

801333

# BUILDING & ENERGY SYSTEM 1

MIDTERM



FIRE



PLUMBING



VISION LIGHT & LIGHTING



AIR CONDITIONING



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) CO<sub>2</sub>                            (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  $\geq 6.00$  m.

ข้อ 18. มีระบบป้องกันเพลิงไหม้ประกอบด้วย ระบบท่อน้ำดับเพลิง

ข้อ 19. ติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับประเภทของวัสดุที่มีในแต่ละชั้น โดยให้มี 1 เครื่องต่อ  $\leq 1,000$  m<sup>2</sup> ทุกระยะ  $\leq 45$  m ไม่  $\leq 1$  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

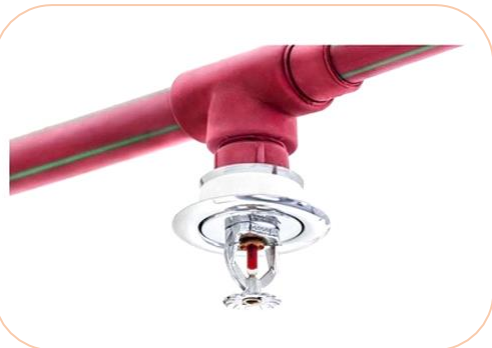
### กำหนดประเภทและระบบความปลอดภัยของอาคารที่ใช้เพื่อประกอบกิจการเป็นสถานบริการ (พ.ศ.2555)

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 หัวต่อเป็นหัวต่อสวมเร็วตัวผู้พร้อมฝาครอบและโซ่ประกอบถาวรกับหัวรับน้ำดับเพลิงด้วยเกลียวมีลิ้นกั้นกลับภายในหัวรับน้ำจะต้องมีหัวต่ออย่างน้อย 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 ตู้ซ่อมรถยนต์ 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 ตู้ซ่อมรถยนต์ ห้องมันคง 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)

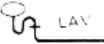
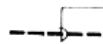


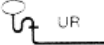



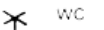






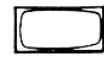
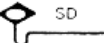



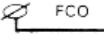


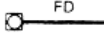


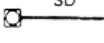
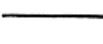


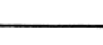

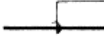
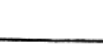




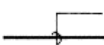
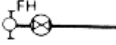


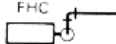

- Fire Monitoring
- Fire Protection
- Smoke Control

คำย่อระบบสุขาภิบาลพอสังเขป

• BT	BATH TUB	• RD	ROOF DRAIN
• BP	BOOSTER PUMP	• S	SOIL PIPE
• CI	CAST IRON PIPE	• SD	SHOWER DRAIN
• CO	CLEAN OUT	• SH	SHOWER
• CW	COLD WATER	• SMC	SIAMESE CONNECTION
• FCO	FLOOR CLEAN OUT	• SS	SERVICE SINK
• FD	FLOOR DRAIN	• UR	URINAL
• FH	FIRE HYDRANT	• V	VENT PIPE
• FHC	FIRE HOSE CABINET	• VTR	VENT THROUGH ROOF
• HB	HOSE BIBB		
• KS	KITCHEN SINK	• W	WASTE PIPE
• LAV	LAVATORY	• WC	WATER CLOSET
• P or WP	WATER PUMP	• WT	WATER TANK
• PT			



## แบบและสัญลักษณ์ของระบบท่อ

	LAV	LAVATORY, ISOMETRIC		V	VENT LINE		SIAMESE CONNECTION		WC	WATER CLOSET, FLUSH VALVE
	UR	URINAL, ISOMETRIC		F	FIRE LINE		FLOW SWITCH		UR	URINAL
	WC	WATER CLOSET, ISOMETRIC		A	COMPRESSED AIR LINE		PRESSURE REDUCING VALV		LAV	LAVATORY
	FD	FLOOR DRAIN, ISOMETRIC		FOS	FUEL OIL SUPPLY		RELIEF VALVE		BT	BATH TUB
	SD	SHOWER DRAIN, ISOMETRIC		FOR	FUEL OIL RETURN		ROOF DRAIN		SH	SHOWER HEAD
	FCO	FLOOR CLEANOUT, ISOMETRIC		ST	STEAM PIPE		CONNECTION, BOTTOM			
	FD	FLOOR DRAIN, PLAN		CR	CONDENSATE RETURN PIPE		CONNECTION, TOP			
	SD	SHOWER DRAIN, PLAN			GATE VALVE		ELBOW, TURNED DOWN			
	FCO	FLOOR CLEANOUT, PLAN			CHECK VALVE		ELBOW, TURNED UP			
	W OR S	WASTE, SOIL, OR LEADER			PRESSURE GAUGE		STRAINER			
	CW	COLD WATER			FLEXIBLE CONNECTOR		WATER PUMP			
	HS	HOT WATER SUPPLY		FH	OUTDOOR FIRE HYDRANT, 2-WAY		STEAM TRAP			
	HR	HOT WATER RETURN		FHC	FIRE HOSE CABINET		WC			WATER CLOSET, FLUSH TANK

## ท่อ (Pipe)

- ท่อโลหะ

1. ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe)

มีเกลียว อาจมีสนิม ตะกรัน ใช้กับ หอ อาคารใหญ่ๆ

2. ท่อเหล็กดำ

ไม่มีเกลียว(เชื่อมเอา) รับนน.ได้ดี ใช้งานอค์คัย แรงดันน้ำสูงมากๆ

3. ท่อทองแดง

ไม่มีเกลียว(เชื่อมเอา) บาง แพง กระจายความร้อนได้ดี(หุ้มฉนวนด้วย)

- ท่อโลหะ

1. PVC

ไม่มีเกลียว(ใช้กาบ) หลอมกับเส้นPVC ไม่ควรใช้กับตึกใหญ่

2. PPR(เขียว)

ทนร้อน > PVC แพง มีเกลียวทองเหลืองข้างใน ทน สะอาด 3-95°C กรองน้ำประปา

3. PE

ยืดหยุ่น > PVC

4. HDPE

แข็งแรง > PE รดกับคันตัวได้ แพง

### ท่อเหล็กนุ PE

ใช้ได้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น รับแรงดันได้สูง ไม่เป็นสนิม

## ระบบจ่ายน้ำใช้และเครื่องสูบน้ำ

- เครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ

ทรงกระบอก - มีดัดอัดความดันภายใน ช่วยหน่วง ประหยัดไฟ แรงดันไม่คงที่

ทรงสี่เหลี่ยม - เปิดที่ทำงานที่ แรงดันคงที่ น้ำนุ่มนวลสม่ำเสมอ

แรงดันคงที่ชนิดสี่เหลี่ยมแพงกว่า 500 - 1000 บาท

- เครื่องสูบบแบบหอยโข่ง

เปิดปิดทำงานทันที ถ้ารั่วจะทำงานทั้งวัน อาคาร 1 - 3 ชั้น ตึกสูง ส่งน้ำได้

แรง ซ้อดัดอัดความดันแยก ป้อนน้ำไปเก็บบนดาดฟ้าได้ดี

- SUBMERSIBLE PUMP ปั๊มแช่

ใช้งานได้โดยไม่ต้องติดตั้งกับตู้ควบคุม เพียงรุ่มลงไปในน้ำเครื่องก็จะส่ง

แรงดันเพื่อส่งน้ำออกไป

## ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำร้อนและน้ำเย็นต่อวัน

Type of building	Consumption per occupant		Peak demand per occupant		Storage per occupant	
	liter/day	gal/day	liter/hr	gal/hr	liter	gal
Factories (no process)	22 - 45	5 - 10	9	2	5	1
Hospitals, general	160	35	30	7	27	6
Hospitals, mental	110	25	22	5	27	6
Hostels	90	20	45	10	30	7
Hotels	90 - 160	20 - 35	45	10	30	7
Houses and flats	90 - 160	20 - 35	45	10	30	7
Offices	22	5	9	2	5	1
Schools, boarding	115	25	20	4	25	5
Schools, day	15	3	9	2	5	1

Given from the program: Occupancy as 40 occupants

From the table above, the consumption per occupant for a office building: **5 gal/day per occupant of hot water**

we get a **total hot water usage: 200 gal/day**

and since the estimated total necessary water supply is 21.5 GPM and for a 10 hours operation daily

the total water usage:  $21.5 \text{ GPM} \times 60 \text{ min/hr} \times 10 \text{ hr/day} = 12,900 \text{ gal/day}$

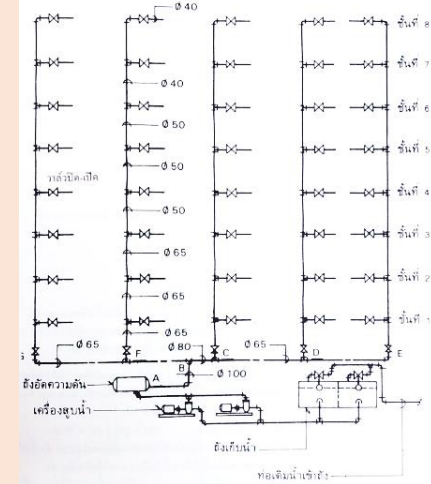
subtracting the hot water usage from the total water supplied in a day gives the **total cold water usage: 12,700 gal/day**.

## Hunter's Curve Pump Flow Rate by Water Factors for offices, schools and apartment

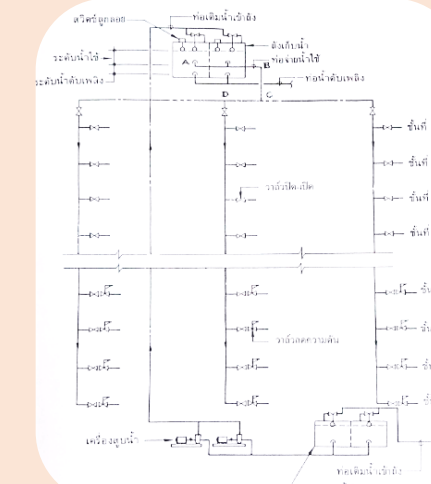
FU	Hunter, gpm	Percent factor	Adjusted, gpm	Minimum, gpm
Up to 400	125	100	125	
401-600	155	87	135	130
601-900	195	75	145	140
901-1200	235	64	150	150
1201-1500	270	63	170	155
1501-2000	330	61	200	175
2001-2500	385	60	230	205
2501-3000	435	59	255	235
3001-4000	550	58	320	260
4001-5000	675	56	380	325
5001-6000	775	56	435	385

## การจ่ายน้ำ

### Pressurize system (up feed จ่ายน้ำขึ้น)



### Gravity feed system (down feed จ่ายน้ำลง)



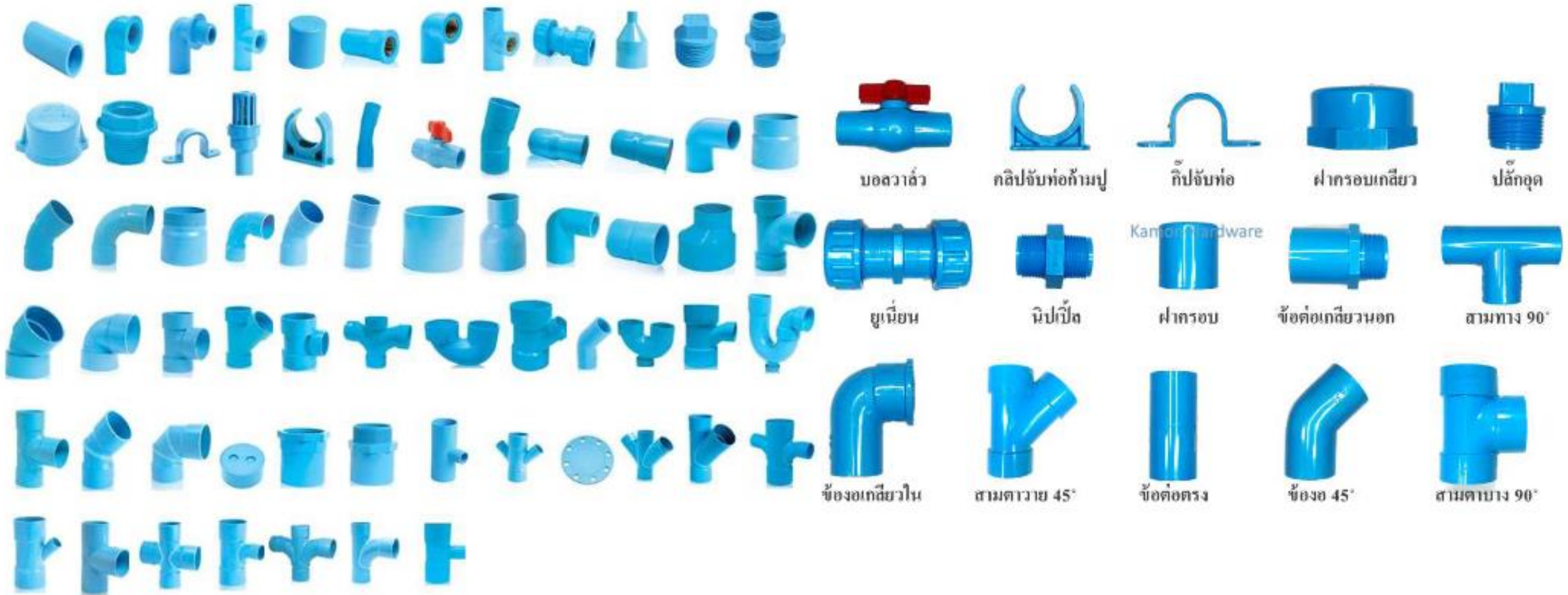
## การเดินท่อน้ำดี

- มี gate valve หน้าห้องกับตรงเกือบถึงสุขภัณฑ์/อ่างล้างหน้า
- เลี้ยวท่อ 90 องศาเสมอ (น้ำมีความดัน)
- ใช้ท่อสั้นที่สุด
- ไม่ติดออกนอกขอบเขตผนังห้อง ห่างผนัง 25 cm.
- เดินท่อน้ำผ่านฝ้าเพดาน
- ท่อน้ำลดขนาดลงเรื่อย ๆ : ท่อ 1 นิ้ว สุขภัณฑ์ 9 ตัว
  - 5 ตัวแรก 3/4 นิ้ว
  - 4 ตัวหลัง 1/2 นิ้ว

## การเดินท่อน้ำเสีย

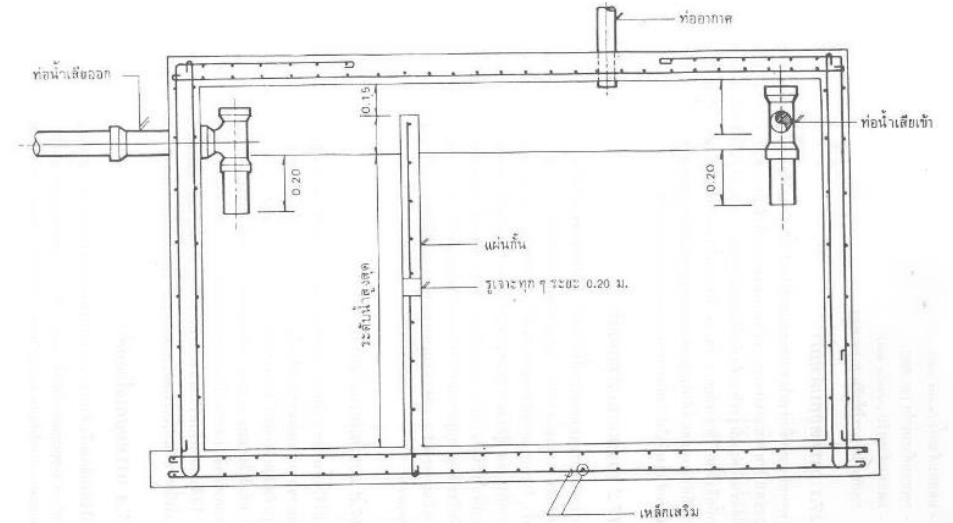
- ใช้ข้อต่อ 45 ไม่สวนทางท่อใหญ่
- ใช้ข้อต่อ 45 2ตัวแทนข้อต่อ 90
- ต่อกับท่อ vent
- Back vent อยู่ในผนัง
- ขนาดท่อ LAV, UR 2"
  - WC 4"
  - BT, FD, FCO, SD 2"
- ท่อ slope 1 : 100 ไม่เกิน 1 : 50
  - Soil 1 : 50
  - Waste . Vent 1 : 100

## ข้อต่อของระบบท่อ

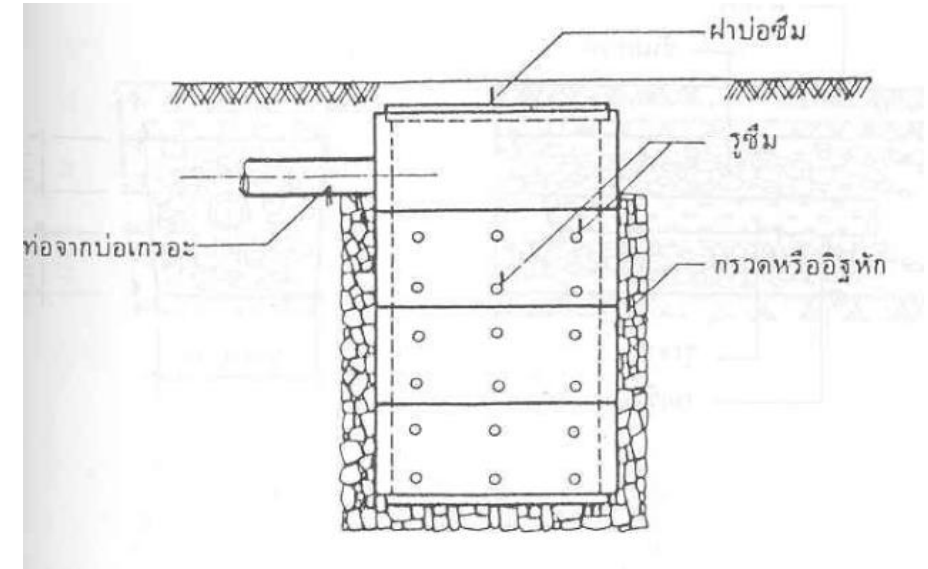


Waste Water Treatment

- ถังหรือบ่อดักไขมัน(Grease Trap)

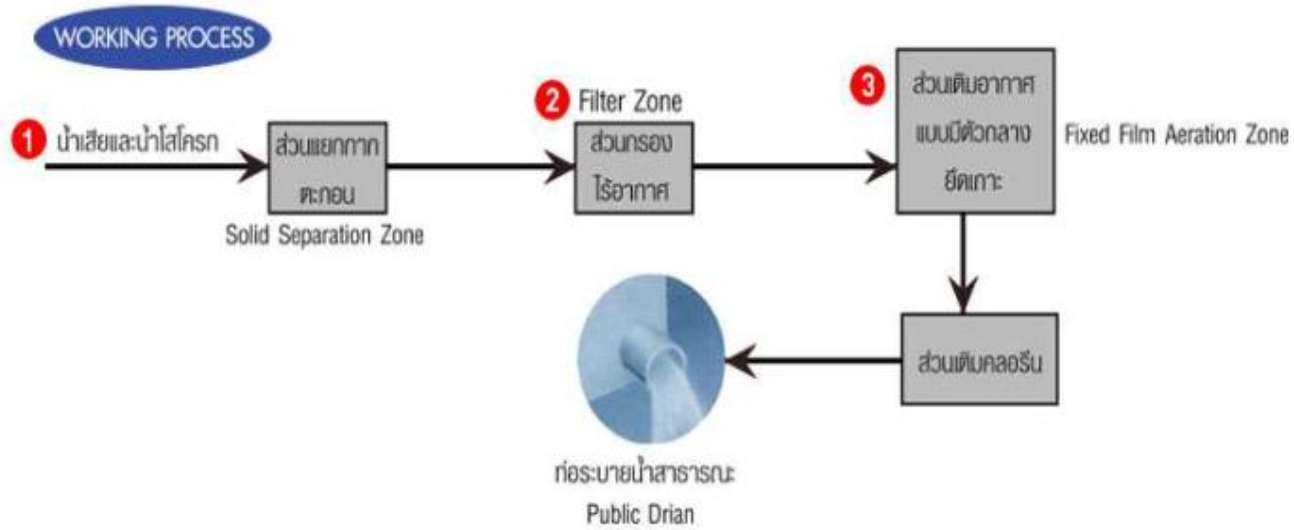


## บ่อซึมตามครัวเรือน

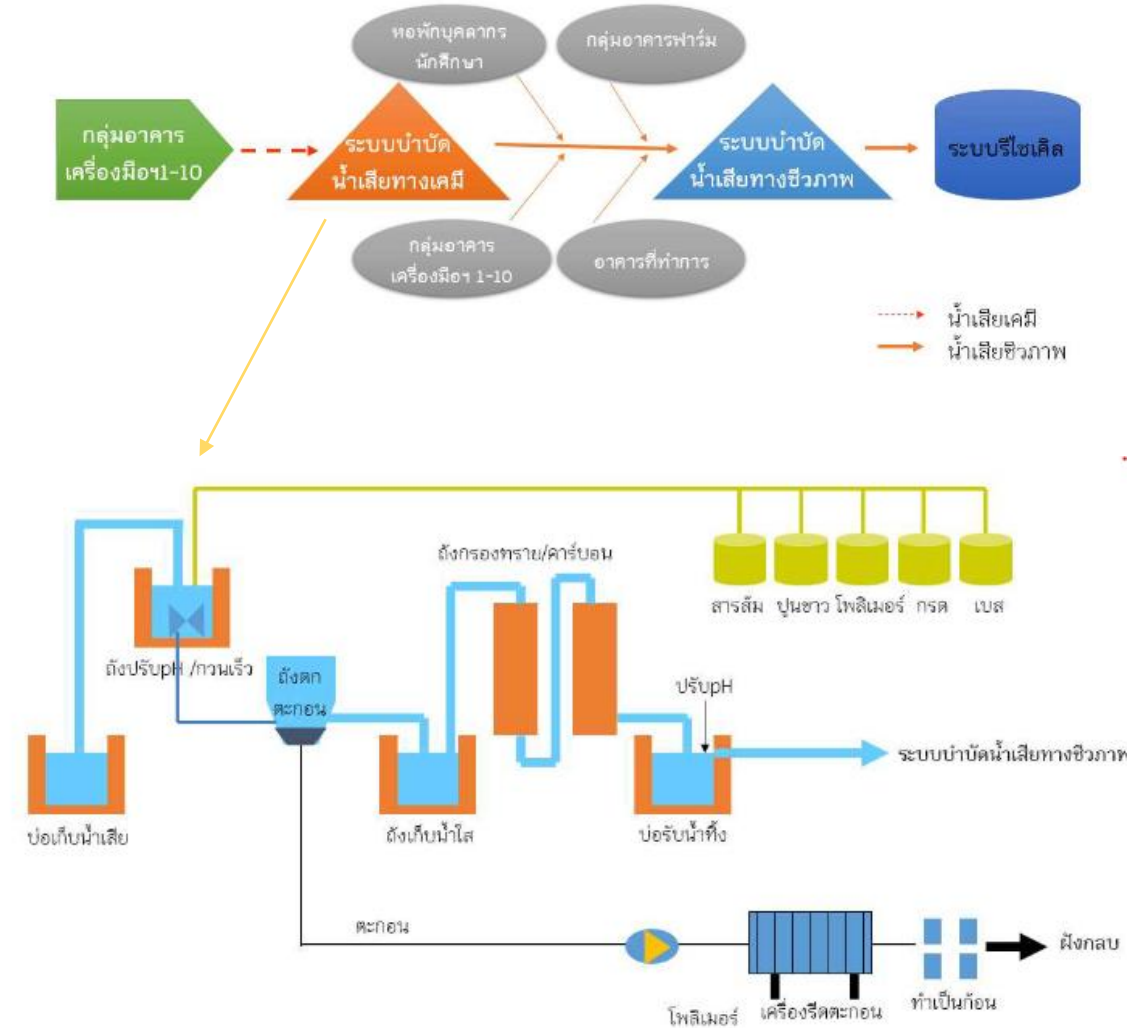


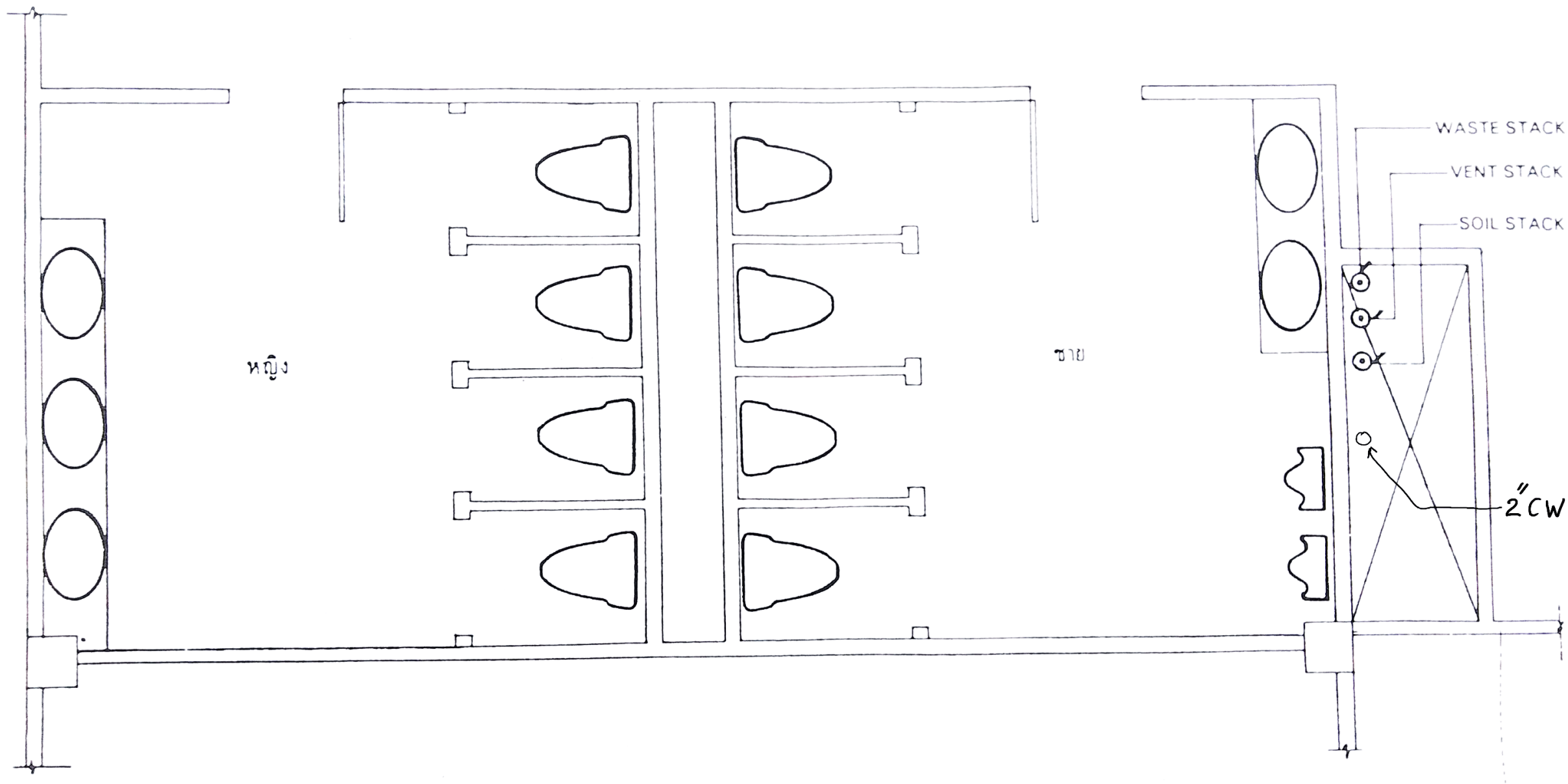


## ขบวนการบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ



## น้ำเสียเคมี และ น้ำเสียชีวภาพ

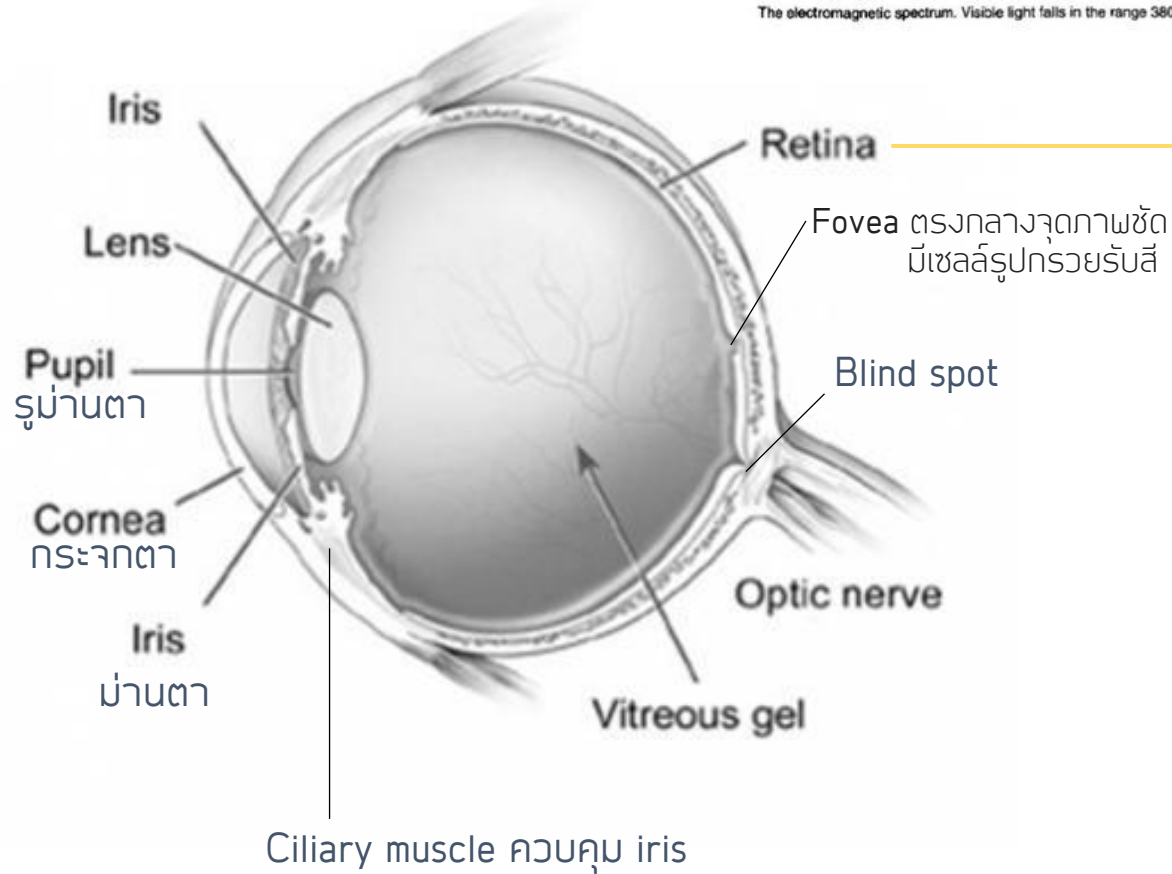
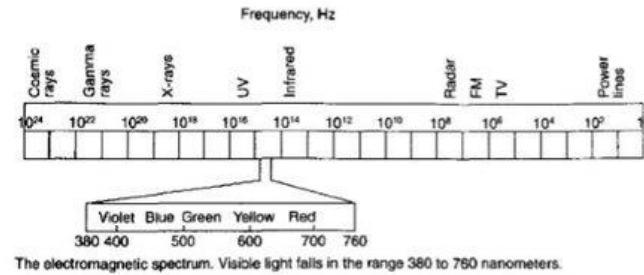






ม่วง แดง

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

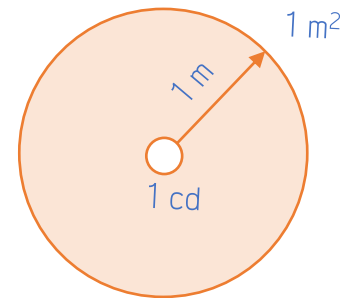
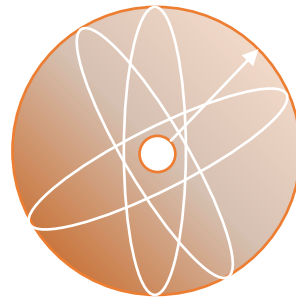
- ส่องแสงเป็น sphere 360 องศา
- $1 \text{ cd} = 12.57 \text{ lumen}$

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

- แสงเป็นจุด  $1 \text{ cd}$  กระทบ  $1 \text{ m}^2$  ที่ระยะ  $1 \text{ m}$ .

Luminance(L) ;  $\text{cd/m}^2$  ความสว่าง

- แสงเป็นพื้นผิว ความสว่างที่สะท้อนจากวัสดุ เช่น แสงจากจอรับภาพโปรเจคเตอร์สะท้อนเข้าตา



# Light Sources

## Blackbodies

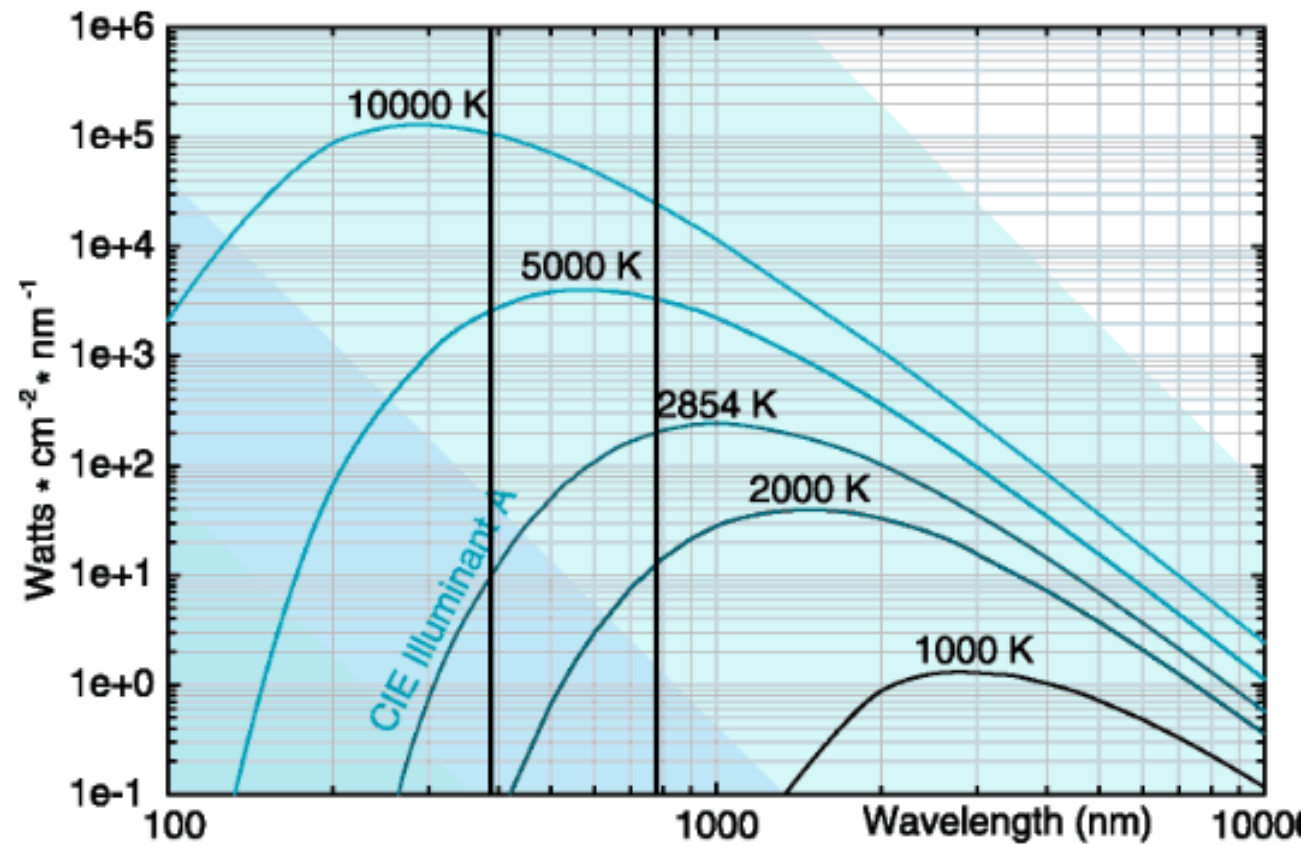


Fig. 5.1 Blackbody radiation at several color temperatures.

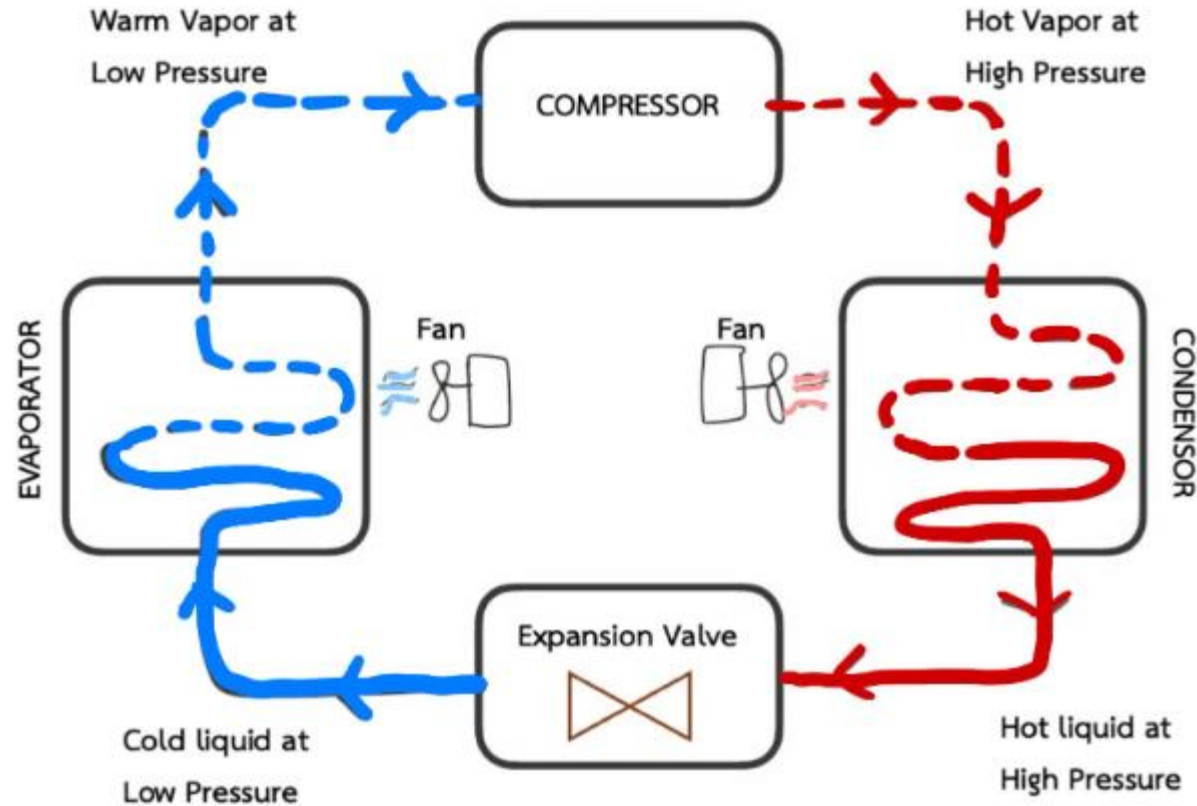
#### จากทฤษฎีความร้อน/Thermodynamic Process:

- ความร้อนจะเคลื่อนที่จากระบบที่มีอุณหภูมิสูงไปต่ำ --- น้ำ/พา/แผ่
- อากาศที่มีอุณหภูมิสูงสามารถอุ้มน้ำได้มากกว่าอากาศอุณหภูมิต่ำ >> ค่า%RHเท่ากัน อากาศร้อนจะรู้สึกชื้นกว่าอากาศเย็น

#### จาก Psychrometric Chart เข้าใจเรื่องคุณสมบัติของอากาศ:

- การปรับอากาศคือการเปลี่ยนคุณสมบัติทางอากาศ(เพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย)
- กระบวนการทำความเย็นคือการ ลดอุณหภูมิและลดความชื้น (Sensible Heat และ Latent Heat)
- การเปลี่ยนคุณสมบัติทางอากาศ จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งใน Chart จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าเอนทัลปีซึ่งส่งผลให้เกิดเพิ่มหรือลดการใช้พลังงาน

# Refrigerant Cycle กระบวนการทำความเย็น



There is no such thing as cold — only the absence of heat

The refrigeration cycle contains four major components:

1. Compressor
2. Condenser
3. Expansion device
4. Evaporator

Refrigerant Cycle >> <https://www.youtube.com/watch?v=SfuSzBja8QA>

Expansion Valve >> <https://www.youtube.com/watch?v=HgH1MSWakgo>

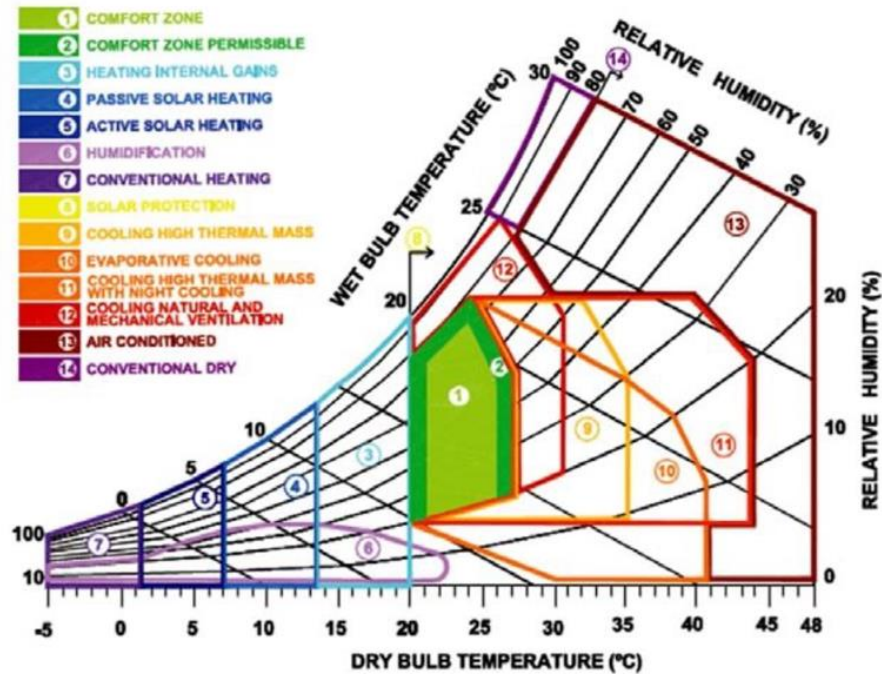
# Air Conditioner-Types ชนิดเครื่องปรับอากาศ

Window Type	เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง
Split Type	เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
Package Unit	เครื่องปรับอากาศแบบชุด
Chiller	ระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็น

ระบบปรับอากาศที่อาจมีการเรียกในแบบอื่นๆหรือเรียกตามผู้ผลิต

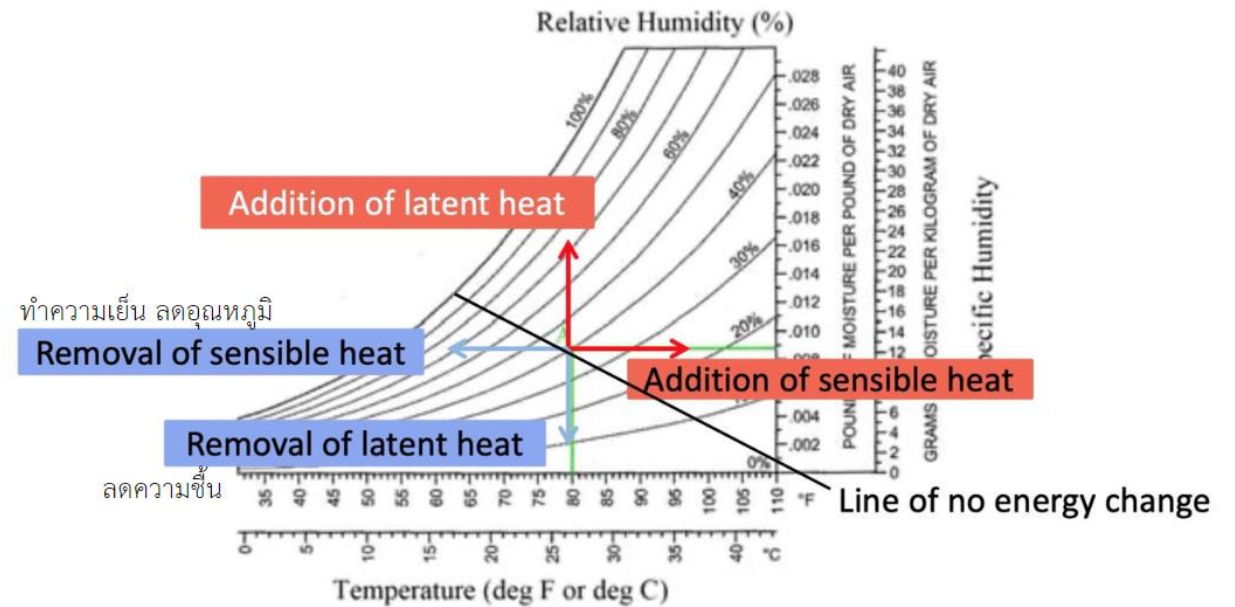
- ระบบ VRV/VRF (Variable Refrigerant Volume/Flow)
- ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central Air-conditioning System)
- ระบบ AHU (Air Handling Unit)
- เรียกตามตำแหน่งตัวปล่อยลมเย็น (Fan Coil Unit)

แสดง Comfort Zone และการปรับอากาศ



Psychrometric chart ที่นำมาใช้เป็น Building Bioclimatic Chart (Givoni 1992)

แสดงการใช้พลังงานในการปรับอากาศ (ระบบทำความเย็น)





# ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1

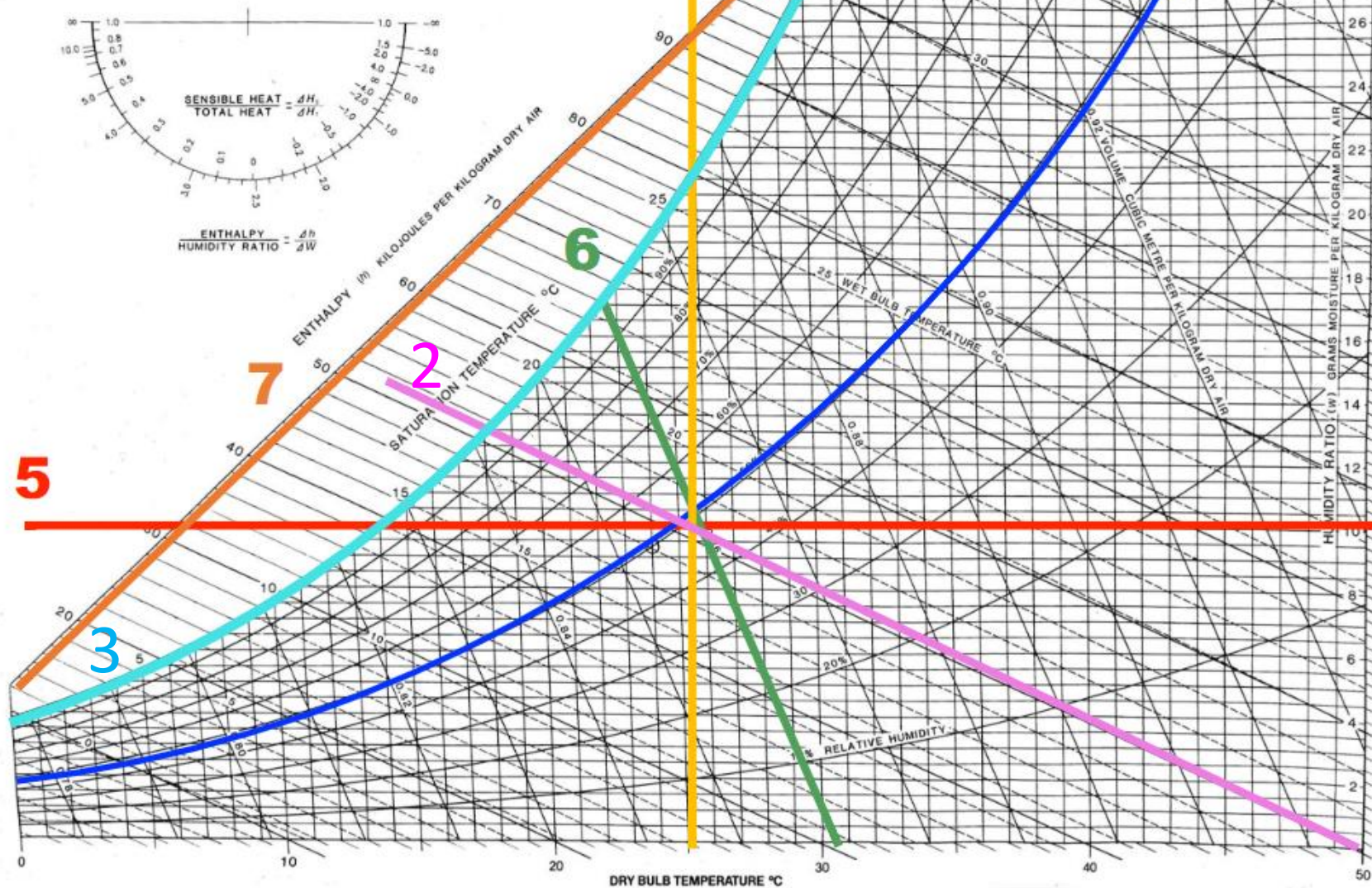
NORMAL TEMPERATURE SEA LEVEL

BAROMETRIC PRESSURE 101.325 kPa.



COPYRIGHT 1992

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.



## คุณสมบัติของอากาศ

- อุณหภูมิกระเปาะแห้ง  
Dry Bulb Temperature
- อุณหภูมิกระเปาะเปียก  
Wet Bulb Temperature
- อุณหภูมิจุดน้ำค้าง  
Dew Point Temperature
- ความชื้นสัมพัทธ์  
Relative Humidity, %RH
- อัตราส่วนความชื้น  
Humidity Ratio,  $w=g/Kg$
- ปริมาตรจำเพาะคงที่  
Specific volume,  $v=m^3/Kg$

## การใช้พลังงานในการปรับอากาศ

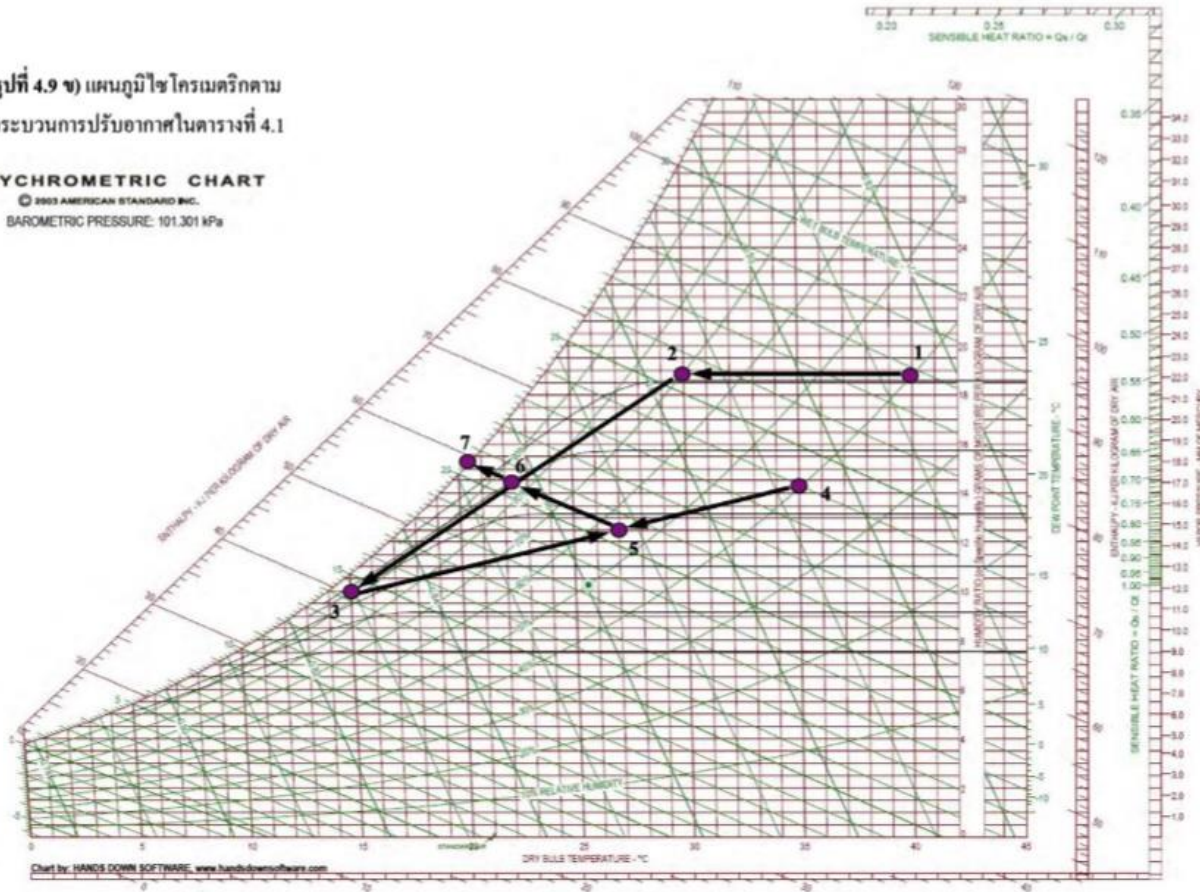
- ค่าเอนทัลปี  
Enthalpy,  $h=KJ/Kg$



# แสดงการใช้พลังงานในการปรับอากาศ (ระบบทำความเย็น)

รูปที่ 4.9 ข) แผนภูมิไซโครเมตริกตาม  
กระบวนการปรับอากาศในตารางที่ 4.1

PSYCHROMETRIC CHART  
© 2003 AMERICAN STANDARD INC.  
BAROMETRIC PRESSURE: 101.301 kPa



ตารางที่ 4.1 กระบวนการปรับอากาศ

ตำแหน่งใน รูปที่ 4.9 ข	กระบวนการ	วิธีการ	อุณหภูมิกระเปาะ แห้ง (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	เอนทาลปี (kJ/kg)	การเปลี่ยนแปลง เอนทาลปี(kJ/kg)
1→2	การทำความเย็น	คอยล์เย็น	40→30	40→70	88→78.5	9.5
2→3	การทำความเย็น และลดความชื้น	คอยล์เย็นทำความเย็น และเกิดการกลั่นตัว	30→15	70→93	78.5→40	38.5
3+4→5	การผสมระหว่าง อากาศ 2 สภาวะ	กระเปาะแห้ง 35°C กระเปาะเปียก 24°C 7 อยู่ระหว่าง 5 และ 6 และใช้สัดส่วนของ อากาศที่ไหล	27	56	59	19
5→6	การทำความเย็น แบบระเหย	ตัวทำความเย็นแบบ ระเหยเชิงพาณิชย์ (อุณหภูมิกระเปาะเปียก คงที่) ประสิทธิภาพ 80%	27→21.5	56→90	59	0
5→7	การทำความเย็น แบบระเหยและเกิด การกลั่นตัว	บนเส้นอิ่มตัว	27→20.5	56→100	59	0

Zoom

## 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 - ผลการดูดกลืนรังสีภายใน  
 การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ผนังทึบ ( $^\circ C$ )

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

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

สมการผนังโปร่งแสง - 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 ( $(m^2 \cdot ^\circ C)/W$ )

$\Delta x$  ค.หนาวัสดุแต่ละชนิดที่ประกอบเป็นผนังอาคาร (m.)

$k$  สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด

$DSH$  ผลคูณของความหนาแน่น( $\rho$ )และความร้อนจำเพาะ( $c$ )

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

$WWR$

$\Delta T$  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  
 ( $(m^2 \cdot ^\circ C)/W$ )

$\Delta x$  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

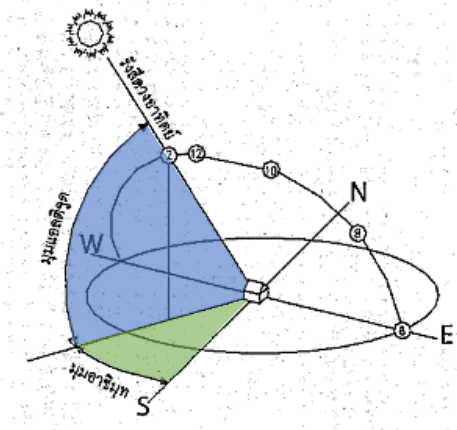
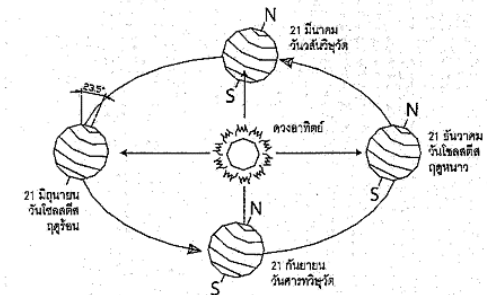
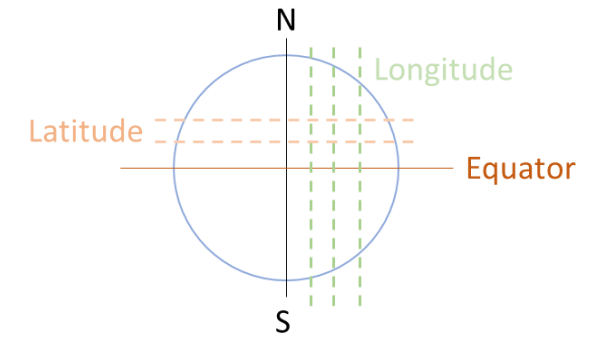
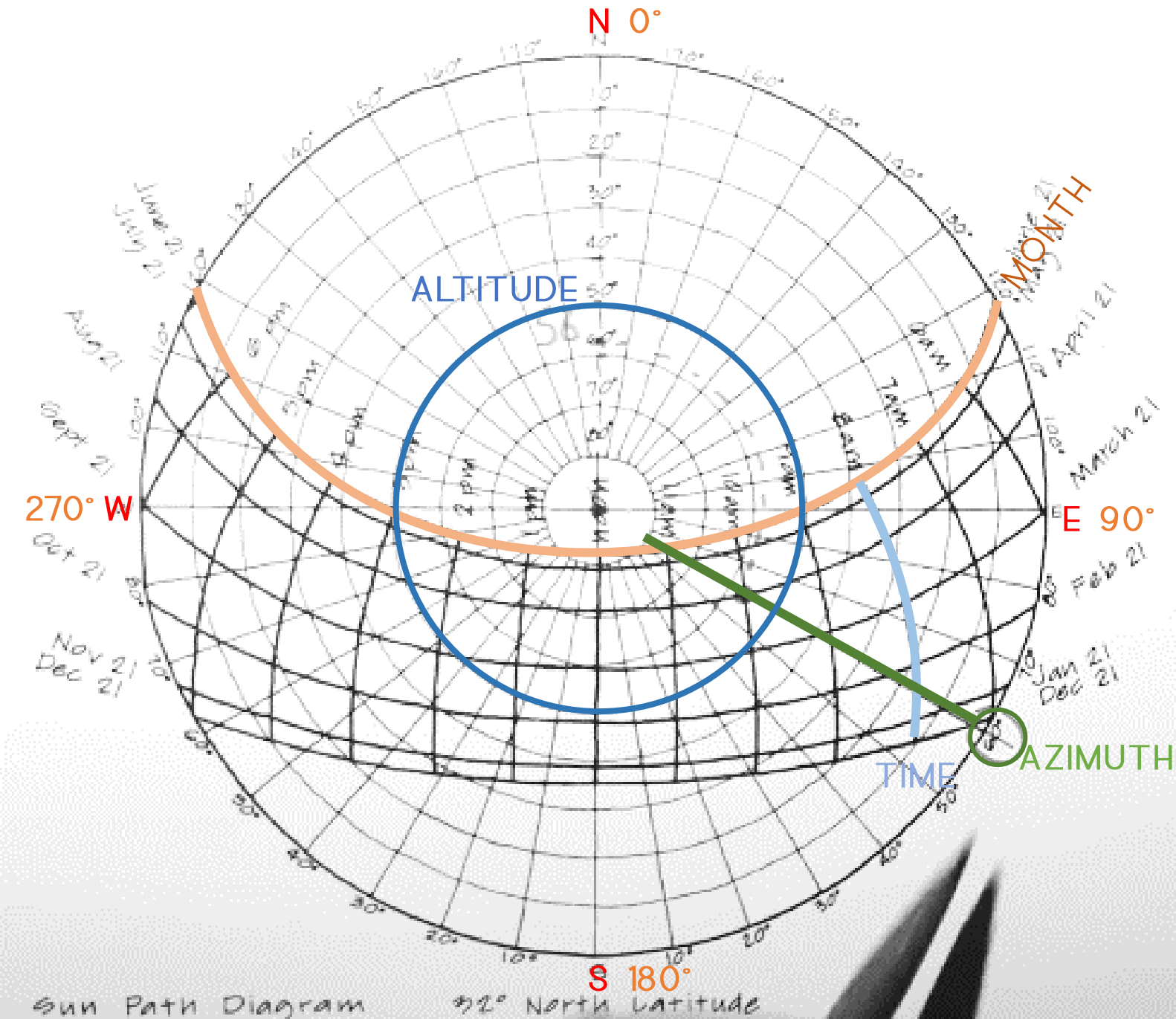
$E_{qt}$  สมการของเวลา หรือผลต่างของเวลาสุริยะกับเวลาปกติ มีหน่วยเป็นนาฬิกา

$j_d$  วันจูเลียนลำดับที่ของวันในหนึ่งปี

\*equation of time แกนโลกเอียง บางเดือนเร็วบางเดือนช้า

กราฟติด - เดือนช้ากว่านาฬิกา + เดือนเร็วกว่านาฬิกา

## SUN PATH DIAGRAM



## SUN PATH DIAGRAM

รู้เวลา สถานที่

ได้มุมอะซิมุท มุมเอเลติวูด

21<sup>ST</sup> AUGUST 10 AM

AZ N 120° E หรือ AZ S 60° E

ALTITUDE = 56°

