ ทอผ้า ยาสูบ ลูกกวาด
โกดัง ห้องเย็น โรงพิมพ์ ผลิตสารเคมี โรงสีข้าว โรงกลึง โรง
เก็บรถยนต์ชั้นใต้ดิน
- ลำดับ 3 เช่น อุโมงค์รถยนต์ โรงงานยาง โกดังเก็บวัสดุที่ติดไฟง่าย
โรงงานผลิตกระดาษ ท่าเรือ โรงบดอาหาร

อาคารประเภทที่ 3 อัตราการเสี่ยงจากเพลิงที่เกิดขึ้นรุนแรงมาก (Extra Hazard Occupancies)

โรงงานที่ใช้เชื้อเพลิงเหลว เช่น โรงงานผลิตไม้อัดแผ่นไม้ โรงงานผลิตสี โรงเลื่อย โรงเก็บ
เครื่องบิน โรงงานสร้างรถยนต์ ซ่อมเครื่องบิน ตู้ต่อเรือ เครื่องบิน โรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติก หลุงแร่ยาง
มะตอย ถังน้ำมัน น้ำมันเครื่อง และอื่นๆที่คล้ายคลึง

* หากตีความประเภทอาคารไม่ชัดเจนให้กำหนดเป็นอาคารที่อัตราเสี่ยงจากเพลิงที่เกิดขึ้นรุนแรงมากกว่า

ประเภทของพื้นที่ป้องกัน

พื้นที่ที่ตั้งอยู่ในเขตป้องกันเพลิงของอาคาร / พื้นที่ที่กำหนดนอกเขตป้องกัน
เพลิงให้เป็นพื้นที่ที่ถูกป้องกันโดยไม่พิจารณาถึงชนิดของการก่อสร้างให้อยู่ในประเภทที่กำหนด
จำแนกอัตราเสี่ยงจากประเภทวัสดุ

พื้นที่ป้องกันประเภทที่ 1 (Light Hazard Class)

ห้องนอน ห้องน้ำ สำนักงาน ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องท่อน้ำในแนวตั้ง ห้อง
เครื่องปรับอากาศ ห้องสมุดขนาดเล็ก ห้องปั้มน้ำ ห้องประชุมขนาดใหญ่ 50 คน

พื้นที่ป้องกันประเภทที่ 2 (Ordinary Hazard Class)

ห้องเก็บเอกสาร ห้องเก็บคอมพิวเตอร์ ห้องไฟฟ้า ห้องถังผ้า ห้องเก็บเครื่องมือ
ห้องครัว ห้องซักผ้า อุโมงค์รถยนต์ ห้องม้วนคง ห้องสมุดขนาดใหญ่

พื้นที่ป้องกันประเภทที่ 3 (Extra Hazard Class)

ห้องหม้อไอน้ำ ห้องเครื่องปั่นไฟ ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า ห้องเก็บถังน้ำมัน
เชื้อเพลิง ห้องตู้ไฟแรงสูง ห้องตู้เมนไฟแรงต่ำ ห้องผสมสีห้องรุ่มสี พื้นที่ทดสอบเครื่องยนต์
สถานีบรรทุกน้ำมัน

หลักการออกแบบ

- เข้าใจในลักษณะของทรัพย์สินที่จะป้องกัน
- เข้าใจลักษณะของระบบป้องกันอัคคีภัยที่เลือกใช้
- ออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัยที่ใช้งานได้
- ตรวจสอบง่าย
- ไม่กวนระบบเดิมเยอะ
- ออกแบบไม่ขัดการทำงานของระบบ
- บำรุงรักษาง่ายแต่ไม่จำเป็นต้องออกแบบระบบที่ไม่ต้องการการบำรุงรักษา
- ใช้งานง่ายแต่ไม่จำเป็นต้องออกแบบระบบที่ทนต่อความรู้เท่าไม่ถึงการณ์

งานวางโครงการระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย

เฉพาะกรณีโครงการขนาดใหญ่ใช้ระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัยหลายระบบประกอบกัน/จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ทางเลือกระบบที่เหมาะสม

1 การประเมินเพื่อแยกแยะ กำหนดเสี่ยง ระบุความต้องการระบบดับเพลิง และป้องกันอัคคีภัย

(1) ระดับความเสี่ยงของแต่ละพื้นที่ตามการใช้สอยปัจจุบัน

(2) โอกาสและความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้สอยพื้นที่ในอนาคตกับการดัดแปลงระบบดับเพลิง กันอัคคีภัยในอนาคต

2 การกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกระบบฯ (1) น่าเชื่อถือ (2) ค่าใช้จ่ายลงทุนจัดหา ติดตั้ง (3) ค่าใช้จ่ายดูแลบำรุงรักษา (4) ความยากง่ายในการใช้งาน ดูแล บำรุงรักษา

3 การกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

4 การจัดทำรายละเอียดข้อกำหนดของระบบฯ

Fire Safety

Passive (รับ)

- Fire Compartment คุมไม่ให้ไฟลาม
- Mean of egress วิธีหนี (ควรเป็นทางตรงไม่ซับซ้อน)
- Fire Seal ควบคุมพื้นที่ไฟไหม้

Active (รุก)

- Fire Monitoring
- Fire Protection
- Smoke Control

ระบบที่เกี่ยวข้องและการออกแบบ

Active Design

1. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm)
2. ระบบดับเพลิง (Fire Suppression)
3. ระบบควบคุมควันไฟ (Smoke Control)
4. ระบบทางหนีไฟ/ภัย (Fire Escape)

Passive Design

- * บทบาทของสถาปนิกที่สามารถกำหนด Design Concept ให้ผู้อำนาจต่อการป้องกันอัคคีภัย

ระบบไฟฟ้า/ไฟฟ้าสำรอง/ไฟฟ้าสื่อสาร

ระบบสุขาภิบาล (น้ำดับเพลิง)

ระบบระบายอากาศ

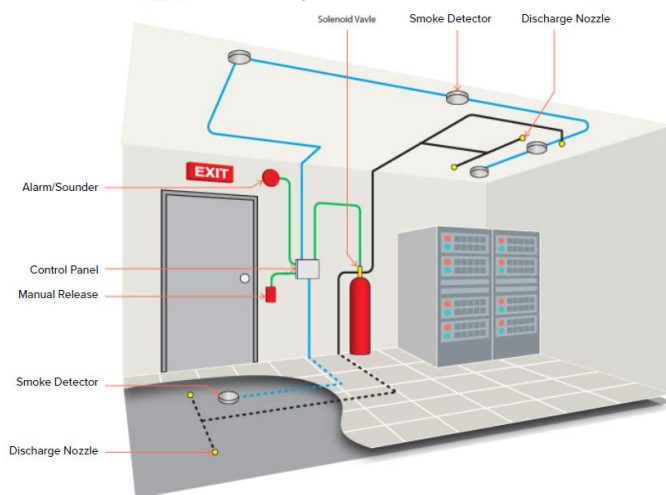
การออกแบบสถาปัตยกรรม

Materials & Structure

Understand User's Behaviour

Zoning/Circulation

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)



- อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detector)
- อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station)
- แผงควบคุมย่อย (Control Panel)
- อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ (Alarm)
- ระบบสื่อสาร เช่นโทรศัพท์ฉุกเฉิน (Emergency Communication System)

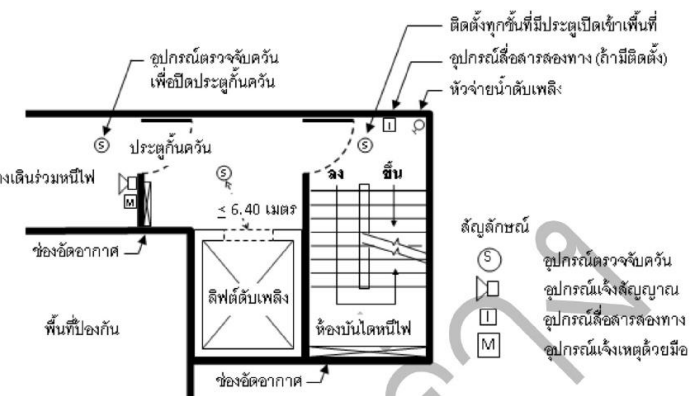
ព័ត៌មានបន្ថែម

อุปกรณ์เตือนภัย

- ที่เสี่ยงอัคคีภัย : ห้องเก็บของ ช่องเปิด ห้องเครื่อง ห้องเก็บสารไวไฟ
- พื้นที่ปิดกั้นทางออกหนีไฟ : ทางออกไปบันไดหนีไฟ
- ส่วนที่พัก : ห้องนอน ห้องพัก

- ห้องซักผ้า ห้องน้ำ ห้องครัว ที่จอดรถ ห้องหม้อไอน้ำ
- ระดับความสูงไม่เกิน 4.00 เมตร
- ห่างจากเขตแดนหรือหลังคาในแนวตั้ง 180 -350 mm.
- ห่างไม่เกิน 7.20 เมตร ทางเดินกว้างน้อยกว่า 3.60 เมตร ห่างกันไม่เกิน 9.50 เมตร

ระบบนี้จะคาบเกี่ยวกับระบบหนีไฟ/
ระบบควบคุมควันไฟ ที่จะควบคุม
ประตูบานม้วนกันควัน การหยุดลิฟต์
ซึ่งจะทำงานโดยอัตโนมัติหลังจากการ
รับสัญญาณแจ้ง



A diagram of the fire triangle, which is a triangle with three sides. The left side is blue and labeled 'OXYGEN'. The right side is red and labeled 'HEAT'. The bottom side is brown and labeled 'FUEL'. In the center of the triangle is a stylized flame with yellow and orange colors.

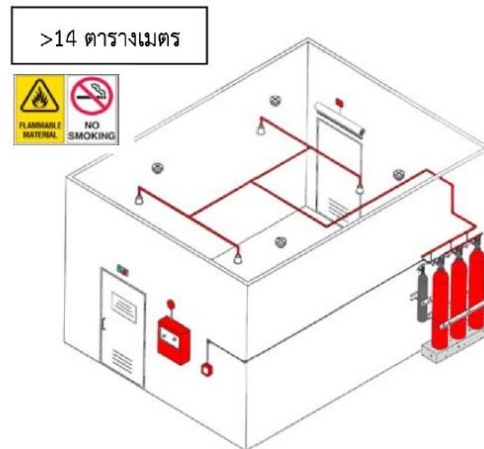
- ถังสำรองน้ำดับเพลิง
- ระบบส่งน้ำดับเพลิง
- เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)
- ระบบท่อยืน (Standpipe System)
- สายส่งน้ำดับเพลิง (Fire Hose)
- ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System)
- ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System)
- ระบบท่อแห้งแบบกระจายน้ำเข้า (Preaction System)
- หัวกระจายน้ำดับเพลิง

2.ระบบดับเพลิงแบบโปรยน้ำฝอย (Sprinkler System)

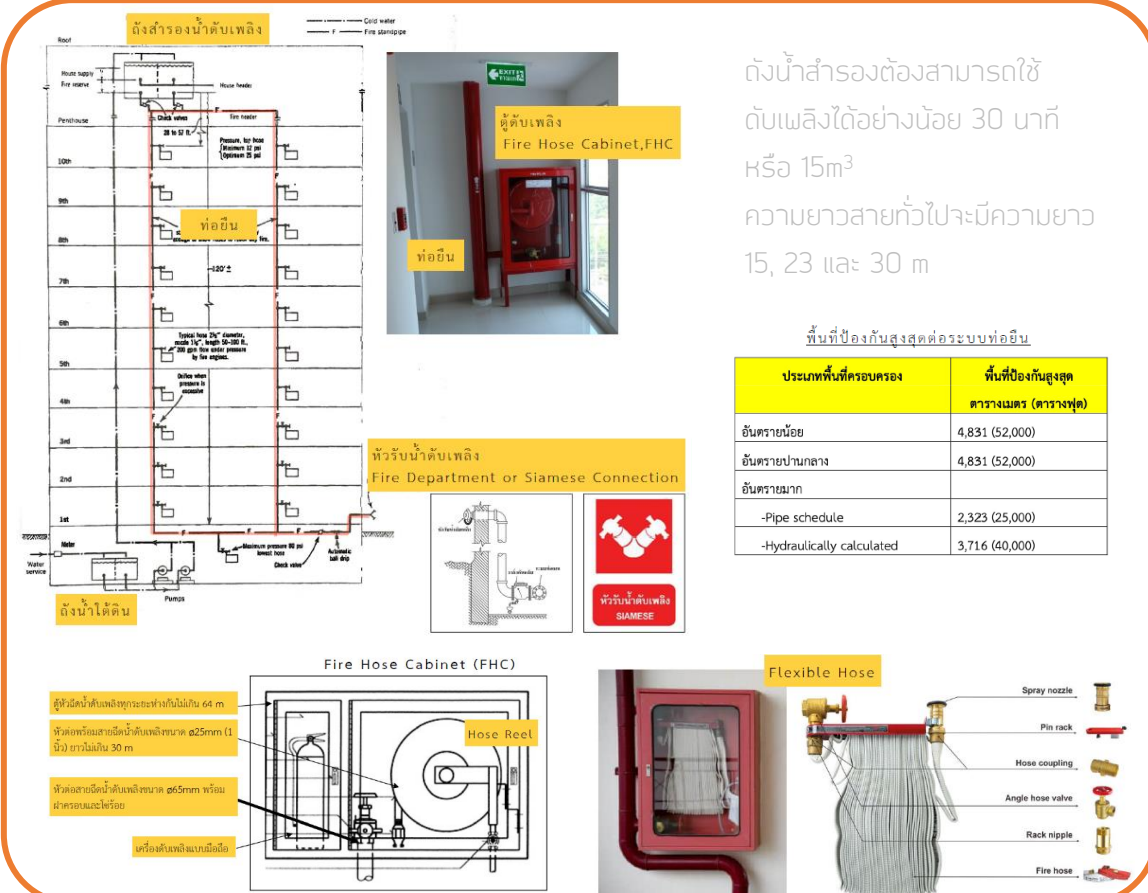
กฎกระทรวง 33 ติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับประเภทของวัสดุที่มีในแต่ละชั้น โดยให้มี 1 เครื่องต่อตัว $\leq 1,000 \text{ m}^2$ ทุกระยะ ยะ $\leq 45 \text{ m}$ ไม่ ≤ 1 เครื่องต่อชั้น บนสุดตัวเครื่องสูงจากพื้นอาคารไม่เกิน 1.50 ม มีขนาดบรรจุสารเคมีไม่น้อยกว่า 4 kg.

4.ระบบดับเพลิงแบบพิเศษ

ระบบที่ใช้สารสะอาดดับเพลิง
(Clean Agent Fire Extinguishing System)
ใช้สารดับเพลิง เช่น ก๊าซไนโตรเจน มาใช้ในระบบหัวฉีด (Discharge Nozzle) เมื่อมีดับเพลิงแล้วไม่ทำความเสียหายกับอุปกรณ์ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องอุปกรณ์โทรคมนาคม ที่ใช้เป็นสารดับเพลิงไม่ได้



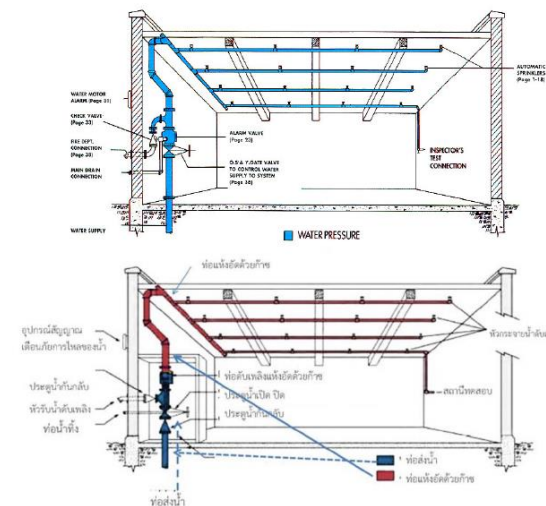
ตัวอย่างระบบดับเพลิงอัตโนมัติแบบใช้สารเคมี
ในสถานที่จัดเก็บวัตถุไวไฟ



ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System)
ระบบนี้จะมีน้ำในท่อตลอดเวลา เมื่อเกิดเพลิงไหม้
Sprinkler Head ตรงฐานเพลิงจะแตกออกอัดโนมัตติ และ
น้ำไหลออกทันที

ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System)
ไม่มีน้ำ เมื่อเกิดเพลิงไหม้จะต้องรอน้ำปั๊มเข้าสู่ท่อ และ
ต้องมีวาล์วไล่อากาศติดตั้งด้วยเพื่อไล่ลมเวลาปล่อยน้ำเข้า
มา นิยมใช้กับประเทศเมืองหนาว หรือห้องที่อุณหภูมิต่ำ

ท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า (Preaction System)
ระบบท่อแห้งที่จะทำงานร่วมกับ Fire Detector เพื่อ
ยืนยันการเกิดเพลิงก่อนเปิดน้ำเข้าสู่ระบบ



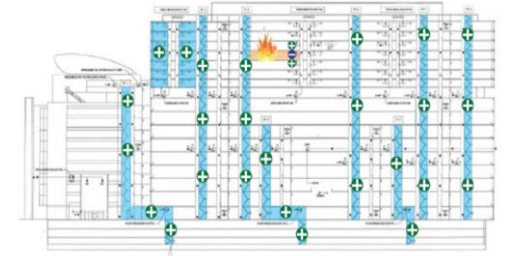
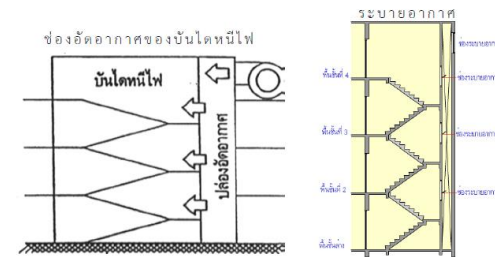
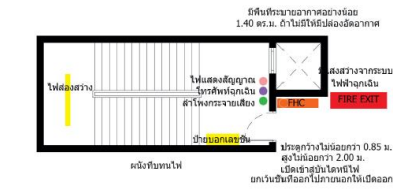
3. Smoke Control Systems

- ป้องกันไม่ให้ควันเข้าโดงบันไดหรือลิฟท์ (คีย์หนีไฟ)
- ระบบควัน กำจัดพิษและความร้อนออกจากบริเวณที่เกิดอัคคีภัย

► การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (ช่องเปิดตายสู่ภายนอก > 1.4 sqm/ชั้น)

► ระบบอัดอากาศ, Pressurizing System (พัดลมอัดอากาศ)

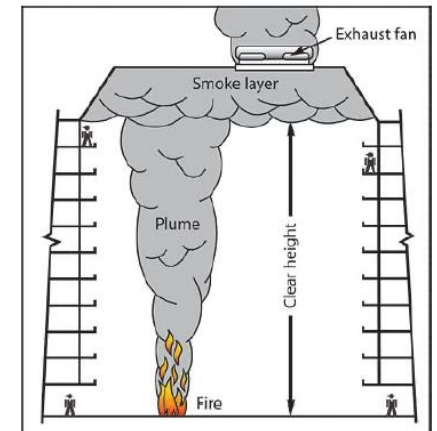
- ช่องShaft ที่ไม่มีการระบายอากาศออกสู่ภายนอก
- ผิวภายในปล่องจะต้องเรียบเพื่อรับแรงเสียดทานของลม
- มีหน้ากากเป่าลมทุกชั้น
- จะต้องมีการระบุความดันที่เหมาะสม (กฎหมายเทศบัญญัติจะระบุไว้)
- ปล่องอัดอากาศสำหรับลิฟท์ต้องแยกจากปล่องของบันไดหนีไฟ



► ระบบระบายควัน+การนำอากาศเข้าเพื่อเจือจางควันไฟ

- เน้นบริเวณโถงสูง (Atrium, Convention Hall, Exhibition Hall) หรือพื้นที่สำนักงาน
- ใช้พัดลมระบายอากาศเอาควันออก (Smoke Exhaust System) เพื่อเจือจางอากาศพิษและลดความร้อนซึ่งจะชลอการถล่มของโครงสร้างอาคาร (*พัดลมชนิดนี้จะต้องทนความร้อนสูง สายไฟชนิดทนไฟ และใช้ไฟจากเครื่องไฟฟ้าสำรอง)

(*การทำงานของระบบพัดลม ควรทำงานร่วมกับระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติและระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้)



4. Fire Escape

• การทนไฟ

Fire Rating - จะพูดถึงอัตราการทนไฟ เช่น 1.5, 2* หรือ 4 ชั่วโมง

Combustible Material - วัสดุที่ติดไฟได้

Fire Resistant Material - วัสดุทนไฟ

Flame Retardant Material - วัสดุที่มีสารหน่วงไฟ

Flammable - สารไวไฟ

Fire Seal - สารที่อุดช่องระหว่างพื้น หรือผนังเพื่อป้องกันไฟลาม

Fire/Smoke Compartment - อาคารจะมีการแบ่ง Zone จะมีการจัดพื้นที่ที่สามารถป้องกันการลามของไฟ และกันควันไฟ

• เส้นทางหนีไฟ (บันได, ประตูและไฟฉุกเฉิน) เส้นทางซึ่งต่อเนื่องกันเพื่อออกจากภายในอาคารไปสู่บันไดหนีไฟ หรือที่เปิดโล่ง ภายนอกอาคารที่ระดับพื้นดินหรือออกสู่ทางสาธารณะ

• ลิฟต์ดับเพลิง

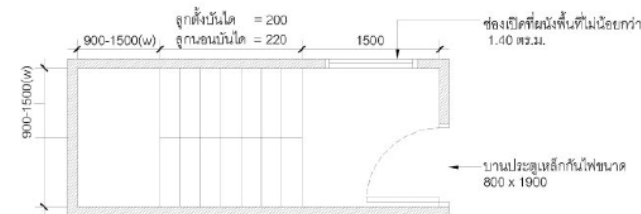
- เข้าถึงได้ง่าย และนำไปสู่บริเวณปล่อยคนหรือลานจอดรถรวมพล Assembly Point
- ตำแหน่งบันได ทุกระยะ 60.00 ม. ต้องมีอย่างน้อย 2 บันได และอย่างน้อย 1/2 จะต้องออกสู่ ภายนอกอาคารได้โดยตรง
- กรณีมีจำนวนคนในพื้นที่ใด ชั้นใดเกิน 500 ควรเพิ่มเป็น 3 ทาง และ 4 ทางเมื่อเกิน 1000 คน
- ขนาดของบันไดจะต้องเพียงพอสำหรับการอพยพภายใน 1 ชั่วโมง มีความกว้างมีราวจับ และขึ้นบันไดที่ได้มาตรฐาน
- ทางเดินภายในอาคารที่ใช้เป็นทางหนีไฟจะต้องปิดล้อมทนไฟอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
- ระยะทางต้นไม่เกิน 10.00 ม.
- จะต้องต่อเนื่องจากชั้นดาดฟ้าจนถึงชั้นล่างของอาคาร
- มีแสงสว่างที่เพียงพอ

• ช่องทางดับเพลิง

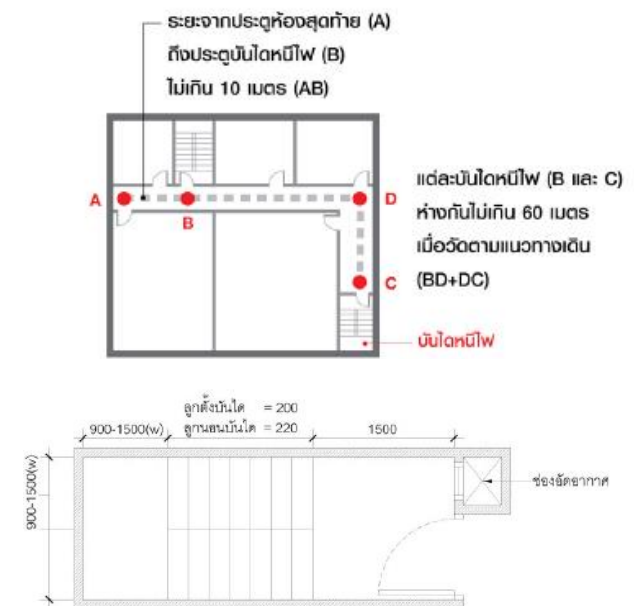
• พื้นที่มีรภัย

• ป้ายบอกทาง

• อันตรายต่อ/จากพื้นที่ข้างเคียง



บันไดหนีไฟอาคารสูงไม่เกิน 23 ม.
ตามข้อบัญญัติ กรุงเทพมหานคร



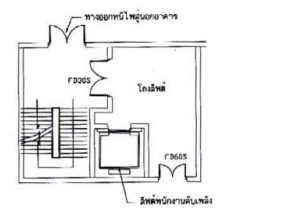
บันไดหนีไฟอาคารสูงเกิน 23 ม.
ตามข้อบัญญัติ กรุงเทพมหานคร

4. Fire Escape

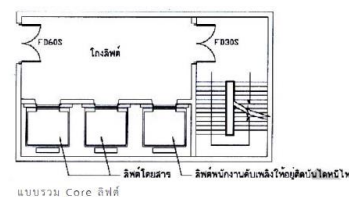
- ช่องทางดับเพลิง
- พื้นที่นิรภัย
- ป้ายบอกทาง ห่างกันในระยะที่มองเห็นได้หรือในระยะ 30 เมตร
- อันตรายต่อ/จากพื้นที่ข้างเคียง



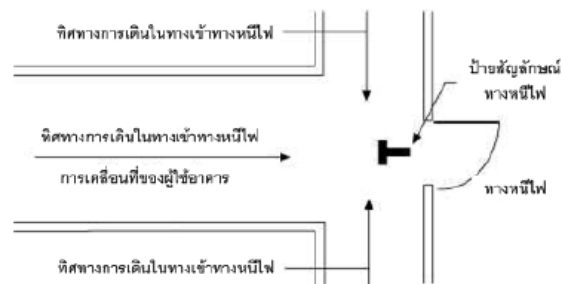
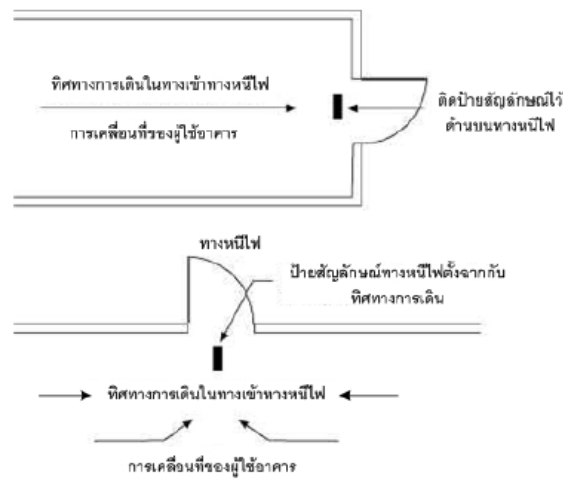
ป้ายทางหนีไฟ ตามมาตรฐาน วสท. และมาตรฐาน มอก.



แบบ Core ลิฟต์แยกและเชื่อมจากนอกอาคารโดยตรง

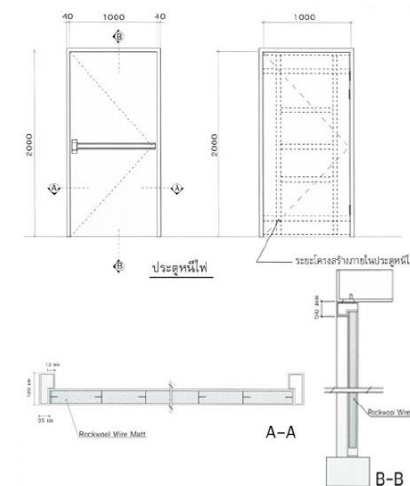
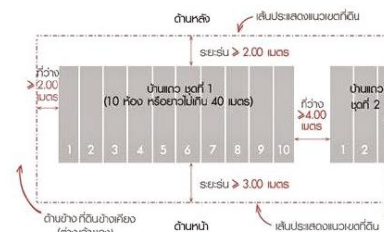
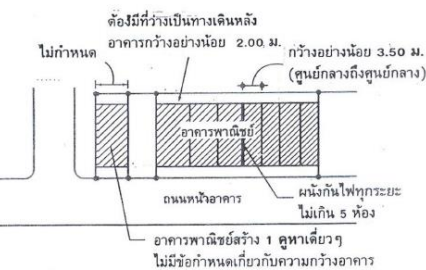


แบบรวม Core ลิฟต์



ลิฟต์ดับเพลิง

- ในอาคารสูงต้องมีลิฟต์ดับเพลิงอย่างน้อยหนึ่งชุดและให้มีขนาดมวลบรรทุกได้ไม่น้อยกว่า 8 คน หรือ 630 กิโลกรัม
- ลิฟต์ที่เมื่อเกิดอัคคีภัย จะสามารถทำงานได้เพื่อให้พนักงานดับเพลิงเข้ามาดับเพลิงและช่วยอพยพคนโดยต้องมีระบบควบคุมพิเศษสำหรับพนักงานดับเพลิงใช้ขณะเกิดเพลิงไหม้โดยเฉพาะ
- โถงลิฟต์ดับเพลิงจะต้องมีพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 6 ตร.ม. และต้องมีการอัดอากาศ นอกจากนี้ควรพิจารณาให้มีพื้นที่หลบภัยสำหรับผู้พิการหรือผู้ป่วย หากสามารถทำได้
- บริเวณห้องโถงหน้าลิฟต์ดับเพลิงทุกชั้นต้องติดตั้งตู้สายฉีดน้ำดับเพลิงหรือหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงอื่น
- ระยะเวลาในการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องของลิฟต์ดับเพลิงระหว่างชั้นล่างสุดกับชั้นบนสุดของอาคารต้องไม่เกินหนึ่งนาทีและต้องจอดได้ทุกชั้นของอาคาร (ในเวลาปกติลิฟต์ดับเพลิงสามารถใช้เป็นลิฟต์โดยสารได้)

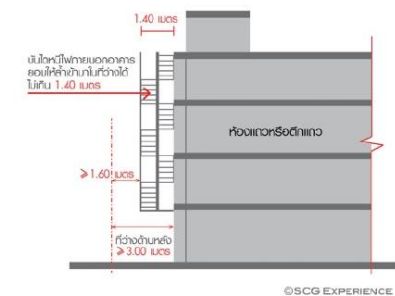


ประตูหนีไฟ



- ทางเข้าออกหรือช่องประตูสู่บันไดหนีไฟ ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร และสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร*
- เปิดโดยการผลักออกอย่างเดียว โดยทำมุมอย่างน้อย 90° และต้องติดตั้งอุปกรณ์ให้ปิดเองได้ ประตูไม่ควรเปิดทิ้งไว้เนื่องจากจะส่งผลต่อระบบอัดอากาศ

อันตรายจากพื้นที่ข้างเคียงกับกฎหมายควบคุมอาคาร



©SCG EXPERIENCE

การขนส่งในอาคาร Building Transportation Systems

การขนส่งแนวนอนและแนวตั้งที่มีพาหนะช่วยทุ่นแรงไปยังตำแหน่งต่างๆของอาคาร



ลิฟต์

Elevator (US) or Lift (UK)

พาหนะโดยสารแนวตั้งสำหรับอาคารสูง มีประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายคนหรือสิ่งของระหว่างชั้นในอาคาร



บันไดเลื่อน

Escalator

บันไดที่สามารถเคลื่อนไหวเพื่อขนส่งผู้คนจากชั้นหนึ่งไปยังอีกชั้นหนึ่งของอาคารได้

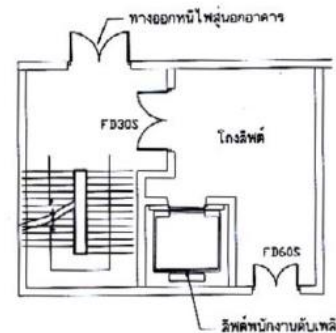
ลิฟต์ (Elevator/Lift)

ส่วนประกอบพื้นฐาน

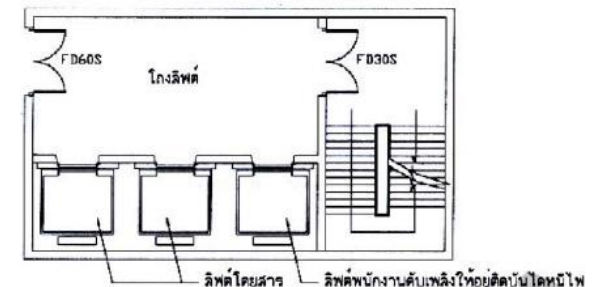
1. ระบบขับเคลื่อน (Driven System) : 1. Traction or Rope Drive
 - 1.1 Gearless Traction
 - 1.2 Geared Traction
2. รางขนส่ง (Shaft or Hoist way)
3. ตู้โดยสาร (Car)
4. ระบบควบคุม (Control System)
5. ระบบความปลอดภัย (Safety System)

ลิฟต์ดับเพลิง

- อาคารสูงต้องมีอย่างน้อย 1 ชุด บรรทุกไม่น้อยกว่า 8 คน (630 kg)
- ทำงานได้เมื่อเกิดอัคคีภัย พนักงานดับเพลิงใช้ดับเพลิง อพยพคน มีระบบควบคุมพิเศษ
- โถงลิฟต์พื้นที่ไม่ต่ำกว่า 6 sq.m. มีการอัดอากาศ มีพื้นที่หลบภัยผู้พิการ/ผู้ป่วย
- โถงหน้าลิฟต์ติดตั้งตู้สายจิดน้ำดับเพลิง/หัวต่อสายจิดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงอื่น
- ระยะเวลาเคลื่อนที่ชั้นล่างสุด-บนสุดไม่เกิน 1 นาที จอดได้ทุกชั้นของอาคาร



แบบ Core ลิฟต์แยกและเข้าออกจากนอกอาคารโดยตรง



แบบรวม Core ลิฟต์

ระบบขับเคลื่อน (Driven System)

Electro - Mechanical Types

: Traction or Rope Drive

ผ่อนแรงน้ำหนักด้วยรอก ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ประกอบไปด้วยสายเคเบิล/สลิง, รอกและ ลูกตุ้มถ่วงน้ำหนัก

- ไม่มีข้อจำกัดทางความสูง
- มีความเร็วที่หลากหลาย
- มีหลายรูปแบบ เป็นทางเลือกของลิฟต์ประเภทต่างๆ
- ต้องมีห้องเครื่องลิฟต์อยู่ชั้นบน

Geared Traction

- ขับเคลื่อนด้วยฟันเฟือง (Worm Gear)
- มีชุดเกียร์ลดความเร็วรอบ มอเตอร์ไฟฟ้าลดกำลังไฟฟ้าในการหมุนรอกขับเคลื่อนลิฟต์
- เร็ว 350-500 ft/min (1.7-2.5 m/s)
- น้ำหนักบรรทุก 30,000 ปอนด์ (13,600 kg)
- ถูกกว่าระบบแบบไร้เกียร์

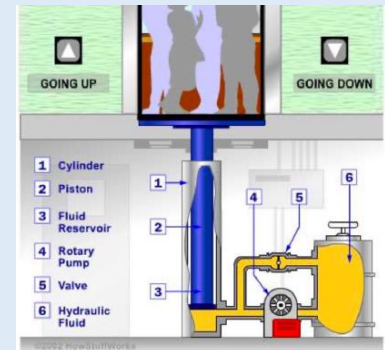
Gearless Traction

- ความเร็ว 500 ฟุตต่อนาที (2.49 m/s)
- ออกแบบจำกัดความสูงห้องเครื่องได้
- ทำให้มีตึกสูงระฟ้าเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

Electro - Hydraulic Types

: Hydraulics Drive

- เหมาะกับอาคารสูงไม่เกิน 20 เมตร (5-6 ชั้น)
- ความเร็วต่ำ และ เรียบ
- ไม่เปลืองพื้นที่ห้องเครื่องด้านบน
- ขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิก ใช้กำลังไฟฟ้าสูง แพงกว่า
- ลักษณะพื้นฐานคล้ายระบบRope แต่ไม่ได้ใช้สลิง
- น้ำหนักบรรทุก 20,000 kg
- ช้า แพง ใช้กับอาคารที่มีข้อจำกัดเรื่องความสูง
- ห้องเครื่องวางห่างไม่เกิน 10 m จาก Safety System
- ระวังรั่ว น้ำมัน Hydraulic เป็นพิษ ลิฟต์ตกได้

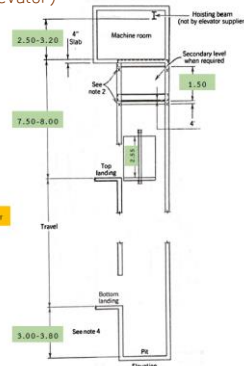


ลิฟต์ชนิดอื่นๆ

- Food delivery
- Library book
- Light goods-wine delivery
- working document/fliers delivery
- ลิฟต์บรรทุกสินค้าทั้งโดยสาร (Freight Elevator)



รางขนส่ง (Shaft or Hoistway)

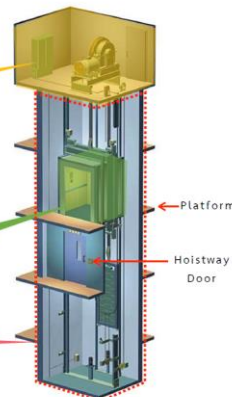


Traction/Rope Drive

ระบบขับเคลื่อน (Driven System)
ระบบควบคุม (Control System)
ระบบความปลอดภัย (Safety System)

ผู้โดยสาร (Car/Cab)

รางขนส่ง (Shaft/Hoistway)



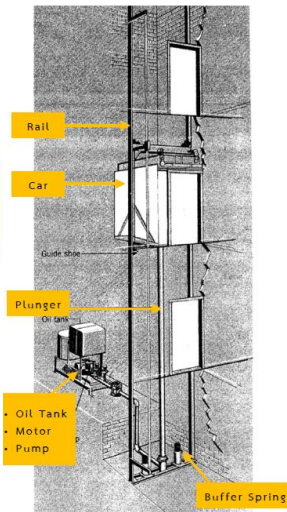
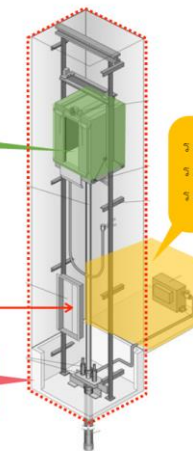
Hydraulics Drive

ผู้โดยสาร (Car/Cab)

ระบบขับเคลื่อน (Driven System)
ระบบควบคุม (Control System)
ระบบความปลอดภัย (Safety System)

Hoistway Door

รางขนส่ง (Shaft/Hoistway)



ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบระบบลิฟต์

1. ปริมาณการใช้งาน (Handling Capacity) หรือ ความจุรองรับผู้โดยสาร

- จำนวนคนที่ลิฟต์สามารถขนส่งได้ภายในเวลาที่กำหนด (ปกติจะใช้ช่วงเวลา 5 นาที)
- มีหน่วยเป็น % ของUser/5นาที = Five Minute Handling Capacity

2. คุณภาพในเรื่องการรอเพื่อใช้งาน (Waiting Time Interval) หรือ ช่วงเวลารอคอยที่ชั้น Ground ในส่วน Main Lobby

Traffic Analysis

ลิฟต์ขาด - ไม่พอใช้ รอนาน แออัด ระบบเสียบ่อย

ลิฟต์เกิน - มาถึงเร็วเกินความจำเป็น เปลืองเงิน เปลืองไฟ

ผลจากการคำนวณ : ขนาดลิฟต์ ความเร็ว จำนวนลิฟต์และรอบที่เพียงพอกับความต้องการ

สิ่งที่ต้องรู้ :

- ความสูงและจำนวนชั้นของอาคาร
- ประเภทอาคาร เช่น โรงแรม หรือสำนักงาน
- พื้นที่ใช้สอยในแต่ละชั้น หรือ จำนวนคนอยู่อาศัย
- ชั้นที่มีกิจกรรมเฉพาะ เช่น กิตติาคาร ห้องประชุม ที่จอดรถ เป็นต้น
- ตำแหน่งที่ติดตั้ง

อื่นๆ

- รู้ชนิด ความเร็ว และขนาดของลิฟต์ที่ตอบโจทย์กับโครงการ
- การจัดกลุ่มและวางตำแหน่งลิฟต์
- การเข้าถึง Approach
- พื้นที่รอลิฟต์
- สิ่งกีดขวางหรือCirculation อื่นๆที่ใกล้กับตำแหน่งลิฟต์
- โครงสร้างเพื่อรองรับระบบลิฟต์

ความจุในการใช้งานที่แนะนำ

Handling Capacity

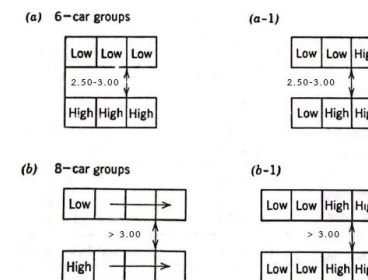
	ความจุใน 5 นาที	ชนิดของปริมาณสูงสุด
สำนักงานระดับพหุรห	15-25 %	ขาขึ้น
สำนักงานให้เช่า	11-13 %	ขาขึ้น
สำนักงานของรัฐ	15 %	ขาขึ้น
อพาร์ทเมนต์	5-7 %	ขาขึ้นและขาลง
โรงพยาบาล	10 %	ขาขึ้นและขาลง
โรงแรม	10-14 %	ขาขึ้นและขาลง

Waiting Time

Office	20-25 sec	Excellent
	25-30sec	Good
	30-35 sec	Fair
Apartment	> 35 sec	Bad
	< 60 sec	Excellent
	60-80 sec	Good
Hotel	> 80	Bad
	< 40 sec	Excellent
	40-50 sec	Good
	> 50 sec	Bad

การออกแบบ

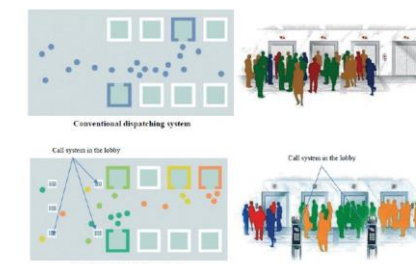
Car Grouping



Multiple Arrangement

การออกแบบ

Approach



Tall Buildings and Elevators: A Review of Recent Technological Advances by Khair Al-Kodmany

1. จำนวนลิฟต์

ที่มา:สมาคมลิฟต์แห่งประเทศไทย

ประเภทอาคาร		ลิฟต์โดยสาร(Passenger Lift)	ลิฟต์บริการ(Service Lift)
อาคารสำนักงาน	เจ้ารองเดียว	200- 250 คน/เครื่อง	20,000-30,000ตร.ม./เครื่อง
	แบ่งให้เช่า	250-300 คน/เครื่อง	20,000-30,000ตร.ม./เครื่อง
อาคารที่พักอาศัย	รัฐ	80-100 ห้อง/เครื่อง	ไม่กำหนด
คอนโดมิเนียม/ อพาร์ทเมนต์	เอกชน	70-80 ห้อง/เครื่อง	ไม่กำหนด
โรงแรม		100-140ห้อง/เครื่อง	160-180 ห้อง/เครื่อง
โรงพยาบาล		100-150 เตียง/เครื่อง	150-300 เตียง/เครื่อง
ห้างสรรพสินค้า		ลิฟต์ 5,000-6,000 ตร.ม./เครื่อง	7,000-8,000 ตร.ม./เครื่อง
		บันไดเลื่อน 7,000-10,000 ตร.ม./คู่	

2. ขนาดบรรทุกของลิฟต์โดยสาร (P= Persons)

ประเภทอาคาร		P8	P9	P10	P11	P13	P15	P17	P20	P24	P27
สำนักงาน	เล็ก/กลาง	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	ใหญ่						*	*	*	*	*
โรงแรม	เล็ก/กลาง		*	*	*	*	*	*	*	*	*
	ใหญ่						*	*	*	*	*
อาคารที่พักอาศัย		*	*	*	*	*					
คอนโดมิเนียม/ อพาร์ทเมนต์		*	*	*	*	*					
โรงพยาบาล					*		*			*	*
ห้างสรรพสินค้า									*	*	*

3. ความเร็ว (F= Floor)

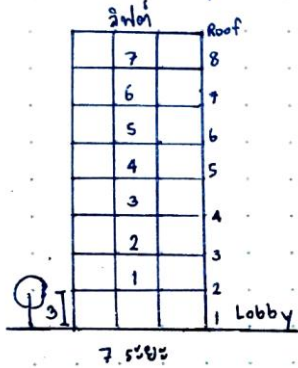
จำนวนชั้น	4F	6F	9F	10F	20F	30F	40F	50F	60F
ความเร็วลิฟต์	45 - 60	60 - 90	90 - 105	105 - 120	120 - 150	150 - 210	210 - 360	360 - 420	420 - 600
เมตร/นาที									

หมายเหตุ ในกรณีที่เป็นอาคารประเภทที่พักอาศัย คอนโดมิเนียม/อพาร์ทเมนต์ สามารถเลือกใช้ความเร็วที่ลดลงหนึ่งระดับได้

คำนวณจำนวนลิฟต์

- จากโจทย์ กำหนดให้อาคารสำนักงาน 8 ชั้น สูงชั้นละ 3 เมตร ตั้งแต่ชั้นที่ 2 ถึงชั้นที่ 8 มีบุคลากรทำงานชั้นละ 100 คน ใช้ลิฟต์โดยสารความเร็วคงที่ 1 m/s ขนาดห้องโดยสาร 15 คน จะทำการวิเคราะห์ Traffic Analysis หาจำนวนลิฟต์โดยสารที่เหมาะสมกับอาคารนี้

- สมมติ 7.55-8.00 น. : 5 min Peak interval
- Travel 1st Floor → 8th Floor
- Passenger car : 15 คน (70 kg/คน)
- Speed : 1 m/s



$$[s = vt]$$

- 8 flr x 3.00 m. = 24 m.
- 7 ระยะ x 3.00 m. = 21 m.

$$\text{จาก } V = 1 \text{ m/s}$$

$$[t = s/v]$$

$$\text{จาก } V = 1 \text{ m/s}$$

- + ขึ้น 1 รอบ

$$\frac{21}{1.0} = 21.0 \text{ sec}$$

- + ขึ้นลง 1 รอบ

$$21.0 \times 2 = 42.0 \text{ sec}$$

[หา 5 min peak Passenger]

- office 7 ชั้น @ 100 คน รวม 700 คน
- HC 12% ขาขึ้น x 700 = 84 คน
↳ ลิฟต์ 2-6 ตัว

[คำนวณ waiting time]

- เวลาประตูเปิด/ปิด 6 sec/ครั้ง (เปิด 3 ปิด 3)
- เวลาเดินเข้า 2 sec/คน
- เวลาเดินออก 2 sec/คน
- เวลาเคลื่อนที่ของลิฟต์ บวกที่ 1.0 m/s

- ลิฟต์โดยสาร 15 คน ขึ้นลง 1 รอบ ใช้เวลาทั้งหมด = $(6 \times 7) + 4(15) + 42 = 144 \text{ sec}$.
ถ้ามีผู้โดยสาร 84 คน ลิฟต์จะขึ้นลง = $\frac{84}{15} = 5.6 \rightarrow 6 \text{ รอบ}$ ใช้เวลาทั้งหมด = $144 \times 6 = 864 \text{ sec}$.
= 14.4 min.

จำนวนลิฟต์	ลิฟต์ขึ้นลง 1 รอบ		เวลาทั้งหมดที่ใช้เมื่อมีผู้โดยสาร 84 คน	
	จำนวนคน	เวลาที่ใช้		
1	15	144 sec	864 sec	14.4 min
2	30	144 sec	432 sec	7.2 min
3	45	144 sec	288 sec	4.8 min
4	60	144 sec	216 sec	3.6 min
5	75	144 sec	176.8 sec	2.88 min
6	90	144 sec	144 sec	2.4 min

- จำนวนลิฟต์ที่เหมาะสมกับอาคารนี้คือ 3 เครื่อง เพราะสามารถในคน 84 คน ซึ่งคิดเป็น HC 12% โดยสารขึ้นลงภายใน 5 นาที (5 min Peak interval) ได้ข้อใช้เวลา 4.8 นาที หากลิฟต์น้อยกว่านี้จะทำให้ใช้เวลาเกิน 5 นาที หากลิฟต์มากกว่านี้จะใช้เวลาน้อยกว่าแต่จะมีจำนวนลิฟต์ที่มากเกินไปความจำเป็น

631710040 ชื่นชมพร ดอนเมือง

A car horn outdoors produces a sound intensity level of 90 dB at 10 ft away.

1. What is the horn's sound intensity at 10 ft?
2. What sound power does the horn radiate?
3. What will be the intensity level at 80 ft away from the horn?

1. Intensity at 10 ft is found by

$$IL = 10 \log \frac{I}{10^{-16}}$$

$$90 = 10 \log \frac{I_1}{10^{-16}}$$

$$9 = \log \frac{I_1}{10^{-16}}$$

$$I_1 = 10^9 \times 10^{-16} = 10^{-7} \text{ watt/cm}^2 \text{ at } 10' \text{ away}$$

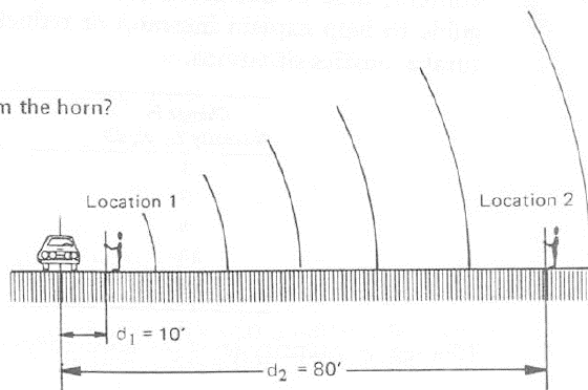
2. Sound power can be found by the following formula if intensity is known at a given distance:

$$I = \frac{W}{4\pi d^2} \cdot \left(\frac{1}{930}\right) \quad \text{เปลี่ยนหน่วยจาก ft เป็น cm}$$

and by cross-multiplication we get $W = 4\pi d^2 \times 930 \times I$

By substitution $W = 4 \times 3.14 \times 10^2 \times 930 \times 10^{-7}$ because $I_1 = 10^{-7} \text{ watt/cm}^2$ at $d_1 = 10'$.

$$W = 0.12 \text{ watt}$$



3. Intensity level at 80 ft away by inverse-square law:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$\frac{10^{-7}}{I_2} = \left(\frac{80}{10}\right)^2 = 64$$

$$I_2 = \frac{1}{64} \times 10^{-7}$$

$$I_2 = 1.56 \times 10^{-9} \text{ watt/cm}^2 \text{ at } 80' \text{ away}$$

$$\text{and } IL_2 = 10 \log \frac{I_2}{10^{-16}} = 10 \log \frac{1.56 \times 10^{-9}}{10^{-16}}$$

$$IL_2 = 10 \log 1.56 \times 10^7 = 10 (7.1931) = 72 \text{ dB at } 80' \text{ away}$$

which means a listener moving from location No. 1 to No. 2 at 80 ft away would observe a change in intensity level of 18 dB (i.e., 90 less 72 dB) – “very much quieter,” as indicated by the table on the following page. Note, however, that the car horn at 72 dB would still be judged “loud” by most people.

การคำนวณเสียง

Suppose that the sound of one trombone is received at our ears at an intensity level of 60 dB. Then the intensity level of sound from 76 trombones is found as follows:

One trombone:

$$IL_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$60 = 10 \log \frac{I_1}{10^{-16}}$$

$$6 = \log \frac{I_1}{10^{-16}}$$

$$I_1 = 10^6 \times 10^{-16} = 10^{-10} \text{ watt/cm}^2$$

76 trombones: If we assume that all the trombones play with identical frequency content, we can then combine their intensities. Therefore,

$$I_2 = 76I_1$$

$$IL_2 = 10 \log \frac{76I_1}{10^{-16}}$$

$$IL_2 = 10 \log \frac{76 \times 10^{-10}}{10^{-16}} = 10 \log 7.6 \times 10^7$$

$$IL_2 = 10(7.8808) = 79 \text{ dB}$$

การคำนวณเสียง

When two decibel values
differ by:

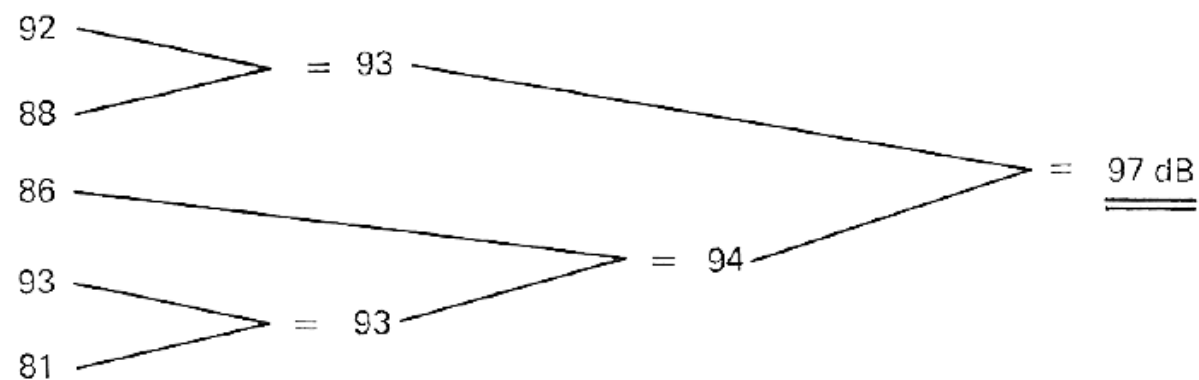
0 or 1 dB
2 or 3 dB
4 to 8 dB
9 dB or more

Add the following amount
to the higher value:

3 dB
2 dB
1 dB
0 dB

For example:

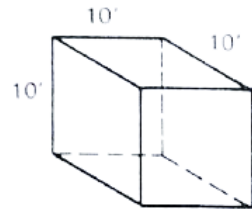
dB



SOUND ABSORPTION: Example Problem—Room Noise Reduction

Assume a room $10' \times 10' \times 10'$ finished in concrete. The absorption coefficient of concrete is $\alpha = 0.02$ in the middle frequencies. Find the noise reduction in the room at 500 Hz only in this example; but in most design situations, one should also make computations at other important frequencies. The total room surface area S is 600 sq ft. The absorption coefficient assumed for acoustical tile at 500 Hz is $\alpha = 0.70$.

First, consider the room with no acoustical treatment.

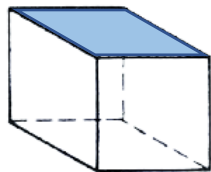


$$S = 600 \text{ sq ft and } \alpha \text{ for concrete} = 0.02$$

$$a_1 = \sum S \alpha$$

$$a_1 = 600 (0.02) = 12 \text{ sabins}$$

Now, cover the ceiling with acoustical tile.



$$a_2 = \sum S \alpha$$

$$a_2 = 500 (0.02) + 100 (0.70) = 80 \text{ sabins}$$

$$NR = 10 \log a_2 / a_1$$

$$= 10 \log 80 / 12$$

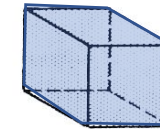
$$= 10 \log (6.66)$$

$$= 10 (0.82)$$

$$NR = 8 \text{ dB}$$

If this were a noisy shop, the reverberant noise would be 8 dB less after adding the acoustical tile, which is a significant improvement.

Now, also cover the four walls with acoustical tile.



$$a_3 = \sum S \alpha$$

$$a_3 = 100 (0.02) + 500 (0.70) = 352 \text{ sabins}$$

$$NR = 10 \log a_3 / a_1$$

$$= 10 \log 352 / 12$$

$$= 10 \log (29.3)$$

$$= 10 (1.47)$$

$$NR = 15 \text{ dB}$$

SUMMARY: Surfaces Covered with Fuzz

1. Ceiling only
2. Ceiling + one wall
3. Ceiling + four walls

Room Noise Reduction at 500 Hz

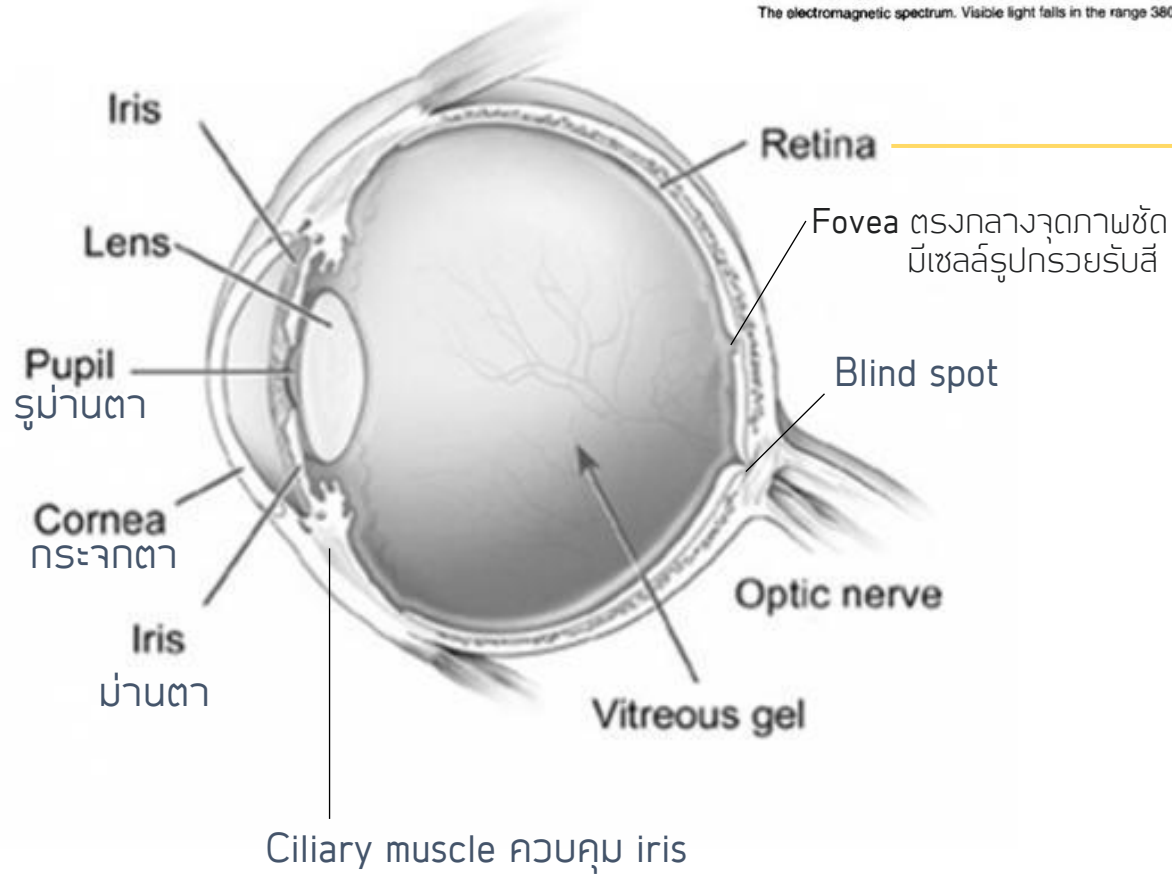
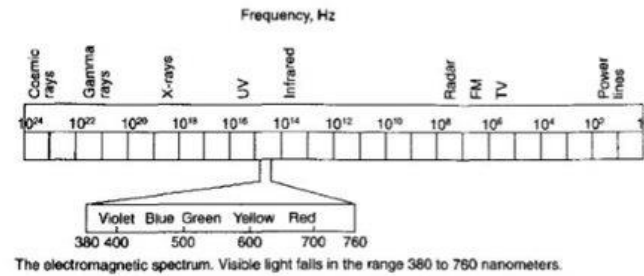
8 dB

11 dB

15 dB, which is about the maximum NR possible by adding fuzz to a room and would not be as great at

ม่วง แดง

ช่วงที่ตามนุษย์มองเห็นได้ 380 - 760 nm.



เก็บ value , brightness

- Rod cell (100M) แสงขาวดำ
- Cones cell (6M) แสงสีแดง เขียว น้ำเงินมีน้อยสุด ทำงานได้ดีเมื่อแสงเพียงพอ 1 เซลล์ต่อ 1 เส้นประสาท

Luminous(I) ; cd ความเข้มของการส่องสว่าง

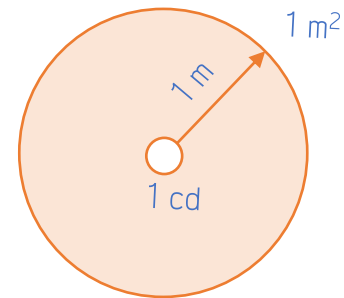
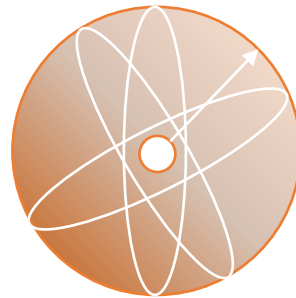
- ส่องแสงเป็น sphere 360 องศา
- $1 \text{ cd} = 12.57 \text{ lumen}$

Illuminance(E) ; $\text{lumen/m}^2 = \text{lux}$ ความส่องสว่าง

- แสงเป็นจุด 1 cd ครอบคลุม 1 m^2 ที่ระยะ 1 m .

Luminance(L) ; cd/m^2 ความสว่าง

- แสงเป็นพื้นผิว ความสว่างที่สะท้อนจากวัสดุ เช่น แสงจากจอรับภาพโปรเจกเตอร์สะท้อนเข้าตา



Light Sources

Blackbodies

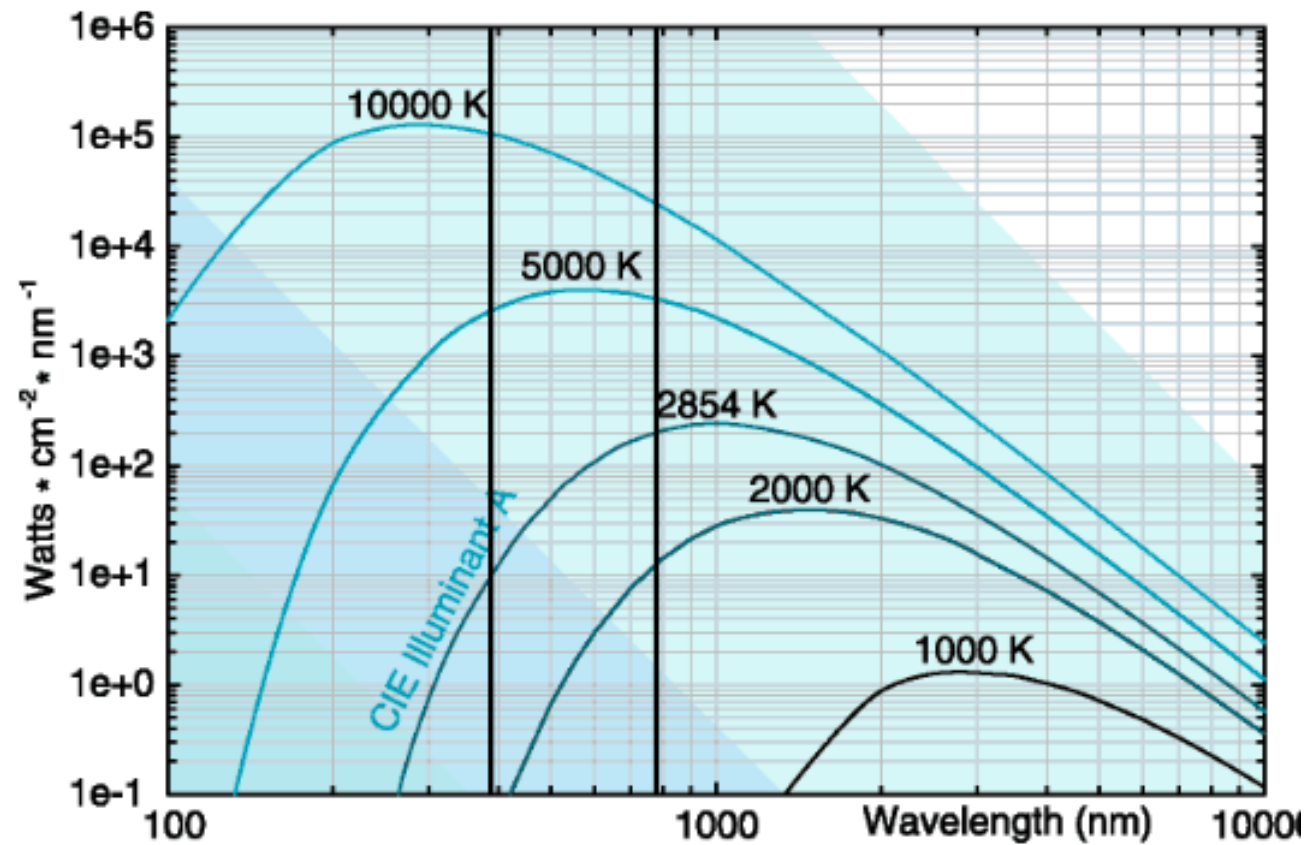


Fig. 5.1 Blackbody radiation at several color temperatures.

ผนังทึบ

ผนังโปร่งแสง

Facade

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

U_w สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนังทึบ ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$)

$1 - WWR$ อัตราส่วนผก.ผนังทึบต่อผก.ทั้งหมดผนังด้านที่พิจารณา

TD_{eq} ค่าค.ต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ภายนอก-ในอาคาร รวมผล
สลับ - ผลการดูดกลืนรังสีหน้า
 การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ผนังทึบ ($^\circ C$)

$$U_w = \frac{1}{R_T}$$

$$R = \frac{\Delta x}{k}$$

สมการผนังเดี่ยว - สลับรังสีได้ - R นาน

$$R_T = R_o + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$

$$R_T = R_o + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \dots + R_a + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$

$$DSH_i = (\rho_i)(c_i)(\Delta x_i)$$

R ค.ต้านทานค.ร้อนรวมผนังอาคาร ($(m^2 \cdot ^\circ C)/W$)

Δx ค.หนาวัสดุแต่ละชนิดที่ประกอบเป็นผนังอาคาร (m.)

k สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด

DSH ผลคูณของความหนาแน่น(ρ)และความร้อนจำเพาะ(c)

U_f ของผนังโปร่งแสง / กระจก ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$)

WWR

ΔT ค่าค.ต่างอุณหภูมิภายนอก-ในอาคาร ($^\circ C$)

$$U_f = \frac{1}{R_f}$$

$$R_f = R_o + \frac{\Delta x}{k_g} + R_i$$

R_f ค.ต้านทานค.ร้อนรวมผนังโปร่งแสง
 ($(m^2 \cdot ^\circ C)/W$)

Δx ค.หนากระจก/ผนังโปร่งแสง (m.)

k_g สัมประสิทธิ์การนำความร้อนกระจกหรือผนังโปร่งแสง
 ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$)

$SHGC$ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสง / กระจก

SC สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

WWR อัตราส่วนผก.หน้าต่าง/ผนังโปร่งแสง ต่อผก.ทั้งหมดผนังด้านที่พิจารณา

ESR ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และ/
 หรือผนังทึบ (W/m^2)

$$t_s = t_i - 4(L_{gs} - L_{gl}) + E_{qt}$$

$$E_{qt} = 9.87(\sin 2B) - 7.53(\cos B) - 1.5(\sin B)$$

$$B = \frac{(360^\circ)(j - 81)}{364}$$

t_s เวลาสุริยะ

t_i เวลามาตรฐานท้องถิ่น

L_{gs} เส้นแวงหลักมาตรฐานสำหรับประเทศไทยเท่ากับ 105 องศาตะวันออก

L_{gl} เส้นแวงของตำแหน่งที่พิจารณาสำหรับประเทศไทย ให้ใช้ค่าเท่ากับ 100.5 องศาตะวันออก

E_{qt} สมการของเวลา หรือผลต่างของเวลาสุริยะกับเวลาปกติ มีหน่วยเป็นนาฬิกา

j_d วันจูเลียนลำดับที่ของวันในหนึ่งปี

*equation of time แกนโลกเอียง บางเดือนเร็วบางเดือนช้า

กราฟติด - เดือนช้ากว่านาฬิกา + เดือนเร็วกว่านาฬิกา

SC

สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

$$t_s = t_l - 4(L_{gs} - L_{gl}) + E_{qt}$$

$$E_{qt} = 9.87(\sin 2B) - 7.53(\cos B) - 1.5(\sin B)$$

$$B = \frac{(360^\circ)(j_d - 81)}{364}$$

$$\omega = \pi(t_s - 12)/12$$

$$\delta = 23.45 \sin\left(\frac{(360)(284 + jd)}{365}\right)$$

$$\sin a_s = (\sin L_t)(\sin \delta) + (\cos L_t)(\cos \delta)(\cos \omega)$$

$$\sin r_s = \frac{(\cos \delta)(\sin \omega)}{(\cos a_s)}$$

$$\begin{aligned} \cos \theta &= (V_s^x, V_n^x) \\ &= (\sin \alpha_s)(\cos \beta) + (\cos \alpha_s)(\sin \gamma_s)(\sin \beta)(\sin \gamma_p) + (\cos \alpha_s)(\cos \gamma_s)(\sin \beta)(\cos \gamma_p) \end{aligned}$$

$$SC = \frac{E_{ew}}{E_{et\theta}}$$

$$E_{ew} = (A_{fu}/A_f)(E_{es})(\cos \theta) + (E_{ed})\left(\frac{(1 + \cos \beta)}{2}\right)$$

$$E_{et\theta} = (E_{es})(\cos \theta) + (E_{ed})\left(\frac{(1 + \cos \beta)}{2}\right)$$

SC

สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

$$\sin a_s = (\sin L_t)(\sin \delta) + (\cos L_t)(\cos \delta)(\cos \omega)$$

$$\sin r_s = \frac{(\cos \delta)(\sin \omega)}{(\cos a_s)}$$

$$\omega = \pi(t_s - 12)/12$$

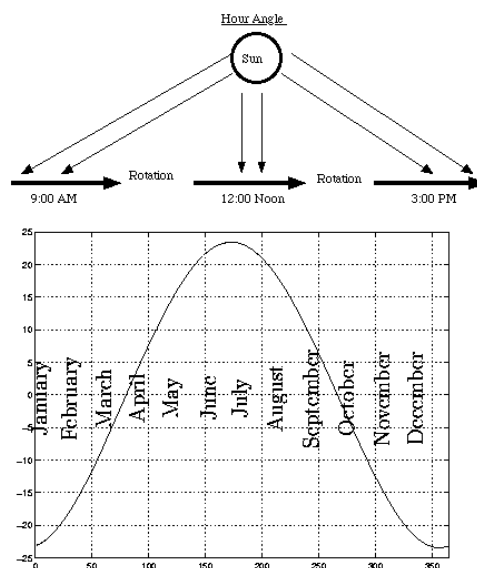
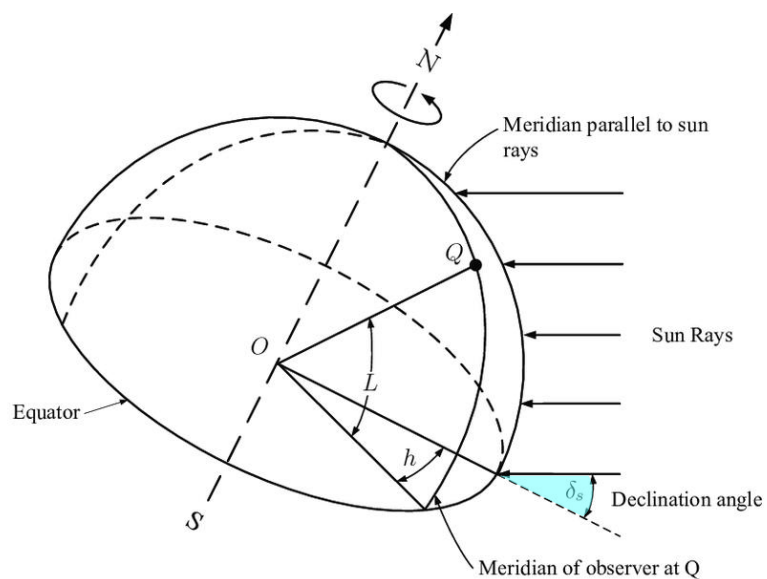
$$\delta = 23.45 \sin\left(\frac{(360)(284 + jd)}{365}\right)$$

J_d วันจูเลียนลำดับที่ของวันในหนึ่งปี

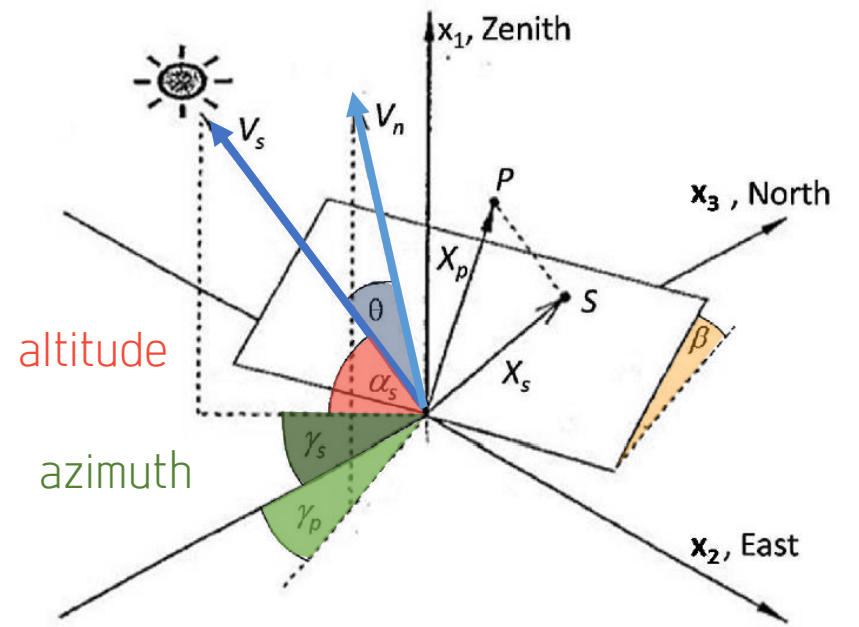
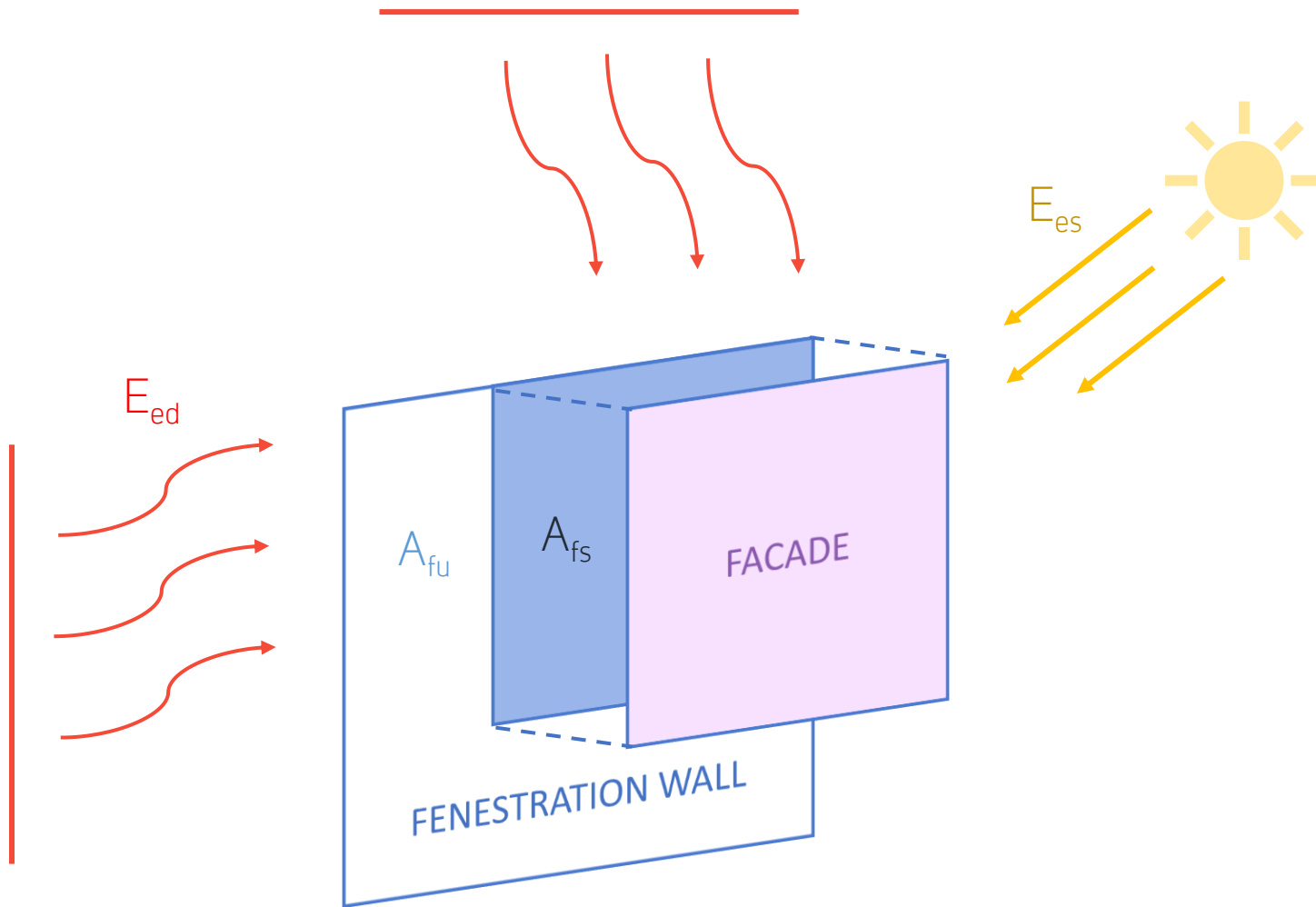
L_t เส้นรุ้ง (latitude) ของตำแหน่งที่พิจารณา เช่น กรุงเทพมหานคร ให้ใช้ค่าเท่ากับ ๑๓.๗ องศาเหนือ

δ มุมเบี่ยงของดวงอาทิตย์ หรือมุมเดคลิเนชัน (declination angle) มีหน่วยเป็นเรเดียน (rad)

ω มุมแกนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ก่อนหรือหลังเวลาเที่ยงสุริยะ (solar hour angle) มีหน่วยเป็นเรเดียน (rad)



δ มุมระหว่างแนวเส้นแวงอาทิตย์เมื่อเที่ยงสุริยะกับระนาบ
ศูนย์สูตร กำหนดให้มีค่าเป็นบวกเมื่อวัดไปทางทิศเหนือ
และมีค่าเป็นลบเมื่อวัดไปทางทิศใต้ มุมเดคลิเนชันมีค่า
เปลี่ยนไปทุกวันระหว่าง -23.45 องศา ถึง 23.45 องศา



$$\cos \theta = (V_s^x, V_n^x) = (\sin \alpha_s)(\cos \beta) + (\cos \alpha_s)(\sin \gamma_s)(\sin \beta)(\sin \gamma_p) + (\cos \alpha_s)(\cos \gamma_s)(\sin \beta)(\cos \gamma_p)$$

$$SC = \frac{E_{ew}}{E_{eto}}$$

$$E_{ew} = (A_{fu} / A_f) (E_{es})(\cos \theta) + (E_{ed}) \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right)$$

$$E_{eto} = (E_{es})(\cos \theta) + (E_{ed}) \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right)$$

E_{es} รังสีตรงของดวงอาทิตย์ (W/m^2)

E_{ed} รังสีกระจายของดวงอาทิตย์บนพื้นผิวแนวราบ (W/m^2)

β มุมเอียงของระนาบที่พิจารณา

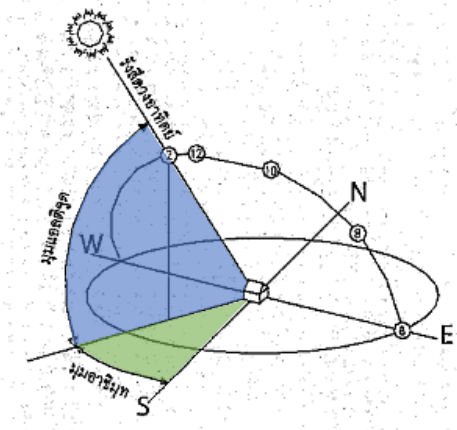
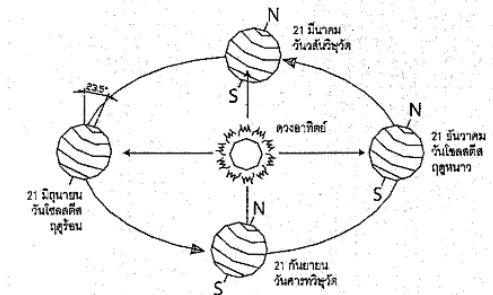
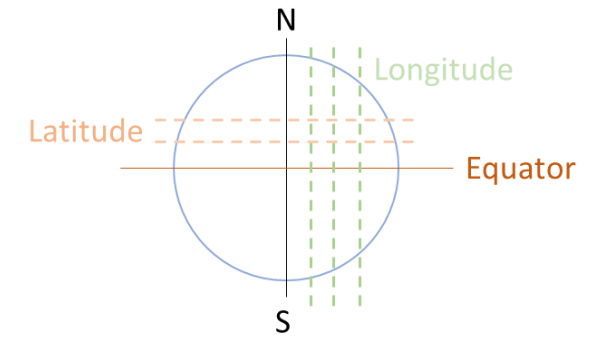
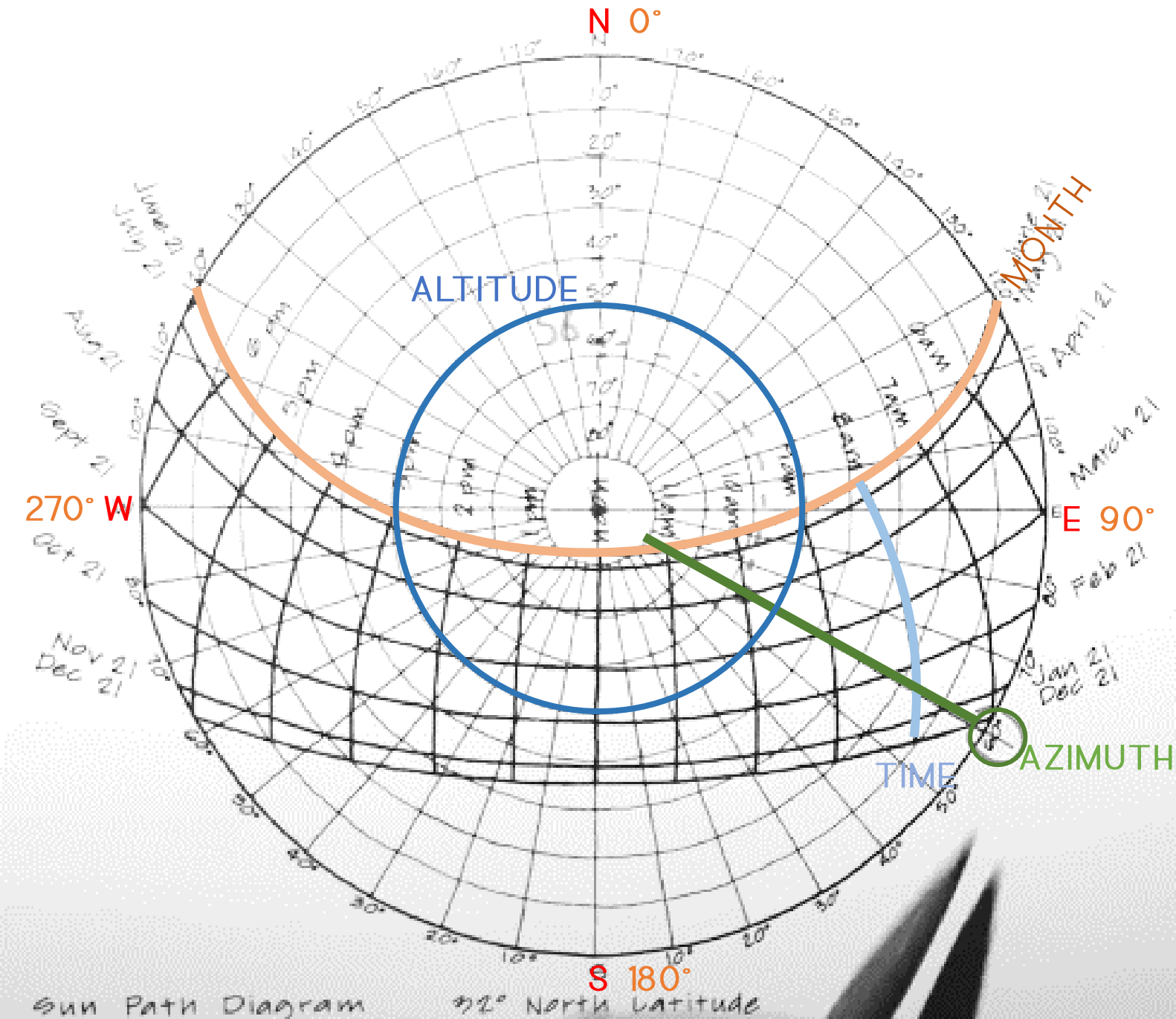
γ_p มุมอะซิมุท

$\cos \theta$ โคไซน์ของมุมระหว่างระนาบที่พิจารณากับทิศทางของดวงอาทิตย์ (โซลาร์เวกเตอร์)

E_{ew} รังสีอาทิตย์ที่ผ่านอุปกรณ์บังแดดบนหน้าต่าง (W/m^2)

E_{eto} รังสีรวมของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบบนหน้าต่าง (W/m^2)

SUN PATH DIAGRAM



SUN PATH DIAGRAM

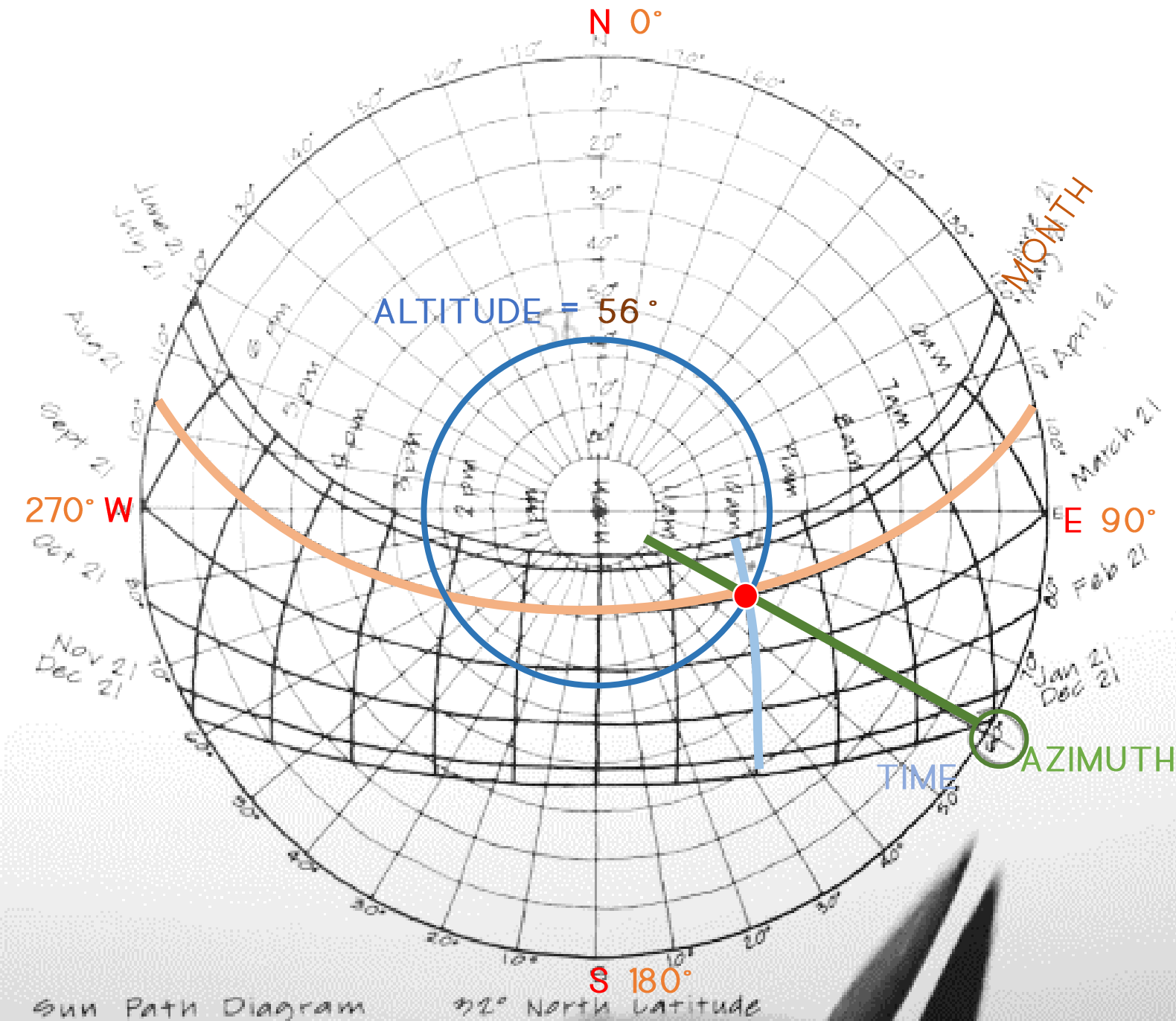
รู้เวลา สถานที่

ได้มุมอะซิมุท มุมเอเลติวูด

21ST AUGUST 10 AM

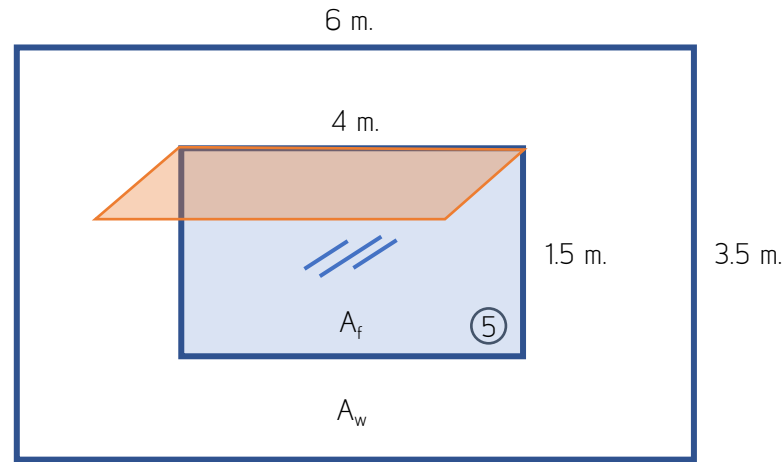
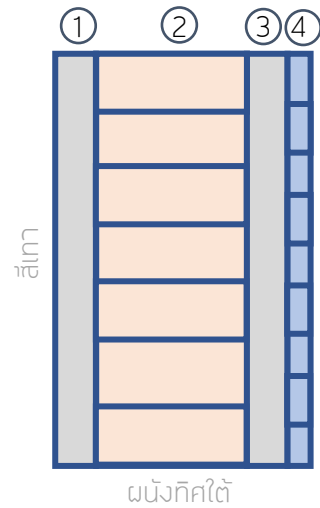
AZ N 120° E หรือ AZ S 60° E

ALTITUDE = 56°





Q N A : OTTV



1. ปูนฉาบ หนา 1.5 cm $\Delta x_1 = 0.015$ m.
 $k_1 = 0.72$ W/m °C
2. อิฐมวลเบา หนา 7.0 cm. $\Delta x_2 = 0.015$ m.
 $k_2 = 0.72$ W/m °C
3. ปูนฉาบ หนา 1.5 cm. $\Delta x_3 = 0.015$ m.
 $k_3 = 0.72$ W/m °C
4. กระเบื้องแกรนิต หนา 0.5 cm. $\Delta x_4 = 0.015$ m.
 $k_4 = 0.72$ W/m °C
5. กระจกสะท้อนแสงเคลือบไททาเนียม 30 % $\Delta x_5 = 0.06$ m.
 $k_5 = 0.931$ W/m °C
 $\rho_5 = 2500$ kg/m³
 $C_5 = 0.88$ kJ/kg °C

หาค่า OTTV

$$(U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

1. U_w

2. $1 - WWR$

3. TD_{eq}

ผนังทึบ

1. U_f

2. WWR

3. ΔT

ผนังโปร่งแสง

1. $SHGC$

2. SC

3. ESR

Facade

ผนังทึบ

$$(U_w)(1 - WWR)(TD_{eq}) = 2.793(0.714)(19.04) = 37.97 \text{ W/m}^2$$

1. หาค่า U_w

$$* R_T = R_o + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_3} + \frac{\Delta x_4}{k_4} + R_i$$

$$R_T = 0.044 + 0.021 + 0.148 + 0.004 + 0.120$$

$$R_T = 0.358 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$* U_w = \frac{1}{R}$$

$$U_w = \frac{1}{0.358} = 2.793 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$$

2. หาค่า $1 - WWR$

$$WWR = \frac{A_f}{A_w} = \frac{4.0 \times 1.5}{6.0 \times 3.5} = 0.286$$

$$1 - WWR = 1 - 0.286 = 0.714$$

3. หาค่า TD_{eq}

1. ปูนฉาบ $\Delta x_1 = 0.015 \text{ m.}$

$$\rho_1 = 1860 \text{ kg/m}^3$$

$$C_1 = 0.84 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$DSH_1 = (\rho_1)(c_1)(\Delta x_1)$$

$$= 23.436$$

2. อิฐมวลเบา $\Delta x_2 = 0.015 \text{ m.}$

$$\rho_2 = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$C_2 = 0.79 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$DSH_2 = (\rho_2)(c_2)(\Delta x_2)$$

$$= 88.48$$

3. ปูนฉาบ $\Delta x_3 = 0.015 \text{ m.}$

$$\rho_3 = 1860 \text{ kg/m}^3$$

$$C_3 = 0.84 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$DSH_3 = (\rho_3)(c_3)(\Delta x_3)$$

$$= 23.436$$

4. กระเบื้อง $\Delta x_4 = 0.015 \text{ m.}$

$$\rho_4 = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$C_4 = 0.72 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$$

$$DSH_4 = (\rho_4)(c_4)(\Delta x_4)$$

$$= 10.665$$

$$DSH = 23.436 + 88.48 + 23.436 + 10.665 = 146.017 \text{ kJ/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$U_w = \frac{1}{R_T}$$

$$R = \frac{\Delta x}{k}$$

$$R_T = R_o + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$

$R_o = 0.044$ ผนังด้านนอก สปส.การแผ่รังสีสูง

$R_i = 0.120$ ผนังด้านใน สปส.การแผ่รังสีสูง

$$DSH_i = (\rho_i)(c_i)(\Delta x_i)$$

$\alpha = 0.7$ ผนังสี่เหลี่ยมผืนผ้า

มุมเอียง 90°

ทิศใต้

เอาไปหาค่า TD_{eq} ในตาราง (DSH มาก TD_{eq} น้อย)

DSH	TD_{eq}
100	20.1
146.017	X
200	17.8

$$\frac{x - 20.1}{17.8 - 20.1} = \frac{146 - 100}{200 - 100}$$

$$\frac{x - 20.1}{-2.3} = \frac{46}{100}$$

$$x - 20.1 = -1.06$$

$$x = 19.04$$

$$TD_{eq} = 19.04 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$(U_f)(WWR)(\Delta T) = 5.868(0.268)(5) = 8.391 \text{ W/m}^2$$

1. หาค่า U_f

$$* R_{Tf} = R_o + \frac{\Delta x_f}{k_f} + R_i$$

$$R_{Tf} = 0.044 + \frac{0.006}{0.931} + 0.120$$

$$R_{Tf} = 0.1704 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$* U_w = \frac{1}{R}$$

$$U_w = \frac{1}{0.1704} = 5.868 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$$

2. หาค่า WWR

$$WWR = \frac{A_f}{A_w} = \frac{4.0 \times 1.5}{6.0 \times 3.5} = 0.286$$

3. หาค่า ΔT

ดูกฎหมายหน้า 13 ตาราง 1.6 : สถานศึกษา ห้าง อาคารชุมนุมคน = 5 °C

$$U_f = \frac{1}{R_{Tf}}$$

$$R = \frac{\Delta x}{k}$$

$$R_{Tf} = R_o + \frac{\Delta x}{k} + \frac{\Delta x}{k} + \dots + \frac{\Delta x}{k} + R_i$$

$R_o = 0.044$ ผนังด้านนอก สปส.การแผ่รังสีสูง

$R_i = 0.120$ ผนังด้านใน สปส.การแผ่รังสีสูง

กระจกสะท้อนแสงเคลือบไททาเนียม 30 %

$$\Delta x_5 = 0.06 \text{ m.}$$

$$k_5 = 0.931 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\rho_5 = 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$C_5 = 0.88 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$(WWR)(SHGC)(SC)(ESR) = 2.793(0.714)(19.04) = 37.97 \text{ W/m}^2$$

1. หาค่า SHCG

$$SHCG = 0.35$$

2. หาค่า SC

$$B = \frac{(360^\circ)(80-81)}{364} = -0.989$$

$$E_{qt} = 9.87(\sin 2B) - 7.53(\cos B) - 1.5(\sin B) = -7.21 \text{ min (เวลาช้ากว่าดวงอาทิตย์)}$$

$$\begin{aligned} t_s &= t_l - 4(L_{gs} - L_{gl}) + E_{qt} \\ &= 10:00 - 4(105 - 99) + (-7.21) \\ &= 9.29 \rightarrow 9\frac{29}{60} = 9.48 \text{ min} \end{aligned}$$

$$\omega = \pi(9.48 - 12)/12 = -0.660 \text{ radian}$$

$$\delta = 23.45 \sin\left(\frac{(360)(284+80)}{365}\right) = 1.186 \text{ radian}$$

$$\sin a_s = (\sin L_t)(\sin \delta) + (\cos L_t)(\cos \delta)(\cos \omega) \quad \sin \gamma_s = \frac{(-\cos \delta)(\sin \omega)}{(\cos a_s)}$$

หา altitude กับ azimuth แล้วเอามาหา $\cos \theta$ หา E_{ew} กับ $E_{et\theta}$ แล้วหา SC

$$SC = 0.75$$

3. หาค่า ESR

$$ESR = 267.41 \text{ W/m}^2$$

ESR ดูจากตาราง มุมทางด้านทิศใต้ มุมเอียง 90°

กระจกสะท้อนแสงเคลือบไททาเนียม 30 % SHCG = 0.35

$$t_s = t_l - 4(L_{gs} - L_{gl}) + E_{qt}$$

$$E_{qt} = 9.87(\sin 2B) - 7.53(\cos B) - 1.5(\sin B)$$

$$B = \frac{(360^\circ)(j-81)}{364}$$

$$\omega = \pi(t_s - 12)/12$$

$$\delta = 23.45 \sin\left(\frac{(360)(284+jd)}{365}\right)$$

$$\sin a_s = (\sin L_t)(\sin \delta) + (\cos L_t)(\cos \delta)(\cos \omega)$$

$$\sin \gamma_s = \frac{(\cos \delta)(\sin \omega)}{(\cos a_s)}$$

t_l 10:00

L_{gs} เส้นแนวหลักมาตรฐานสำหรับประเทศไทยเท่ากับ 105 องศาตะวันออก

L_{gl} เส้นแนวของตำแหน่งที่พิจารณา เชียงใหม่เท่ากับ 99 องศาตะวันออก

J_d วันที่ 21 มีนาคม = 80

