

# คำนำ

“พือกเกิดบุคคล ENGINEERING REFERENCE ฉบับคู่มือวิศวกรรมฉบับนี้ บริษัท มิราเคิล อินเตอร์เนชั่นแนล เทคโนโลยี จำกัด หรือ MIT ได้รวบรวมขึ้นจากหลายแหล่ง อาทิ เว็บไซต์ และประสบการณ์ต่างๆ ข้อมูลความรู้ที่เป็นสิ่งจำเป็นทางด้านวิศวกรรมทุกประเภท จัดทำเป็นคู่มือที่สามารถหาค่าตารางแปลงหน่วยที่รวดเร็ว และแม่นยำ ทำให้วิศวกรทุกท่านได้บริหารเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อเผยแพร่เป็นสาธารณประโยชน์มิใช่เอกสารทางวิชาการที่แสวงหาประโยชน์ทางการค้าหรือประโยชน์ใดๆ หวังว่าคู่มือฉบับนี้จะให้ประโยชน์แก่ทุกท่าน ไม่นานก็น้อย”

*บริษัท มิราเคิล อินเตอร์เนชั่นแนล เทคโนโลยี จำกัด*

## สารบัญ

- 6 - 9 คัพทส์สอบเทียบนำรู้ จาก MIT
- 10 - 12 การแปลงหน่วยทั่วไป
- 13 ตารางแปลงอุณหภูมิ
- 14 ตารางเทียบหน่วยน้ำหนัก เมตริก, อังกฤษ, สหรัฐ
- 15 ตารางเทียบหน่วยปริมาตร เมตริก, อังกฤษ, สหรัฐ
- 16 ตารางแปลงหน่วยของโบลต์
- 17 General Metric Conversion Factors  
Conversion Table for Pressure  
Glossry of Pressure Units
- 18 Torque Conversion Factors
- 19 Steam Table
- 20 Basic Properties of Plastics  
U.S. Mesh to Micron Particle Size Conversion
- 21 Viscosity Conversion Chart
- 22 Chemical Resistance of Material
- 23 Reference Range of Temperature
- 24 NEMA Ratings, Enclosure Classifications and Type
- 25 ค่าการนำกระแสสูงสุดของสายไฟฟ้า
- 26 จำนวนสายสูงสุดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้า
- 27 ขนาด สาย, ท่อ, เซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามขนาดมอเตอร์ที่ 1

## สารบัญ

- 28 ขนาด สาย, ท่อ, เซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามขนาดมอเตอร์ที่ 2
- 29 ขนาด สาย, ท่อ, เซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามขนาดมอเตอร์ที่ 3
- 30 ขนาด สาย, ท่อ, เซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามขนาดมิเตอร์ไฟฟ้า  
สายดินตามขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์
- 31 คุณสมบัติของหลอดไฟฟ้า
- 32 - 34 ค่าความเข้มของแสงสำหรับงานลักษณะต่างๆ
- 35 - 36 การคำนวณ Heat transfer และสูตร Heat load
- 37 ตารางคำนวณค่า U
- 38 - 44 ตารางวัสดุสำหรับส่วนต่างๆ ของอาคาร
- 45 ขอบข่ายการให้บริการสอบเทียบ

# ศัพท์สอบเทียบนำรู้ จาก MIT

หน่วยเอสไอ (SI) มีชื่อเต็มว่า International System of Units หรือ Systeme International d'Units หรือ SI UNITS

เป็นระบบหน่วยระหว่างชาติ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. **หน่วยฐาน (Base Units)** เป็นหน่วยหลักของระบบเอสไอ ประกอบด้วยทั้งหมด 7 หน่วย ได้แก่ เมตร (m) กิโลกรัม (kg) วินาที (s) แอมแปร์ (A) เคลวิน (K) โมล (mol) แคนเดลา (cd)

2. **หน่วยอนุพันธ์ (Derived Units)** เป็นหน่วยฐานหลาย ๆ หน่วย มาเกี่ยวข้องกัน เช่น เฮิรตซ์ (Hz) นิวตัน (N) จูล (J) วัตต์ (W) คูลอมบ์ (C) โวลต์ (V) ปาสคัล (Pa) เซลเซียส (°C)

## คำศัพท์มาตรวิทยา

**Accuracy of measurement (ความแม่นยำของการวัด)** คือ ค่าความถูกต้องใกล้เคียงกัน ระหว่างผลของการวัดกับค่าจริง

**Adjustment (การปรับ)** คือการปรับแต่งให้เครื่องมือวัดอยู่ในสมรรถนะที่กำหนด

**Calibration (การสอบเทียบ)** คือปฏิบัติการเพื่อการตรวจสอบคุณสมบัติทางมาตรวิทยาของเครื่อง ด้วยการวัดเทียบค่าที่เครื่องอ่านได้กับค่าของตัวมาตรฐาน

**Correction factor (ตัวประกอบการปรับแก้)** คือตัวเลขใช้คูณกับค่า  
ยังไม่ปรับแก้ของการวัด เพื่อชดเชยค่าความผิดพลาด

**Correction (ค่าปรับแก้)** คือค่าที่ชดเชยสำหรับค่าผิดพลาดโดยนำมา  
บวกกับค่ายังไม่ปรับแก้ของการวัด

**Corrected result (ค่าปรับแก้)** ผลของการวัดที่ได้หลังการปรับแก้ค่า

**Instrumental drift** การเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องหรือการเปลี่ยนแปลง  
ที่เพิ่มขึ้นตามเวลาในค่าบ่งชี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในสมบัติเชิง  
มาตรวิทยาของเครื่องมือวัดเครื่องหนึ่ง

**Maximum permissible errors; MPE (ความคลาดเคลื่อนสูงสุด  
ที่ยอมรับได้)** คือความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดที่ยอมให้  
เกิดขึ้นได้มากที่สุดตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน บางครั้งอาจ  
เรียก tolerance

**Hysteresis** คือผลต่างสูงสุดของค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์วัดจากค่าที่  
แท้จริงระหว่างการอ่านขาขึ้นกับการอ่านขาลงที่จุดๆ เดียวกัน

**International standard (มาตรฐานระหว่างประเทศ)** มาตรฐานซึ่ง  
รับรองโดยข้อตกลงระหว่างประเทศสำหรับใช้เป็นมูลฐานระหว่าง  
ประเทศ ในการกำหนดค่ามาตรฐานอื่นๆ

**Intermediate check (การตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน)**  
คือการตรวจสอบเครื่องมือเป็นระยะ ระหว่างช่วงการสอบเทียบ  
อาจจะกำหนดให้ทำทุกหนึ่งเดือนหรือนานกว่า

**Primary Standard (มาตรฐานปฐมภูมิ)** มาตรฐานซึ่งมีคุณภาพทางมาตรวิทยาสองสูงสุด

**Result of a measurement (ผลของการวัด)** คือค่าของปริมาณที่วัดได้จากการวัด

**Repeatability of measurements (การทวนซ้ำได้ของการวัด)** คือ ความถูกต้องใกล้เคียงกันระหว่างผลการวัดซ้ำ ที่เดียวกันหลาย ๆ ครั้ง

**Reference standard (มาตรฐานอ้างอิง)** มาตรฐานที่มีคุณภาพสูงที่สุดทางมาตรวิทยามีอยู่ ณ สถานที่กำหนดให้ ที่การวัดต่าง ๆ

**Reference condition (ภาวะอ้างอิง)** ภาวะการใช้ของเครื่องมือวัดที่กำหนดสำหรับการทดสอบสมรรถนะ

**Response characteristic (ลักษณะการตอบสนอง)** คือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับผลตอบสนอง

**Resolution (ความละเอียด)** คือค่าที่เล็กสุดที่เครื่องสามารถแสดงผลได้ในช่วงการวัดนั้นๆ

**Secondary standard (มาตรฐานทุติยภูมิ)** มาตรฐานซึ่งถูกกำหนดค่าโดยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานปฐมภูมิ

**Span (ช่วงการวัด)** ขนาดของความแตกต่าง ระหว่างขีดจำกัดของพิสัยระบุเครื่องวัด

**Sensitivity (ความไว)** การเปลี่ยนแปลงของผลตอบสนองของ  
เครื่องวัด หารด้วยการเปลี่ยนแปลงของสิ่งเร้า

**Traceability (ความสอบกลับได้)** คุณสมบัติของผลการวัดที่สามารถ  
สอบกลับมาตรฐานที่เหมาะสม โดยการเปรียบเทียบอย่างต่อเนื่อง  
กันเป็นลูกโซ่ถึงมาตรฐานระหว่างประเทศ

**Uncertainty of measurement (ความไม่แน่นอนของการวัด)**  
คือการประมาณบอกลักษณะในพิสัยของค่า ซึ่งครอบคลุม  
ค่าจริงของปริมาณที่วัด

**Working standard (มาตรฐานใช้งาน)** มาตรฐานที่ได้สอบเทียบ  
กับมาตรฐานอ้างอิงใช้ประจำในการสอบเทียบ

**Precision (ความเที่ยงตรง)** คือ ความสามารถในการวัดให้ได้ค่าใกล้เคียงกับค่าเดิม

**Error (ความคลาดเคลื่อน)** คือ ความแตกต่างของค่าที่วัดได้กับค่าจริง

**Verification (การทวนสอบ)** คือ การทดสอบเพื่อหาการเลื่อนค่าของ  
เครื่องมือวัดก่อน-หลังจากสอบเทียบ

## การแปลงหน่วย

quantity	symbol	unit	U.S. relationship
acceleration	m/s <sup>2</sup>	metres per second squared	1m/s <sup>2</sup> = 3.281 ft/sec <sup>2</sup>
angular velocity	rad/s	radians per second	1 rad/sec = 9.549 rpm
area	m <sup>2</sup>	square metre	1 m <sup>2</sup> = 10.76 sq ft
atmospheric pressure	-	101.325 kPa	29.92 in Hg = 14.696 psi
density	kg/m <sup>3</sup>	kilograms per cubic metre	1kg/m <sup>3</sup> = 0.0624 lb/cu ft
density air	-	1.2 kg/m <sup>3</sup>	0.075 lb/cu ft
density water	-	1000 kg/m <sup>3</sup>	62.4 lb/cu ft
duct friction loss	Pa/m	pascals per metre	1 Pa/m = 0.1224 in.w.g./100
enthalpy	kJ/kg	kilogram	1 kJ/kg = 0.4299 Btu/lb dry air
gravity		9.8067 m/s <sup>2</sup>	32.2 ft/sec <sup>2</sup>
heat flow	W	watt	1 W = 3.412 Btu/hr
length (normal)	m	metre	1 m = 3.281 ft = 39.37 in.
linear velocity	m/s	metres per second	1 m/s = 196.9 fpm
mass flow rate	kg/s	kilograms per second	1 kg/s = 7936.6 lb/hr
moment of inertia	kg.m <sup>2</sup>	kilograms x square metre	1 kg.m <sup>2</sup> = 23.73 lb.sq ft
power	W	watt	1 W = 0.00134 hp
pressure	kPa Pa	kilopascal (1000 pascals) pascal	1 kPa = 0.296 in Hg = 0.145 psi 1 Pa = 0.004015 in.w.g.
specific heat-air (C <sub>p</sub> )		1000 J/kg.°C	1000 J/kg.°C = 1 kJ/kg.°C = 0.2388 Btu/lb °F
specific heat-air (C <sub>v</sub> )		717 J/kg.°C	0.17 Btu/lb °F
specific heat-water		4190 J/kg.°C	1.0 Btu/lb °F
specific volume	m <sup>3</sup> /kg	cubic meters per kilogram	1 m <sup>3</sup> /kg = 16.019 cu ft/lb
thermal conductivity	W.mm/m <sup>2</sup> .°C	watt millimetre per square metre.°C	1W.mm/m <sup>2</sup> .°C = 0.0069 Btu.in/ft <sup>2</sup> hr°F
volume flow rate	m <sup>3</sup> /s l/s	cubic metres per second litres per second 1m <sup>3</sup> /s = 1000 l/s 1 ml = litres/1000	1m <sup>3</sup> /s = 2118.88 cfm (air) 1 l/s = 2.12 cfm (air) 1m <sup>3</sup> /s = 15850 gpm (water) 1 ml/s = 1.05 gph (water)



## การแปลงหน่วย

unit	symbol	quantity	equivalent or relationship
ampere	A	electric current	same as U.S.
candela	cd	luminous intensity	1 cd/m <sup>2</sup> = 0.292 ft lamberts
celsius	°C	temperature	°F = 1.8°C + 32°
coulomb	C	electric charge	same as U.S.
farad	F	electric capacitance	same as U.S.
henry	H	electric inductance	same as U.S.
hertz	Hz	frequency	same as cycles per second
joule	J	energy work heat	1J = 0.7376 ft-lb = 0.000948 Btu
kelvin	K	thermodynamic Temperature	°K = °C + 273.150 = $\frac{°F + 459.67}{1.8}$
kilogram	kg	mass	1kg = 2.2046 lb
litre	l	liquid volume	1 l = 1.056 qt = 0.264 gal
lumens	lm	luminous flux	1 lm/m <sup>2</sup> = 0.0929 ft candies
lux	lx	illuminance	1 lx = 0.0929 ft candies
meter	m	length	1 m = 3.281 ft
mole	mol	amount of substance	-
newton	n	force	1 N = kg.m/s <sup>2</sup> = 0.2248 lb (force)
ohm		electrical resistance	same as U.S.
pascal	Pa	pressure stress	1 Pa = N/m <sup>2</sup> = 0.000145 psi = 0.004022 in.w.g.
radian	rad	plane angle	1 rad = 57.29°
second	s	time	same as U.S.
siemens	S	electric conductance	-
steradian	sr	solid angle	-
volt	V	electric potential	same as U.S.
watt	W	power heat flow	1W = J/s = 3.4122 Btu/hr 1W = 0.000284 tons of refrig.

$$\mu\text{w}/\text{cm}^2 = \text{wm}^2/0.01$$

## การแปลงหน่วย

### luminance units

	candelas per sq.metre (cd/m <sup>2</sup> )	stilb (cd/m <sup>2</sup> )	footlambert (fl)
candelas per sq. metre (cd/m <sup>2</sup> )	1	10000	3.43
stilb (cd/m <sup>2</sup> )	1.10 <sup>-4</sup>	1	3,4.10 <sup>-4</sup>
footlambert (fl)	0,2919	2919	1

### illuminance units

units		multiply by	
lux (lx)	footcandle (lm/ft <sup>2</sup> )	→ 0.0929	← 10,764

### temperature units

units		convert by	
°C (Celcius)	°F (Fahrenheit)	→ 9/5 °C + 32	← 5/9 (°F-32)
°C (Celcius)	K (Kelvin)	→ °C + 273,15	← K-273,15

### miscellaneous

units		multiply by	
atmospherd	millimeter Hg (torr)	→ 760	← 1,316.10 <sup>-3</sup>
atmosphere	pascal (N/m <sup>2</sup> )	→ 1,013.10 <sup>5</sup>	← 9,8716.10 <sup>-6</sup>
bar	millimeter Hg (torr)	→ 750,1	← 1,331.10 <sup>-3</sup>
bar	pascal (N/m <sup>2</sup> )	→ 10	← 0,1

### other

units		multiply by	
Btu	kilowatt-hour	→ 293.10 <sup>-6</sup>	← 3409,52
centimetre	foot	→ 0,03281	← 30,48
centimetre cen	inch	→ 0,3937	← 2,54
cubic foot	cubic metre	→ 0,0283	← 35,3146
degree (angle)	radian	→ 0,01745	← 57,30
foot	metre	→ 0,3048	← 3,281
kilocalorie	kilowatt-hour	→ 1,163.10 <sup>-3</sup>	← 859,184
kilometer	mile	→ 0,6214	← 1,609
metre	yard	→ 1,094	← 0,9144
square foot	square metre	→ 0,0929	← 10,76

## ตารางแปลงอุณหภูมิ

°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
-90.00	-130	-31.11	-24	-7.78	18	15.56	60	43.33	110
-87.22	-125	-30.56	-23	-7.22	19	16.11	61	46.11	115
-84.44	-120	-30.00	-22	-6.67	20	16.67	62	48.89	120
-81.67	-115	-29.44	-21	-6.11	21	17.22	63	51.67	125
-78.89	-110	-28.89	-20	-5.56	22	17.78	64	54.44	130
-76.11	-105	-28.33	-19	-5.00	23	18.33	65	57.22	135
-73.33	-100	-27.78	-18	-4.44	24	18.89	66	60.00	140
-70.56	-95	-27.22	-17	-3.89	25	19.44	67	62.78	145
-67.78	-90	-26.67	-16	-3.33	26	20.00	68	65.56	150
-65.00	-85	-26.11	-15	-2.78	27	20.56	69	68.33	155
-62.22	-80	-25.56	-14	-2.22	28	21.11	70	71.11	160
-59.44	-75	-25.00	-13	-1.67	29	21.67	71	73.89	165
-56.67	-70	-24.44	-12	-1.11	30	22.22	72	76.67	170
-53.89	-65	-23.89	-11	-0.56	31	22.78	73	79.44	175
-51.11	-60	-23.33	-10	0.00	32	23.33	74	82.22	180
-48.33	-55	-22.78	-9	0.56	33	23.89	75	85.00	185
-45.56	-50	-22.22	-8	1.11	34	24.44	76	87.78	190
-45.00	-49	-21.67	-7	1.67	35	25.00	77	90.56	195
-44.44	-48	-21.11	-6	2.22	36	25.56	78	93.33	200
-43.89	-47	-20.56	-5	2.78	37	26.11	79	96.11	205
-43.33	-46	-20.00	-4	3.33	38	26.67	80	98.89	210
-42.78	-45	-19.44	-3	3.89	39	27.22	81	101.67	215
-42.22	-44	-18.89	-2	4.44	40	27.78	82	104.44	220
-41.67	-43	-18.33	-1	5.00	41	28.33	83	107.22	225
-41.11	-42	-17.78	0	5.56	42	28.89	84	110.00	230
-40.56	-41	-17.22	1	6.11	43	29.44	85	112.78	235
-40.00	-40	-16.67	2	6.67	44	30.00	86	115.56	240
-39.44	-39	-16.11	3	7.22	45	30.56	87	118.33	245
-38.89	-38	-15.56	4	7.78	46	31.11	88	121.11	250
-38.33	-37	-15.00	5	8.33	47	31.67	89	123.89	255
-37.78	-36	-14.44	6	8.89	48	32.22	90	126.67	260
-37.22	-35	-13.89	7	9.44	49	32.78	91	129.44	265
-36.67	-34	-13.33	8	10.00	50	33.33	92	132.22	270
-36.11	-33	-12.78	9	10.56	51	33.89	93	135.00	275
-35.56	-32	-12.22	10	11.11	52	34.44	94	137.78	280
-34.44	-30	-11.11	12	12.22	54	35.56	96	143.33	290
-33.89	-29	-10.56	13	12.78	55	36.11	97	146.11	295
-33.33	-28	-10.00	14	-13.33	56	36.67	98	148.89	309
-32.78	-27	-9.44	15	13.89	57	37.22	99	151.67	305
-32.22	-26	-8.89	16	14.44	58	37.78	100	152.22	306
-31.67	-25	-8.33	17	15.00	59	40.56	105	152.78	307

Metric units of weight			British and US Units of weight		British units of weight		US units of weight	
Tone (t)	kilogramme (kg)	gramme (g)	pound (lb)	ounce (oz)	ton (t)	hundredweight (cwt)	ton (t)	hundredweight (cwt)
1	1000	106	2204.6	35274	0.9842	19.685	1.1023	22.05
0.001	1	1000	2.2046	35.274	0.00098	0.0197	0.0011	0.022
0.000001	0.001	1	0.00205	0.0353	$9.8 \cdot 10^{-6}$	$0.02 \cdot 10^{-3}$	$0.11 \cdot 10^{-5}$	$0.22 \cdot 10^{-4}$
$0.454 \cdot 10^{-3}$	0.454	453.6	1	16	0.000447	0.00893	0.0005	0.01
$0.283 \cdot 10^{-4}$	0.0283	28.35	0.0625	1	$0.279 \cdot 10^{-4}$	$0.558 \cdot 10^{-3}$	$0.312 \cdot 10^{-4}$	$0.625 \cdot 10^{-3}$
1.016	101	$1.016 \cdot 10^{-6}$	2240	35840	1	20	1.120	11.20
0.0508	50.802	50802	112	1792	0.5	1	0.056	1.12
0.9072	907.19	907.19	2000	32000	0.8929	17.841	1	20
0.4536	45.359	45359	100	1600	0.0446	0.8929	0.05	1

Special weights: 1 Pfund (German) = 0.5 kg

1 carat

1 carat

e.g. 14 carat

24 carat

1 bushel

1 quarter

1 quarter

1 grain (gr)

1 carat

= 60 lbs = 27.216 kg (Brit. and US)

= 25 lbs = 11.340 kg (US)

= 28 lbs = 12.701 kg (Brit.)

= 64.8 mg (US and Brit.)

= 3.17 grains (precious stones) (Brit. And US)

ตารางเทียบน้ำหนักเมตริก, อังกฤษ, สหรัฐ

metric, units of volume				British and US units of volume				US liquid measure			
cubic metre (m <sup>3</sup> )	cubic decimeter (dm <sup>3</sup> )	cubic centimeter (cm <sup>3</sup> )	cubic millimeter (mm <sup>3</sup> )	cubic yard (cu.yd)	cubic foot (cu.ft)	cubic inch (cu.in)	cubic gallon (gal)	quart (quart)	pint (pint)		
1	1000	1000-10 <sup>-3</sup>	1000-10 <sup>-6</sup>	1.3079	35.32	61-10 <sup>-3</sup>	264.2	1056.8	2113.6		
1-10 <sup>-3</sup>	1	1000-10 <sup>-3</sup>	1000-10 <sup>-6</sup>	1.3079-10 <sup>-3</sup>	0.03532	61.023-10 <sup>-2</sup>	0.2642	1.0568	2.1136		
1-10 <sup>-6</sup>	1-10 <sup>-3</sup>	1	1000	1.3079-10 <sup>-6</sup>	0.3532-10 <sup>-4</sup>	0.061023-10 <sup>-4</sup>	0.2642-10 <sup>-3</sup>	1.0568-10 <sup>-3</sup>	2.1136-10 <sup>-3</sup>		
1-10 <sup>-9</sup>	1-10 <sup>-6</sup>	1-10 <sup>-3</sup>	1	1.379-10 <sup>-9</sup>	0.3532-10 <sup>-7</sup>	0.610-10 <sup>-4</sup>	0.2642-10 <sup>-6</sup>	1.0568-10 <sup>-6</sup>	2.1136-10 <sup>-6</sup>		
0.764573	764.573	764573	764573-10 <sup>-3</sup>	1	27	46656	202	808	1616		
0.0283170	28.31701	28317.01	28317013	0.037037	1	1728	7.48224	29.92896	59.85792		
0.1638-10 <sup>-4</sup>	0.0163871	16.38716	16387.16	0.2143-10 <sup>-4</sup>	0.5787-10 <sup>-3</sup>	1	0.00433	0.01732	0.03464		
3.785-10 <sup>-3</sup>	3.785442	3.785.442	3785442	0.0049457	0.1336797	231	1	4	8		
0.9463-10 <sup>-3</sup>	0.9463605	946.3605	946360.5	0.0012364	0.0334199	57.75	0.250	1	2		
0.4732-10 <sup>-3</sup>	0.4731802	473.1802	473180.2	0.0006182	0.0167099	28.875	0.125	0.500	1		

Special measures:

1 litre (l) = 1000 cm<sup>3</sup>  
 1 hectolitre = 100 l  
 1 register ton = 2.832 m<sup>3</sup>  
 1 GRT = gross register ton,

Comprising all ship's spaces  
 Machine space, boiler spaces  
 and crew space  
 1 NRT = net register ton,  
 refers only to cargo space

British

1 imp.gallon = 4 quarts  
 1 bushel = 8 imp.gal  
 1 register ton = 100 cuft  
 1 barrel (oil) = 560 cuft

USA

1 bushel = 35.242 dm<sup>3</sup>  
 1 register ton = 100 cuft = 2.8317 m<sup>3</sup>  
 1 ocean ton = 40 cuft = 1.1327 m<sup>3</sup>  
 1 barrel = 31.5 gal = 119.238 l  
 or = 42 gal = 158.985 l  
 or = 50 gal = 189.267 l

## ตารางแปลงหน่วยของโบลต์

### Fastener Diameters-ANSI-Unified Inch Vs ANSI-ISO Metric Sizes

Metric Sizes, mm	luch Equivalent	Unified Inch Sizes
	0.060	#0
1.6	0.063	
	0.073	#1
2	0.078	
	0.086	#2
2.5	0.098	
	0.099	#3
	0.112	#4
3	0.118	
	0.125	#5
3.5	0.138	#6
4	0.158	
	0.164	#8
	0.190	#10
5	0.197	
	0.216	#12
6	0.234	
6.3	0.248	
	0.250	1/4 in.
	0.313	5/16 in.
8	0.315	
	0.375	3/8 in.
10	0.394	
	0.438	7/16 in.
12	0.472	

Metric Sizes, mm	luch Equivalent	Unified Inch Sizes
	0.500	1/2 in.
14	0.551	
	0.536	9/16 in.
	0.625	5/8 in.
16	0.630	
	0.750	3/4 in.
20	0.784	
	0.875	7/8 in.
24	0.945	
	1.000	1 in.
	1.125	1 1/8 in.
30	1.181	
	1.250	1 1/2 in.
	1.375	1 3/8 in.
36	1.417	
	1.500	1 1/2 in.
42	1.654	
	1.750	1 3/4 in.
48	1.890	
	2.000	2 in.
56	2.205	
	2.250	2 1/4 in.
	2.500	2 1/2 in.
64	2.520	

gastond Ro = 8.3143 KJ/Kmc/K

$N/M^2 = Pa$

Standard Pressure  $1.013 \times 10^5 N/M^2 = 101.3$

Kpa

M/S = 3.28 fps

$n = (120 = f) p$

## General Metric Conversion Factors

### Lengths:

1 inch	= 25.4 mm	= 0.0254 m
1 foot	= 304.8 mm	= 0.3048 m
1 yard	= 914.4 mm	= 0.9144 m
1 mile	= 1609.0 m	= 1.609 km
1 nautical mile	= 1852.0 m	= 1.852 km

### Area:

1 in <sup>2</sup>	= 0.00064516	m <sup>2</sup> = 6.45 cm <sup>2</sup>
1 ft <sup>2</sup>	= 0.0929 m <sup>2</sup>	
1 yd <sup>2</sup>	= 0.836 m <sup>2</sup>	
1 acer	= 4047.0 m <sup>2</sup>	
1 sq. mile	= 2.5899 km <sup>2</sup>	
1 m <sup>2</sup>	= 1.5500031 in <sup>2</sup>	

### Weight:

1 lb	= 0.454 kg
1 cwt	= 50.80 kg
1 (long) ton	= 1016.0 kg
1 (short)	= 907.2 kg
1 kn	= 225 lb

### Volume:

1 in <sup>3</sup>	= 16.3871 cm <sup>3</sup>
1 yd <sup>3</sup>	= 0.7646 m <sup>3</sup>
1 ft	= 0.0283 m <sup>3</sup>

### Contents:

1 barrel	= 159.0 litres
1 UK gal	= 4.55 litres
1 US gal	= 3.785 litres

### Temperature Conversion:

$$C = \frac{(F - 32) \times 5}{9}$$

$$F = \frac{C \times 9}{5} + 32$$

$$K = ^\circ C + 273$$

### Conversion Table For Pressure

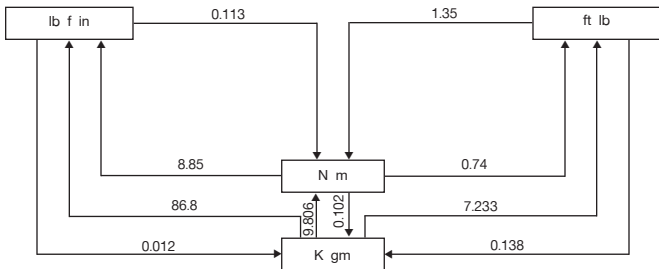
1 kg/cm <sup>2</sup>	= 0.981 bar	= 14.223 lb/in <sup>2</sup>	1 mmHg = 1 torr
1 kg/cm <sup>2</sup>	= 0.981 bar	= 14.223 psi	
1 kg/cm <sup>2</sup>	= 0.981 bar	= 14.223 psig	
1 bar	= 1.0197 kbf/cm <sup>2</sup>	= 14.503 psi	
1 bar	= 100 kPa	= 100,000 Pa (=N/m <sup>2</sup> )	= 0.1 Mpa
1 bar	= 1000 mbar	= 750.06 mm Hg	= 29.53 in Hg
1 mbar	= 0.402 in H2O	= 100 Pa	= 0.750 mm (Hg = Torr)
1 kPa	= 0.01 bar	= 10 mbar	= 1000 Pa = 0.145 psi
1 MPa	= 1000 kPa	= 10 bar	= 10,000 mbar = 145.0 psi

### Glossary of Pressure Units

kg/cm <sup>2</sup>	= kilograms-force per sq cm	mm Hg	= Millimetres of mercury
kgf/cm <sup>2</sup>	= kilograms-force per sq cm	in Hg	= Incher of mercury
kp/cm <sup>2</sup>	= Kilopound per sq cm	in H2O	= Inches of water
lb/lb <sup>2</sup>	= Lbs per sq inch	Torr	= Torr
psi	= Pound-force per sq inch	H/m <sup>2</sup>	= Newtons per sq metre
psig	= pound-force per sq inch guage	kPa	= Kilopascals
bar	= Bar	Pa	= Pascals
mbar	= Millibar	MPa	= Megapascals

$$\text{Velocity (M/S)} = \frac{\text{Flow rate (l/h)} \times 0.35344}{ID^2(\text{mm})}$$

$$\text{flow rate (l/h)} = \frac{\text{Velocity (M/S)} \times ID^2(\text{mm})}{0.35344}$$



กฎรวม gas

$$V \propto \frac{1}{P} \quad (T, n \text{ คงที่})$$

$$V \propto T \quad (P, n \text{ คงที่})$$

$$V \propto \frac{1}{P}$$

$$PV = K$$

$$V \propto n \quad (P, T \text{ คงที่})$$

$n$  = จำนวนโมล

Ideal gas

$$Pv = nRT$$

$$R = 3.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$



### Steam Table

p bar	t °C	v" kJ/kg	h" kJ/kg	r kJ/kg
1.0	99.6	1.694	2675	2258
1.1	102.3	1.549	2680	2251
1.2	104.8	1.428	2683	2244
1.3	107.1	1.325	2687	2238
1.4	109.3	1.236	2690	2232
1.5	111.4	1.159	2693	2226
1.6	113.3	1.091	2696	2221
1.7	115.2	1.031	2699	2216
1.8	116.9	0.9771	2702	2211
1.9	118.6	0.9288	2704	2206
2.0	120.2	0.8853	2706	2202
2.1	121.8	0.8458	2709	2197
2.2	123.3	0.8097	2711	2193
2.3	124.7	0.7767	2713	2189
2.4	126.1	0.7464	2715	2185
2.5	127.4	0.7184	2716	2181
2.6	128.7	0.6925	2718	2177
2.7	130.0	0.6684	2720	2174
2.8	131.2	0.6460	2722	2170
2.9	132.4	0.6251	2723	2167
3.0	133.5	0.6056	2725	2163
3.2	135.8	0.5700	2728	2157
3.4	137.9	0.5385	2730	2151
3.6	139.9	0.5104	2733	2144
3.8	141.8	0.4851	2735	2139
4.0	143.6	0.4623	2738	2133
4.2	145.4	0.4416	2740	2128
4.4	147.1	0.4227	2742	2122
4.6	148.7	0.4053	2744	2117
4.8	150.3	0.3894	2746	2112
5.0	151.8	0.3747	2748	2108
5.5	155.5	0.3425	2752	2096
6.0	158.5	0.3155	2756	2085
6.5	162.0	0.2925	2759	2075
7.0	164.9	0.2727	2762	2065

p bar	t °C	v" kJ/kg	h" kJ/kg	r kJ/kg
7.5	167.8	0.2555	2765	2056
8.0	170.4	0.2403	2768	2047
8.5	172.9	0.2268	2770	2038
9.0	175.4	0.2148	2772	2030
9.5	177.7	0.2040	2774	2021
10	179.9	0.1943	2776	2014
11	184.1	0.1774	2780	1999
12	188.0	0.1632	2783	1984
13	191.6	0.1511	2785	1971
14	195.0	0.1407	2788	1958
15	198.3	0.1316	2790	1945
16	201.4	0.1237	2792	1933
17	204.3	0.1166	2793	1921
18	207.1	0.1103	2795	1910
19	209.8	0.1046	2796	1898
20	212.4	0.09952	2797	1889
21	214.9	0.09488	2798	1878
22	217.3	0.09064	2799	1868
23	219.6	0.08676	2800	1858
24	221.8	0.08319	2800	1849
25	223.9	0.07990	2801	1839
26	226.0	0.07685	2801	1839
27	228.1	0.07402	2802	1821
28	230.1	0.07139	2802	1812
29	232.0	0.06893	2802	1808
30	233.8	0.06663	2802	1794
32	237.4	0.06244	2802	1777
34	240.9	0.05873	2802	1761
36	244.2	0.05542	2802	1744
38	247.3	0.05244	2801	1729
40	250.3	0.04975	2800	1713
42	253.2	0.04731	2800	1698
44	256.0	0.04508	2798	1683
46	258.7	0.04304	2797	1668
48	261.4	0.04116	2796	1654
50	263.9	0.03943	2794	1640

Pressure p (bar) is absolute

Torr	mbar
1	1.333
2	2.666
3	4.000
4	5.333
5	6.666
6	7.999
7	9.332
8	10.666
9	11.999
10	13.332

$1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	= 1	Pa
1 bar	= $1.10^5$	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
$1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	= 0.102	$\frac{\text{kp}}{\text{m}^2}$
1 bar	= 1020	at
1 mbar	= 0.750	Torr
1 kJ	= 0.2388	kcal
1 W	= 0.8598	$\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$

1 Pa	= 1	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
$1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	= $1.10^5$	bar
$1 \frac{\text{kp}}{\text{m}^2}$	= 9.807	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
1 at	= 0.981	bar
1 Torr	= 1.333	mbar
1 kcal	= 4.1868	kJ
$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	= 0.8598	W

## Basic Properties of Plastics

Item	Unit	Rigid PVC (UPVC)	Heat-resistant (CPVC)	Polypropylene (PP)	Vinyidene fluoride (PVDF)
Pecific gravity	-	1.43	1.5	0.92	1.78
Water absorption	mg/cm <sup>2</sup>	0.1 and less	0.15 and less	0.01 and less	0.03 and less
Tensile strength	kgf/cm <sup>2</sup>	500 and over	500 and over	280 and over	500 and over
Tensile strength (at 90 °C)	kgf/cm <sup>2</sup>	-	250 and over	150 and over	250 and over
Tensile Modulus	kgf/cm <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>4</sup>	3.2 x 10 <sup>4</sup>	1.2 x 10 <sup>4</sup>	1.5 x 10 <sup>4</sup>
Bending strength	kgf/cm <sup>2</sup>	900 and over	900 and over	350 and over	900 and over
Poisson's ratio	-	0.38	0.35	0.44	0.28
Charpy impact strength	kgr-cm/cm <sup>2</sup>	7-10	4-5	7-10	18-20
Heat distortion temperature (4.6 kg f/W)	°C	74	110	105	145
Temperature limit for continuous service	°C	60	90	90	120
Linear thermal coefficient of expansion	/°C	7x10 <sup>-5</sup>	7x10 <sup>-5</sup>	12 x 10 <sup>-5</sup>	12 x 10 <sup>-5</sup>
Thermal conductivity	kcal/mg°C	0.13	0.12	0.08	0.11
Electric strength	kv/mm	40 and over	40 and over	26	30
Specific volume resistance	cm	5.3 x 10 <sup>15</sup>	5.3 x 10 <sup>15</sup>	4.9 x 10 <sup>15</sup>	5 x 10 <sup>15</sup>

## U.S Mesh to Micron Particle Size Conversion

U.S. Mesh	Inches	Microns	U.S. Mesh	Inches	Microns
3	.265	6730	40	0.165	420
3½	.223	5560	45	0.138	354
4	.187	4760	50	.117	297
5	.157	4000	60	.098	250
6	.132	3360	70	.083	210
7	.111	2830	80	.070	177
8	.0937	2380	100	.059	149
10	.0787	2000	120	.049	125
12	.0661	1680	140	.041	105
14	.0555	1410	170	.035	88
16	.0469	1190	200	.029	74
18	.0394	1000	230	.024	63
20	.0331	841	270	.021	53
25	.0280	707	325	.017	44
30	.0232	595	400	.015	37
35	.0197	500			

## Viscosity Conversion Chart

CPS

Temperature = 77°F

Viscosity Measurement Method	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10,000	20,000	50,000
ASTM, 07				72	143	357	715	1430	3750	7150	14,300	35,700
ASTM, 10				42	104	208	417	834	1668	3336	6672	16,680
ASTM, 15						24	48	95	238	476	953	2,380
ASTM, 20						8	16	33	82	164	328	820
ASTM, 25							7	14	36	72	143	357
Brookfield	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10,000	20,000	50,000
Demmler #1				32	63	156	312					
Demmler #10				3	6	15	31					
Engler (degrees)				14	27	68	137	274	685	1370	2,740	6,850
Engler (sec.)				690	1300	3460	7000	4,000		70,500		
Ford #3				42	84	208	416	834	2081	4160	8,340	20,810
Ford #4				30	55	135	270	540	1350	2700	5,400	13,500
Fisher #1	20	30										
Fisher #2		15	24	50								
Gardner-Holdt (units)	A-3	A-2	A	D	H	S	W	Y-Z	Z3	Z5	Z6-Z7	Z7-Z8
Gardner-Holdt (sec.)						5	10	20	50	100	200	500
Gardner-Vertical (sec.)						5	10	20	50	100	200	500
Krebs-Stormer (units)	85	105	140			67	85	105	140			
Parlin7				77	154	385	770	1540	3850	7700	15,400	38,500
Parlin10				21	42	104	208	416	1040	2080	4,160	10,400
Parlin15					10	25	47	93	232	465	930	2,320
Parlin20						8	17	33	83	167	333	833
Parlin25								15	36	72	143	357
Parlin30									19	38	77	192
Saybolt Furol			24	48	96	238	476	954	2380	4760	9,540	23,800
Saybolt Universal (SUS)		96	238	476	954	2380	4760	9540	23,800	47,600	95,400	
Zahn G1		38	60	100	267	667	1332	2670	6670	13,320	26,700	66,700
Zahn G2		16	24	42	82	161	323	645	1610	3,230	6,450	16,100
Zahn G3				27	58	113	204	410	510	1,020	2,040	5,100
Zahn G4				19	38	71	160	320	400	800	1,600	4,000
Zahn G5				13	27	50	97	212	212	424	848	2,120

## Chemical Resistance of Material

Chemicals	Concentration (%)	Temperature	PVC (°c)	CPVC	PP	Material PVDF	PTFE	EPDM	FPM
Sodium chloride	Saturated Water Solution	40	•	•	•	•	•	•	•
		60	•	•	•	•	•	•	•
		80	•	•	•	•	•	•	•
Hydrochloric acid	35	40	•	•	•	•	•	•	•
		60	o	•	•	•	•	•	•
		80		o	o	•	o	o	o
Caustic soda	50	40	•	•	•	o	•	•	x
		60	•	•	•	▲	•	o	
		80		•	o	x	•	▲	
Chromic acid	20	40	•	•	x	•	•	o	•
		60	o	•		•	•	x	o
		80		o		•	•		o
Acetic acid	50	40	o	o	o	•	•	o	o
		60	▲	▲	▲	•	•		o
		80		x		o	•		▲
Soda hypochlorite	13	40	•	•	▲	•	•	x	o
		60	o	o		o	•		
		80				x	•		
Nitric acid	50	40	o	o	•	•	•	x	o
		60	o	▲	▲	•	•		▲
		80	x	▲	x	o	•		x
Toluene		40	x	x	▲	•	•	x	
		60			x	o	•		
		80				▲	•		
Hydrogen Sulfide	Aqueous Solution	40	•	•	•	•	•	•	•
		60	•	•	•	•	•	•	o
		80		•	•	•	•	•	
Sulfuric acid	90	40	o	•	•	•	•	o	•
		60	o	o	o	•	•	▲	•
		80		▲	o	•	•	x	o

• Not affected, o Negligibly affected, ▲ Slightly affected but serviceable, x Not serviceable

## Reference Range of Temperature

Material	Abbreviation	General chemical resistance	Max. Service Temperature	
			Continuous	Short Hours
Rigid Polyvinyl Chloride (Rigid PVC)	PVC	Resistant against most of acids, alkalis and salts of high to low concentration level. However, the material tends to be attacked by some chemicals – such as aromatic hydrocarbon, ketones, esters and chlorinated hydrocarbon	50C~50°C	60°C
Heat-resistant Rigid Polyvinyl Chloride (Heatresistant PVC)	CPVC	Resistance properties are nearly the same as rigid PVC. Having a high heatresistance, this is serviceable in the temperature range higher than the former's	00C~90°C	100°C
Polypropylene	PP	Not stable against strong acids such as Concentrated nitric acid and chrome acid mixture, but this is resistant against other acids, alkalis and salts. Resistant against many organic solvents (specifi-cally the solvent with active group), but tends to be attacked by chlorine-containing solvents, aliphatic series and aromatic hydro-carbon.	00C~90°C	100°C
Vinylidene Fluoride	PVDF	Highly resistant up to a high temperature range against ordinary acids & salts and organic chemicals, but broken down by fuming sulfuric acid and strong basic amines. Also, the use conditions with ketone, amide, ester, organic solvent ad alkali are limited.	-200C~150°C	150°C
Ethylene Propylene Rubber	EPDM	Provided with an excellent ozone-resistance and chemical-resistance. Comparatively resistant against ketone and ester, but less resistant against aromatic & aliphatic families, and gasoline and oil.	-100C~130°C	150°C
Polytetra-fluoroethylene (Trade name, Teflon®)	PTFE	Resistant against ordinary acid and alkali, and not dissolved nor changed by ordinary solvent medium. Attacked by melted alkali metal and in a high temperature, by fluorine and chlorine trifluoride.	-200C~250°C	300°C
Fluororubber (Trade name, Viton®)	FPM	Most chemical-resistant among all rubber families. Has a good resistance against strong oxidizing acid such as concentrated sulfuric acid and nitric acid; resistant against aliphatic and aromatic families and oils, but attacked by ketones, ammonia anhydride, concentrated caustic soda., etc.	-50C~150°C	200°C

**NEMA Type 1:**

General purpose: intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against contact with the enclosed parts in locations without unusual service conditions.

**NEMA Type 2:**

Dripproof: intended for indoor use primarily to provide a degree of protection against limited amounts of falling water or dirt.

**NEMA Type 3:**

Raintight, dust/ght and sleet (ice) resistant: intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against wind blown dust, rain and sleet; undamaged by the formation of ice on the enclosure.

**NEMA Type 3S:**

Raintight, dusttight and sleet (ice) resistant: intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against wind blown dust, rain and sleet; external mechanism remains operable when ice laden.

**NEMA Type 3R:**

Rainproof, sleet (ice) resistant: intended for outdoor use primarily to provide a degree of protection against falling rain and sleet, undamaged by the formation of ice on the enclosure.

**NEMA Type 4:**

Watertight and dusttight: intended for indoor or outdoor use to provide a degree of protection against splashing water, water seepage, falling or hose directed water and severe external condensation, undamaged by the formation of ice on the enclosure.

**NEMA Type 4X:**

Watertight, dusttight and corrosion resistant: same as Type 4 enclosure, but provides additional protection to resist corrosion.

**NEMA Type 6:**

Submersible: intended for indoor or outdoor use to provide a degree of protection against entry of water during submersion at a limited depth.

**NEMA Type 6P:**

Submersible: same as Type 6 enclosure, but provides prolonged submersion protection at a limited depth.

**NEMA Type 7(A,B,C AND D):**

Explosion proof, Class 1, Division 1, Groups A, B, C and D hazardous locations: designed to contain and internal explosion without causing an external hazard when installed in the indicated atmospheres and locations. Class 1, Division 1 locations are those in which hazardous atmospheres are, or may be, present under normal operating conditions.

These enclosures are also suitable for Class 1, Division 2 locations in which hazardous atmospheres are present only in case of accidental rupture or breakdown of equipment, or abnormal operation. Type 1 general purpose enclosures may be permitted in a Class 1, Division 2 location subject to the approval authority. (ref: national electrical code 501-3, b3).

Group designations are described in national building code as follows:

Group A –atmospheres containing acetylene.

Group B –atmospheres containing hydrogen.

Group C –atmospheres containing ethylether vapors, ethylene or cyclopropane.

Group D –atmospheres containing gasoline, hexane, naphtha, benzene, benzol, lacquer, solvent

Vapors or natural gas.

**NEMA Type 9(E,F AND G):**

Dust ignitionproof, Class ii, groups E,F and G hazardous locations:

Designed to prevent the entrance of dust, and the enclosed devices do not produce sufficient heat to cause external surface temperatures capable of igniting dust on the enclosure or in the surrounding atmosphere. Class ii, Division 1 locations are those in which combustible dust is, or may be, present under normal operating conditions. These enclosures are also suitable for Class ii, Division 2 locations in which hazardous dust is present only under abnormal conditions.

The group designations are described in the national electrical code as follows:

Group E –atmospheres containing metal dust, including aluminum, magnesium their commercial alloys, and other metals of similarly hazardous characteristics.

Group F –atmospheres containing carbon black, coal or coke dust.

Group G –atmospheres containing flour, starch or grain dust.

ค่าการนำกระแสสูงสุดของสายไฟฟ้า

cable size	current capacity of 70 °C 750 V cable at 40 °C ambient temperature					
	PVC/sheathed cable in conduit in air/concrete		PVC/sheathed cable in conduit underground		PVC/sheathed cable direct buried underground	
	no of cable		no of cable		no of cable	
	1-3	4-6	1-3	4-6	1-3	4-6
0.5	7	6				
1	10	8	15	12	21	17
1.5	13	11	18	15	26	21
2.5	17	14	24	20	34	28
4	22	18	31	25	45	37
6	30	25	40	33	56	46
10	42	34	52	43	75	61
16	54	44	68	56	97	80
25	73	60	89	73	125	103
35	92	75	109	89	150	123
50	109	89	130	107	177	145
70	139	114	161	132	216	177
95	173	142	200	164	259	212
120	202	166	231	189	294	241
150	228	187	266	218	330	271
185	263	216	303	248	372	305
240	317	260	361	296	431	353
300	358	294	418	343	487	399
400	439	360	489	401	552	453
500	496	407	562	461	623	511

จำนวนสายสูงสุด ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้า

cable size	conduit size									
	12.5mm 1/2 in	19 mm 3/4 in	25 mm 1 in	32 mm 1 1/4 in	38 mm 1 1/2 in	50 mm 2 in	60 mm 2 1/2 in	75 mm 3 in	90 mm 3 1/2 in	100 mm 4 in
0.5										
1	6	10	18	31	45					
1.5	5	10	14	25	35					
2.5	3	5	9	16	22	38				
4	3	5	7	13	18	30	47			
6	2	4	5	10	14	23	36	48		
10	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25				3	4	7	11	16	22	28
35				2	3	5	8	13	18	23
50				1	2	4	6	9	13	16
70				1	1	3	5	8	10	13
95				1	1	2	3	6	8	10
120				1	1	2	3	6	8	10
150				1	1	2	3	5	7	9
185				1	1	1	2	4	5	7
240				1	1	1	1	3	4	6
300					1	1	1	3	4	5
400						1	1	1	3	4
500						1	1	1	2	3



ขนาด สาย, ท่อ, CB ตามขนาดมอเตอร์ที่ 1

output			AC three phases direct on line starter (DOL)					
kW	HP	PF	current at 380 VAC	circuit breaker	cable and conduit from starter to motor	voltage drop		
						max distance (m)		
						5%	3%	2%
0.18	0.25	0.68	0.71	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	2570	15..	1030
0.25	0.35	0.71	0.92	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	1900	11..	760
0.37	0.5	0.73	1.1	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	1545	9..	620
0.55	0.75	0.74	1.6	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	1050	6..	420
0.75	1	0.74	2.1	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	800	4..	320
1.1	1.5	0.75	3.1	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	535	3..	214
1.5	2	0.78	4	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	399	2..	160
2.2	3	0.78	5.5	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	290	1..	116
3	4	0.82	6.7	3P, 15A	3-2.5/2.5 G., dia 3/4 in or 19 mm	227	1..	91
4	5.5	0.81	8.8	3P, 20A	3-4/4 G., dia 3/4 in or 19 mm	279	1..	112
5.5	7.5	0.85	11.6	3P, 20A	3-4/4 G., dia 3/4 in or 19 mm	202	1..	81
7.5	10	0.86	14.8	3P, 30A	3-6/6 G., dia 3/4 in or 19 mm	234	1..	93
11	15	0.82	23.6	3P, 50A	3-6/6 G., dia 3/4 in or 19 mm	153	92	61
15	20	0.82	31	3P, 60A	3-10/6 G., dia 1 in or 25 mm	194	1..	77
18.5	25	0.85	36.5	3P, 80A	3-16/10 G., dia 1 1/4 in or 32 mm	254	1..	100
22	30	0.85	43.5	3P, 80A	3-16/10 G., dia 1 1/4 in or 32 mm	210	1..	84
30	40	0.87	58	3P, 100A	3-25/10 G., dia 1 1/2 in or 38 mm	240	1..	96
37	50	0.83	74	3P, 150A	3-50/16 G., dia 2 in or 50 mm	265	1..	106
45	60	0.84	89	3P, 175A	3-70/16 G., dia 2 1/2 in or 50 mm	288	1..	115
55	75	0.87	104	3P, 225A	3-70/35 G., dia 2 1/2 in or 50 mm	335	2..	134
75	100	0.88	139	3P, 250A	3-120/35 G., dia 3 in or 75 mm	330	1..	132
90	125	0.88	185	3P, 400A	3-185/35 G., dia 3 in or 75 mm	422	2..	169
110	150	0.86	209	3P, 400A	3-185/35 G., dia 3 in or 75 mm	372	2..	149
132	175	0.86	245	3P, 500A	3-240/50 G., dia 3 3/4 in or 90 mm	384	2..	153
160	220	0.86	300	3P, 600A	3-400/50 G., dia 4 in or 100 mm	439	2..	176
200	275	0.86	373	3P, 700A	2(3-185/35G., dia 3 in or 75 mm)	417	2..	167
220	300	0.88	400	3P, 800A	2(3-185/35G., dia 3 in or 75 mm)	390	2..	155
260	350	0.88	460	3P, 1000A	2(3-240/35G., dia 3 3/4 in or 90 mm)	412	2..	165
300	400	0.88	525	3P, 1000A	2(3-240/35G., dia 3 3/4 in or 90 mm)	419	2..	167



ขนาด สาย, ท่อ, CB ตามขนาดมอเตอร์ที่ 3

output			AC three phases direct on line starter (DOL)					
kW	HP	PF	current at 380 VAC	circuit breaker	cable and conduit from starter to motor	voltage drop		
						max distance (m)		
						5%	3%	2%
0.18	0.25	0.6	2.3	1P, 15A	2-2.5/2.5 G., dia 1/2 in or 12.7 mm	449	...	180
0.25	0.35	0.6	3	1P, 15A	2-2.5/2.5 G., dia 1/2 in or 12.7 mm	344	...	138
0.37	0.5	0.7	4	1P, 15A	2-2.5/2.5 G., dia 1/2 in or 12.7 mm	222	...	89
0.55	0.75	0.7	5	1P, 15A	2-2.5/2.5 G., dia 1/2 in or 12.7 mm	178	...	71
0.75	1	0.7	7	1P, 15A	2-2.5/2.5 G., dia 1/2 in or 12.7 mm	127	...	50
1.1	1.5	0.7	8.8	1P, 20A	2-4/4 G., dia 1/2 in or 12.7 mm	161	96	64
1.5	2	0.7	12	1P, 30A	2-6/6 G., dia 3/4 in or 19 mm	118	71	47
2.2	3	0.7	17.5	1P, 40A	2-6/6 G., dia 3/4 in or 19 mm	120	72	48
3	4	0.75	22.5	1P, 40A	2-6/6 G., dia 3/4 in or 19 mm	87	52	35
4	5.5	0.75	28	1P, 60A	2-10/6 G., dia 3/4 in or 19 mm	117	73	46

ตารางแสดงขนาด สาย, ท่อ และ CB ตามขนาดมิเตอร์ไฟฟ้า

kWh meter	max load	CB rating	cable in conduit		cable in wireway	
			cable (mm <sup>2</sup> )	conduit (in)	cable (mm <sup>2</sup> )	wireway (mmxmm)
1 P, 15(45) A	30 A	2 P, 50 A	2-16/6 G	1		
1 P, 30(100) A	75 A	2 P, 100 A	2-50/10 G	2		
1 P, 50(150) A	100 A	2 P, 125 A	2-70/16 G	2		
3 P, 15(45) A	30 A	3 P, 50A	4-2516 G	2	4-16/6 G	50x50
3 P, 30(100) A	75 A	3 P, 100 A	4-70/10 G	2	4-50/10 G	100x100
3 P, 50(150) A	100 A	3 P, 125 A	4-95/16 G	2 ½	4-70/16 G	100x100
3 P, 200 A	200 A	3 P, 250 A	4-240/35 G	3	4-185/35 G	100x100
3 P, 400 A	400 A	3 P, 500 A	2x(4-185/25 G)	2x4	2x(2-185/25 G)	200x100

สายดินตามขนาด CB

max rating of CB (AT)	ground conductor (sq mm)
15	2.5
20	4
30-60	6
100	40
200	16
400	35
600	50
800-100	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185
3000	240
4000	300
5000	400
6000	500

คุณสมบัติของหลอดไฟฟ้า

คุณสมบัติ	หลอดไส้	halogen	SL	PL	fluorescent	high pressure mercury (self ballast)	high pressure mercury	metal halide sodium	low pressure mercury	high pressure
luminous flux lm	250 to 40000	10000 to 45000	450 to 1200	400 to 900	150 to 5300	3100 to 14000	2000 to 125000	19000 to 187000	18000 to 33000	3300 to 130000
efficacy lm/W (without ballast)	10 to 20	22	41 to 50	59 to 78	38 to 91	19 to 28	40 to 63	75 to 95	100 to 183	70 to 130
rating W light colour	25 to 2000	500 to 2000	9 to 25	7 to 11	4 to 65	160 to 500	50 to 2000	250 to 2000	18 to 180	50 to 1000
colour rendering	excellent	excellent	good	good	excellent to moderate	moderate	moderate	excellent to good	non-existent	poor
ballast	none	none	built-in	choke	choke	none	choke	choke	hybrid	choke
starter/ignitor	none	none	built-in	built-in	starter or starterless	none	none	ignitor	separate or built-into ballast	ignitor separate or built-into lamp
run-up time min	zero	zero	zero	zero	zero	zero to 2	3	3	10	5
restrike time min	zero	zero	zero	zero	zero	5	5	10	2	<1

## ค่าความเข้มของแสงสำหรับงานลักษณะต่างๆ

	ความเข้ม ของแสง (lux)
<b>บริเวณทั่วไปในอาคาร</b>	
circulation areas, corridors	100
stairs, Escalators	150
cloak rooms, toilets	150
stores, stockrooms	150
<b>บริเวณประกอบอุปกรณ์</b>	
rough work: heavy machinery assembly	300
medium work: engine assembly, vehicle body assembly	500
fine work: electronic and office machinery assembly	750
very fine work: instrument assembly	1500
<b>บริเวณงานเคมี</b>	
General interior plant areas	300
automatic processes	150
control rooms, laboratories	500
pharmaceutical manufacture	500
inspection	750
colour matching	1000
rubber tyre manufacturing	500
<b>โรงงานเสื้อผ้าสำเร็จรูป</b>	
sewing	750
inspection	1000
pressing	500
<b>อุตสาหกรรมไฟฟ้า</b>	
cable manufacturing	300
assembly of telephone sets	500
winding assembly	750
assembly of radio and television receivers	1000
assembly of ultra-precision parts, electronic components	1500
<b>อุตสาหกรรมไฟฟ้า</b>	
general working areas	300
automatic processes	200
hand decorating, inspection	500

	ความเข้ม ของแสง (lux)
<b>งานหล่อโลหะ</b>	
foundry bays	200
rough moulding, rough core making	300
fine moulding, core making, inspection	500
<b>อุตสาหกรรมแก้ว</b>	
furnace rooms	150
mixing rooms, forming, moulding, kin rooms	300
finishing, enameling, glazing	500
colouring, decorating	750
grinding, lenses and crystal glassware, fine work	1000
<b>อุตสาหกรรมเหล็ก</b>	
production plants not requiring manual intervention	100
production plants requiring occasional intervention	150
permanently occupied work stations in production plants	300
control platforms and inspection	500
<b>อุตสาหกรรมเครื่องหนัง</b>	
general working areas	300
pressing, cutting, sewing, shoe production	750
grading, matching, quality control	1000
<b>งานเครื่องกล</b>	
casual work	200
rough bench and machine work, welding	300
medium bench and machine work, ordinary automatic machines	500
fine bench and machine work, fine automatic machines, inspection and testing	750
very fine work, gauging and inspection of small intricate parts	1500

	ความเข้ม ของแสง (lux)
<b>งานสี</b>	
dipping, rough spraying	300
ordinary painting, spraying and finishing	500
fine painting, spraying and finishing	750
retouching and matching	1000
<b>โรงงานกระดาษ</b>	
paper and board making	300
automatic processes	200
inspection, sorting	500
<b>งานพิมพ์</b>	
Printing machine room	500
composing rooms, proof reading	750
precision proofing, retouching, etc.	1000
colour reproduction and printing	1500
steel and copper engraving	2000
bookbinding	500
trimming, embossing	750
<b>อุตสาหกรรมสิ่งทอ</b>	
bale breaking, carding, drawing	300
spinning, winding, reeling, combing, dyeing	500
beaming, spinning (fine counts), twisting, weaving	750
sewing, burling, inspection	1000
<b>งานไม้</b>	
saw mills	200
bench work, assembly	300
wood machining	500
finishing, final inspection	750
<b>สำนักงาน</b>	
general offices, typing, computer rooms	500
deep-plan general offices	750
drawing offices	750
conference rooms	500

	ความเข้ม ของแสง (lux)
<b>สถานศึกษา</b>	
classrooms, lecture theatres	300
laboratories, libraries, libraries, reading rooms, art rooms	500
<b>ร้านค้าและศูนย์แสดงสินค้า</b>	
conventional shops	300
self-service shop	500
supermarkets	750
show rooms	50
museums and art galleries:	
light-sensitive exhibits	150
exhibits insensitive to light	300
<b>อาคารสาธารณะทั่วไป</b>	
cinemas	
auditorium	50
foyer	150
theatres and concert halls	100
auditorium	
foyer	200
sacred buildings	
nave	100
choir	150
<b>บ้านและโรงแรม</b>	
home:	
bedrooms	
general	50
bed-head	200
bathrooms	
general	100
shaving, make-up	500
living-rooms	
general	100
reading, sewing	500
stairs	100
kitchens	
general	300
working areas	500

	ความเข้ม ของแสง (lux)
work room	300
nursery	150
hotels:	
entrance halls	300
dining rooms	200
kitchens	500
bedrooms, bathrooms	
general	100
local	300
โรงพยาบาล	
wards	
general lighting	100
examination	300
reading	200
circulation at night	5
examination rooms	
general lighting	500
local inspection	1000

	ความเข้ม ของแสง (lux)
intensive therapy	
bedhead	50
observation	750
nurses' stations	300
operating theatres	
general lighting	500
local	30000
autopsy rooms	
general lighting	750
local	10000
laboratories and pharmacies	
general lighting	500
local	750
consulting rooms	
general lighting	500
local	750



## การคำนวณ Heat transfer และสูตร Heat load

### Heat Transmission

$$Q_S = m.C_p. \Delta T$$

$$Q_T = m. \Delta H$$

m = weight of air, lb

C<sub>p</sub> = 0.24, specific heat of dry air, Btu.lb da

ΔT = T<sub>room</sub> - T<sub>supply air</sub>, T<sub>R</sub>-T<sub>S</sub>, °F

ΔH = enthalpy, H<sub>mix air</sub> - H<sub>supply air</sub>, H<sub>M</sub>-H<sub>S</sub>, Btu.lb da

### Room Sensible Heat, Q<sub>SR</sub>, Btu/hr

$$Q_{SR} = 1.08 \text{ CFM}_T (T_R - T_S) \text{ Btu/hr}$$

### Total Latent Heat, Q<sub>LT</sub>, Btu/hr

$$Q_{LT} = 4840 \text{ CFM}_T \Delta W \text{ btu/hr}$$

$$= 0.68 \text{ CFM}_T \Delta G \text{ Btu/hr}$$

ΔW = humidity ratio, W<sub>M</sub>-W<sub>S</sub>, lb/lb da

ΔG = humidity ratio, G<sub>M</sub>-G<sub>S</sub>, grain/lb da

### Total Heat, Q<sub>T</sub>, Btu/hr

$$Q_T = Q_{SR} + Q_{LR} + Q_{TOA}$$

$$= 4.5 \text{ CFM}_T \Delta H_T$$

$$Q_{TOA} = 45 \text{ CFM}_{OA} \Delta H_{OA}$$

H<sub>T</sub> = H<sub>M</sub>-H<sub>S</sub>, Btu/lb da

H<sub>OA</sub> = H<sub>OA</sub>-H<sub>R</sub>, Btu/lb da

Subscript s at supply air condition

Subscript r at room condition

Subscript m at mixed air condition

Subscript oa at outside air condition

Subscript t means total

### Room Sensible Heat Ratio

$$\begin{aligned} \text{SHR} &= \frac{Q_{SR}}{Q_{TR}} \\ &= \frac{Q_{SR}}{Q_{FR} + Q_{TR}} \\ &= 0.24 \frac{\Delta T}{\Delta H_R} \\ &= 0.24 \frac{T_R - T_S}{H_R - H_S} \end{aligned}$$

### Mixed Air CFM, CFM<sub>T</sub>

$$\text{DFM}_T = \text{CFM}_{RET} + \text{CFM}_{OA}$$

CFM<sub>RET</sub> = return air CFM

### Mixed Air Temp, T<sub>M</sub>, °F

$$T_M = T_R + (T_{OA} - T_R) \frac{\text{CFM}_{OA}}{\text{CFM}_T}$$

$$T_M = T_{OA} - (T_{OA} - T_R) \frac{\text{CFM}_{RET}}{\text{CFM}_T}$$

## การคำนวณ Heat transfer และสูตร Heat load (ต่อ)

### Supply Air for Cooling, CFM<sub>T</sub>

$$CFM_T = \frac{Q_{sR}}{1.08 (T_R - T_S)}$$

### Supply Air for Dehumidification, CFM<sub>T</sub>

$$CFM_T = \frac{Q_{LR}}{4840 (W_R - W_S)}$$

$$= \frac{Q_{LR}}{0.68 (G_R - G_S)}$$

### Require Ventilating CFM, CFM<sub>V</sub>

$$CFM_T = \frac{cu \text{ If room vol } \times \text{ no. of air change per hour}}{60}$$

### Maximum Moisture Content of Supply Air

$$W_S = W_R - \frac{Q_{LR}}{4840 CFM_T}$$

$$G_S = G_R - \frac{Q_{LR}}{0.68 CFM_T}$$

$W_S$  = humidity ratio, supply air, lb/lb da

$W_R$  = maximum desired room humidity ratio, lbw/lb da

$Q_{LR}$  = room latent heat, Btuh

CFMT = primary air supply to room

$G_S$  = humidity ratio, supply air, grain/lb da

$G_R$  = maximum desired room humidity ratio, grain/lb da

### Coil Condensate Water ( $W_{cond}$ ), h\gallon/hr

$$(W_{cond}) = \frac{4.5 CFM_T \Delta G}{7000 \times 8.33}$$

$$= \frac{CFM_T \Delta G}{12957.7} \quad \text{gallon / hr}$$

CFM = air flow through coil

$\Delta G = G_m - G_s$  = humidity ratio of air at entering condition, grain/lb da

$G_s$  = humidity ratio of air at leaving condition, grain/ lb da

### Condensing Water Require (W)

$$W = \frac{Q}{500 (t_2 - t_1)}$$

W = volume of condensing water, GPM

Q = heat to be removed in condenser, Btuh

$t_1$  = temp of water entering condenser, °F

$t_2$  = temp of water leaving condenser, °F

## ตารางคำนวณค่า U

### Conductivity (K)

Represent the Btu that will be transmitted through one square foot of the wall (or surface)

In one hour if there is a temperature difference on one degree F, if the material is one-inch thickness (unit Btu/hr-sq ft - °F - in)

### Conductance (C), Btu/hr - sq

It is used to indicate heat transfer through a wall made of difference substance

$$C = \frac{K}{X}, \frac{1}{C} = \frac{X}{K}$$

X = thickness of material in inches

### Thermal Resistance (R)

It is the resistance to heat transfer

$$R = \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$
$$= \frac{1}{U}$$

### Overall Coefficient of Heat Transfer (U) Btu/hr-sq ft-°F

It is the rate of heat transfer from one side to the other side of substance.

#### For Flat Plate

$$U = \frac{1}{\frac{f_0}{1} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + C_A + \frac{1}{f_1}}$$

$f_0$  = outside air film, Btu/hr-sq ft

X = thickness of material in inches

K = conductivity of material, Btu/hr-sq ft-°F-in

C = conductance of material, Btu/hr-sq ft-°F

$C_a$  = air space conductance in Btu/hr-sq ft-°F

$f_1$  = inside air film, Btu/hr-sq ft

#### For Round Pipe

$$U = \frac{1}{\frac{f_1}{R_1} + \frac{R_2}{K_1} + \frac{R_3}{K_2} + \frac{R_4}{K_3} + \frac{R_5}{f_0}}$$

$f_1$  = conductance of inside film, Btu hr-sq ft

$f_0$  = conductance of outside film, Btu hr-sq ft

$R_5$  = outer radius of outermost insulation, inch

$R_1$  = inner radius of innermost insulation, inch

$R_2$  = inner radius of the material from innermost one, ft

$K_1$  = conductivity of innermost material, Btu hr-sq ft-°F-in

$K_2$  = conductivity of the next material from innermost one

#### Heat Flow (Btu/hr)

$$Q = U.A.\Delta T$$

U = overall coefficient of heat transfer Btu hr-sq ft-°F

A = heat transfer area, sq ft

$\Delta T$  = temp difference between higher and lower temp surface, °F

description	customary unit							
	density (lb/ft <sup>3</sup> )	conductivity (k)	conductance (c)	Per inch thickness (1/k)	resistance(R) For thickness listed (1/c)	specific heat, Btu/(lb (deg F)	W lb' ft <sup>2</sup>	heat capacity Btu- ft <sup>2</sup> , F
<b>-building board</b>								
<b>-boards, panels, subflooring, sheathing</b>								
<b>-woodboard panel products</b>								
asbestos-cement board	120	4.0	-	0.25	-	0.24	-	28.80
(0.125 in)	120	-	33.00	-	0.03	-	1.25	0.30
asbestos-cement board	120	-	16.50	-	0.06	-	2.5	0.60
(0.25 in)	120	-	16.50	-	0.06	-	1.56	0.41
gypsum or plaster board	50	-	3.10	-	0.32	0.26	2.08	0.54
(0.375 in)	50	-	2.22	-	0.45	-	2.6	0.68
gypsum or plaster board	50	-	1.78	-	0.56	-	-	-
(0.625 in)	50	-	1.78	-	0.56	-	-	-
plywood (douglas fir)	34	0.80	-	1.25	-	0.29	0.71	0.21
(0.25 in)	34	-	3.20	-	0.31	-	1.06	0.31
plywood (douglas fir)	34	-	2.13	-	0.47	-	1.42	0.41
(0.375 in)	34	-	1.6	-	0.62	-	1.77	0.51
plywood (douglas fir)	34	-	1.29	-	0.77	-	-	-
(0.5 in)	34	-	1.29	-	0.77	-	-	-
plywood (douglas fir)	34	-	1.07	-	0.93	0.29	2.13	0.62
(0.75 in)	34	-	1.07	-	0.93	-	-	-
plywood or wood panels	18	-	0.76	-	1.32	0.31	0.75	0.23
vegetable fiber board	18	-	0.49	-	2.06	-	1.17	0.36
sheathing, regular density	18	-	0.82	-	1.22	0.31	0.92	0.28
(0.5 in)	22	-	0.82	-	1.22	-	1.04	0.32
sheathing, intermediate density	25	-	0.88	-	1.14	0.31	1.04	0.32
(0.5 in)	25	-	0.88	-	1.14	-	0.56	0.17
nail-base sheathing	18	-	1.06	-	0.94	0.31	0.47	0.15
(0.375 in)	18	-	1.28	-	0.78	-	0.62	0.19
shingle backer	15	-	0.74	-	1.35	0.30	-	-
(0.3125 in)	15	-	0.74	-	1.35	-	-	-
sound deadening board	18	0.40	-	2.50	-	0.14	-	-
(0.5 in)	18	-	0.80	-	1.25	-	0.75	0.11
tile and lay-in panels, plain or acoustic	18	-	0.53	-	1.89	-	1.13	0.16
(0.5 in)	18	-	0.53	-	1.89	-	-	-
(0.75 in)	18	-	0.53	-	1.89	-	-	-
laminated paper board	30	0.50	-	2.00	-	0.33	-	-
(0.75 in)	30	0.50	-	2.00	-	0.33	-	-
homogeneous board from								

recupled paper	30	0.50	-	2.00	-	0.28	-	-	8.40
hardboard									
medium density	50	0.73	-	1.37	-	0.31	-	-	17.60
high density, service temp service underlay	55	0.82	-	1.22	-	0.32	-	-	17.60
high density, std tempered particleboard	63	1.00	-	1.00	-	.032	-	-	20.16
low density	37	0.54	-	1.85	-	0.31	-	11.47	
medium density	50	0.94	-	1.06	-	0.31	-	15.50	
high density	62.5	1.18	-	0.85	-	0.31	-	19.38	
underlayment (0.625 in)	40	-	1.22	-	0.82	0.29	2.08	0.6	11.60
wood subfloor (0.75 in)		-	1.06	-	0.94	0.33	2.00	0.6	9.60
<b>-building membrane</b>									
vapor-permeable felt	-	-	16.70	-	0.06	-	-	-	-
vapor-seal, 2 layers of mopped									
15-lb felt	-	-	8.35	-	0.12	-	-	-	-
vapor-seal, plastic film	-	-	-	-	negl	-	-	-	-
<b>-finish flooring materials</b>									
carpet and fibrous pad	-	-	0.48	-	2.06	0.34	-	-	-
carpet and rubber pad	-	-	0.81	-	1.23	0.33	-	-	-
cork tile (0.125 in)	-	-	3.60	-	0.28	0.48	-	-	-
terrazzo (1 in)	-	-	12.50	-	0.08	0.19	11.7	2.22	26.60
tile-asphalt, linoleum, vinyl, rubber	-	-	20.00	-	0.05	0.30	-	-	-
vinyl asbestos						0.24	-	-	-
ceramic						0.19	-	-	-
wood, hardwood finish (0.75 in)			1.47		0.68		2.81	0.84	13.50
<b>-insulating materials</b>									
<b>-blanket and batt</b>									
mineral fiber, fibrous form processed from rock, slag, or glass									
approx. 2-2.75 in	0.3-2.0	-	0.143	-	7	0.17-0.23	.12-.40	.02-.09	0.1-0.46
approx. 3-3.5 in	0.3-2.0	-	0.091	-	11		.16-.54	.03-.12	0.1-0.46
approx. 3.50-6.5	0.3-2.0	-	0.053	-	19		.30-.98	.05-.23	0.1-0.46
approx. 6-7 in	0.3-2.0		0.045		22		.30-1.10	.05-.25	0.1-0.46
approx. 8.5 in	0.3-2.0		0.033		30		.40-1.42	.07-.32	0.1-0.46
<b>-board and slabs</b>									
<b>-cellular glass</b>	8.5	0.38	-	2.63	-	0.24	-	-	2.64

ตารางวัสดุ สำหรับส่วนต่างๆ ของอาคาร (ต่อ)

description	customary unit						
	density (lb/ft <sup>3</sup> )	conductivity/conductance (k) (c)	resistance(R) Per inch thickness (1/k)	For thickness listed (1/c)	specific heat, Btu/(lb (deg F)	W lb' ft <sup>2</sup>	heat capacity Btu ft <sup>2</sup> , F
glass fiber, organic bonded expanded rubber (rigid)	4-9 4.5	0.25 0.22	4.00 4.55	- -	0.23 0.40	- -	9-2.1 1.8
expanded polystyrene extruded cut cell surface	1.8	0.25	4.00	-	0.29	-	0.52
expanded polystyrene extruded smooth skin surface	2.2	0.20	5.00	-	0.29	-	0.64
expanded polystyrene extruded smooth skin surface	3.5	0.19	5.26	-	-	1.02	-
expanded polystyrene, molded beads	1.0	0.28	3.57	-	0.29	-	0.29
expanded polyurethane (R-11 exo.) (thickness 1 in. or greater)	1.5 2.5	0.16	6.25	-	0.38	-	0.57
mineral fiber with resin binder	15	0.29	3.45	-	0.17	-	9.15
mineral fiberboard, wet felted	16-17	0.34	2.94	-	-	-	2.2-2.4
core or roof insulation							
acoustical tile	18	0.35	2.86	-	0.19	-	3.42
acoustical tile	21	0.37	2.70	-	-	2.94	-
mineral fiberboard, wet molded acoustical tile	23	0.42	2.38	-	0.14	-	3.22
wood or cane fiberboard acoustical tile (0.5 in.) (0.75 in.)	- -	- -	- -	1.25	0.31	-	- -
acoustical tile (1.89)	-	0.53	-	-	1.89	-	-
interior finish (plank tile)	15	0.35	2.86	-	0.32	-	4.80
wood shredded (cemented in performed slabs)	22	0.60	1.67	-	0.31	-	6.82
<b>-loose felt</b>							
cellulosic insulation (milled paper or wood pulp)	2.3-3.2	0.27-0.32	3.13-3.70	-	0.33	-	.76-1.06
sawdust or shavings	8.0-15.0	0.45	2.22	-	0.33	-	2.64-4.45
wood fiber, softwoods	2.0-3.5	0.30	3.33	-	0.33	-	.66-1.16
perlite, expanded	5.0-8.0	0.37	2.70	-	0.26	-	1.3-2.08

mineral fiber (rock, slag or glass)	0.6-2.0	-	-	11	0.17	0.2-71	.04-.12	0.1
approx 3.75-5 in	0.6-2.0	-	-	19	0.17	0.2-71	.04-.12	0.1
approx 6.5-8.75 in	0.6-2.0	-	-	22	0.17	0.2-71	.04-.12	0.1
approx 7.5-10 in	0.6-2.0	-	-	30	0.17	0.2-71	.04-.12	0.1
approx 10.25-13.75 in	0.6-2.0	-	-	30	0.17	0.2-71	.04-.12	0.1
vermiculite, exfoliated	7.0-8.2	.47	-	2.13	3.20	-	-	1.4-1.64
	4.0-6.0	0.44	-	2.27	-	-	-	0.8-1.2
<b>roof insulation</b>								
performed, for use above deck								
different roof insulations are available in different		0.72		1.39		-	-	-
thicknesses to provide the design C values listed		to		to		-	-	-
consult individual manufacturers for actual		0.12		8.33		-	-	-
thickness of their material								
<b>-masonry materials</b>								
<b>-concretes</b>								
cement mortar	116	5.0	0.20	-	0.20	-	-	232
gypsum-fiber concrete 87.5% gypsum, 12.5% wood chips	15	1.66	0.60	-	0.60	-	0.21	10.71
lightweight aggregates including expanded shale, clay or slate;	120	5.2	0.19	-	0.19	-	-	240
expanded slags; chinders; pumice;	100	3.6	0.28	-	0.28	-	-	200
expanded slags; chinders; pumice;	80	2.5	0.40	-	0.40	-	-	160
vermiculite; also cellular concretes	60	1.7	0.59	-	0.59	-	-	120
	40	1.15	0.86	-	0.86	-	-	80
	30	0.90	1.11	-	1.11	-	-	40
	20	0.70	1.43	-	1.43	-	-	40
perlite, expanded	40	0.93	1.08	-	1.08	-	-	12.8
	30	0.71	1.41	-	1.41	-	-	9.6
	20	0.50	2.00	-	2.00	-	-	6.4
sand and gravel or stone aggregate (oven dried)	140	9.0	0.11	-	0.11	-	0.22	30.8
sand and gravel or stone aggregate (not dried)	140	12.0	0.11	-	0.11	-	0.22	28.0
stucco	116	5.0	0.20	-	0.20	-	-	232
masonry units								

ตารางวัสดุ สำหรับส่วนต่างๆ ของอาคาร (ต่อ)

description	density (lb/ft <sup>3</sup> )	customary unit			metric unit				
		conductivity (k)	conductance (c)	resistance (R) Per inch thickness (1/k)	For thickness listed (1/c)	specific heat, Btu/(lb (deg F)	W lb' ft <sup>2</sup>	heat capacity Btu- ft <sup>2</sup> , F	Btu- ft <sup>2</sup> , F
brick, common	120	5.0	-	0.20	-	0.19	-	-	22.8
brick, face	130	9.0	-	0.11	-	-	-	-	24.7
clay tile, hollow :									
1 cell deep (3 in)	-	-	1.25	-	0.80	0.21	15.0	3.2	12.6
(4 in)	-	-	0.90	-	1.11	-	16.0	3.4	10.1
2 cell deep (6 in)	-	-	0.66	-	1.52	-	25.0	5.25	10.5
(8 in)	-	-	0.54	-	1.85	-	30.0	6.3	9.5
2 cell deep (10 in)	-	-	0.45	-	2.22	-	35.0	7.4	8.8
(12 in)	-	-	0.40	-	2.5	-	40.0	8.4	8.4
concrete blocks, three oval core:									
(4 in)	-	-	1.40	-	0.71	0.22	23.0	5.1	15.2
(8 in)	-	-	0.90	-	1.11	-	43.0	9.4	14.1
(12 in)	-	-	0.78	-	1.28	-	63.0	13.9	13.9
cinder aggregate									
(3 in)	-	-	1.16	-	0.86	0.21	17.0	3.6	14.3
(4 in)	-	-	0.90	-	1.11	-	20.0	4.2	12.6
(8 in)	-	-	0.58	-	1.72	-	37.0	7.9	11.8
(12 in)	-	-	0.53	-	1.89	-	53.0	11.1	11.1
lightweight aggregate									
(3 in)	-	-	0.79	-	1.27	0.21	15.0	2.6	12.6
(4 in)	-	-	0.67	-	1.50	-	17.0	3.6	10.9
(8 in)	-	-	0.50	-	2.00	-	32.0	6.7	10.1
(12 in)	-	-	0.44	-	2.27	-	43.0	9.0	9.0
concrete blocks, rectangular core									
sand and gravel aggregate									
2 core, 8 in, 36 lb.	-	-	0.96	-	1.04	0.22	43.1	9.5	14.2
same with filled cores	-	-	0.52	-	1.93	0.22	-	-	-
lightweight aggregate (expanded shale, clay, slate or slag, pumice):									
3 cor. 6 in, 19 lb	-	-	0.61	-	1.65	0.21	22.8	4.8	9.6
Same with filled cores	-	-	0.33	-	2.99	-	-	-	-
2 core, 8 in, 24 lb	-	-	0.46	-	2.18	-	28.8	6.0	9.1



same with filled cores	-	-	-	-	0.20	-	-	5.03	-	-	-	-	-
3 cor. 12 in. 38 lb	-	-	-	-	0.40	-	-	2.48	-	45.6	9.6	9.6	-
same with filled cores	-	-	-	-	0.17	-	-	5.82	-	-	-	-	-
stone, lime or sand	-	12.50	-	-	-	0.08	-	-	0.19	-	-	-	28.5
gypsum partition tile:													
3x12x30 in. solid	-	-	-	-	0.79	-	-	1.26	0.19	11.0	2.1	8.6	-
3x12x30 in. 4-cell	-	-	-	-	0.74	-	-	1.35	-	9.0	1.7	6.7	-
4x12x30 in. 3-cell	-	-	-	-	0.60	-	-	1.67	-	13.0	2.5	7.2	-
<b>•plastering materials</b>													
cement plaster, sand aggregate	116	5.0	-	0.20	-	-	-	-	0.20	-	-	-	23.2
sand aggregate (0.375 in)	-	-	13.3	-	-	-	0.08	-	0.20	3.63	0.72	23.2	-
sand aggregate (0.75 in)	-	-	6.66	-	-	-	0.15	-	0.20	7.25	1.45	23.2	-
gypsum plaster:													
lightweight aggregate (0.5 in)	45	-	3.12	-	-	-	0.32	-	-	1.88	0.38	9.0	-
lightweight aggregate (0.625 in)	45	-	2.67	-	-	-	0.39	-	-	2.34	0.47	9.0	-
lightweight agg. On metal lath (0.75 in)	-	-	2.13	0.47	-	-	-	-	-	-	0.57	-	-
perlite aggregate	45	1.5	-	0.67	-	-	-	-	0.32	-	-	-	14.4
sand aggregate	105	5.6	-	0.18	-	-	-	-	0.20	-	-	21.0	-
sand aggregate (0.5 in)	105	-	11.10	-	-	-	0.09	-	-	4.38	0.88	21.0	-
sand aggregate (0.625 in)	105	-	9.10	-	-	-	0.11	-	-	5.47	1.09	21.0	-
sand aggregate on metal lath(0.75 in)	-	-	7.70	-	-	-	0.13	-	-	1.32	-	-	-
vermiculite aggregate	45	1.7	-	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0
<b>•roofing</b>													
asbestos-cement shingles	120	-	4.76	-	-	-	0.21	-	0.24	-	-	-	28.8
asphalt roll roofing	70	-	6.50	-	-	-	0.15	-	0.36	-	-	-	25.2
asphalt shingles	70	-	2.27	-	-	-	0.44	-	0.30	-	-	-	25.2
built-up roofing (0.375 in)	70	-	3.00	-	-	-	0.33	-	0.35	2.19	0.73	24.5	-
slate (0.5 in)	-	-	20.00	-	-	-	0.05	-	0.30	-	-	-	-
wood shingles, plain and plastic film faced	-	-	1.06	-	-	-	0.94	-	0.31	-	-	-	-
<b>•siding materials (on flat surface)</b>													
<b>shingles</b>													
asbestos-cement	120	-	4.75	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-	28.8
wood, 16 in., 7.5 exposure	-	-	1.15	-	-	-	0.87	-	0.31	-	-	-	-

ตารางวัสดุ สำหรับส่วนต่างๆ ของอาคาร (ต่อ)

description	density (lb/ft <sup>3</sup> )	conductivity/conductance			resistance(R)			customary unit		
		(k)	(c)	Per inch thickness (1/k)	For thickness listed (1/c)	specific heat, Btu/(lb (deg F)	W lb <sup>1/2</sup> ft <sup>2</sup>	heat capacity _Btu_ ft <sup>2</sup> , F	heat capacity _Btu_ ft <sup>2</sup> , F	
wood, double, 16-in., 12-in.exposure	-	-	0.84	-	1.19	0.28	-	-	-	
wood, plus insul.backer board, 0.3125 in	-	-	0.71	-	1.40	0.31	-	-	-	
siding										
asbestos-cement, 0.25 in., lapped	-	-	4.76	-	0.21	0.24	-	-	29.5	
asphalt roll siding	-	-	6.50	-	0.15	0.35	-	-	24.5	
asphalt insulating siding (0.5 in.bed)	-	-	0.69	-	1.46	0.35	-	-	-	
wood, drop, 1 x 8 in	-	-	1.27	-	0.79	0.28	-	-	-	
wood, bevel, 0.5 x 8 in., lapped	-	-	1.23	-	0.81	0.28	-	-	-	
wood, bevel, 0.75 x 10 in., lapped	-	-	0.95	-	1.05	0.29	-	-	-	
wood, plywood, 0.375 in., lapped	-	-	1.59	-	0.59	0.28	-	-	-	
wood, medium density siding, 0.4375 in	40	1.49	-	0.67	0.28	-	-	11.5	-	
aluminum or steel, over sheathing	-	-	1.61	-	0.61	0.29	-	-	-	
hollow-backed										
insulating-board backed nominal 0.375 in	-	-	0.55	-	1.82	0.32	-	-	-	
insulating-board backed nominal 0.375 in., foil backed	-	-	0.34	-	2.96	-	-	-	-	
architectural glass	-	-	10.00	-	0.10	0.20	-	-	-	
<b>woods</b>										
maple, oak, and similar hardwoods	45	1.10	-	0.91	-	0.30	-	-	13.5	
fir, pine, and similar softwoods	32	0.80	-	1.25	-	0.33	-	-	10.6	
fir, pine, and similar softwoods (0.75 in)	32	-	1.06	-	0.94	0.33	2.0	0.66	10.6	
(1.5 in)		-	0.53	-	1.89	-	4.0	1.32	10.6	
(2.5 in)		-	0.32	-	3.12	-	6.7	2.20	10.6	
(3.5 in)		-	0.23	-	4.35	-	9.3	3.08	10.6	

**CALIBRATION SCOPE (ขอบข่ายการให้บริการสอบเทียบ)**

<i>Parameter</i>	<i>Description</i>	<i>Range</i>
	<b>Temp &amp; Humidity</b> Thermo-hygrometer Thermo-hygrograph Temperature & Humidity Data Logger Wall Thermometer Heat Stress Meter	- 40 to 60 °C  11.3 to 90 %RH
	<b>Temperature Source</b> Dry Block Calibrator Temperature Bath Calibrator	- 40 to 1200 °C
	<b>Temperature</b> RTD Sensor Thermocouple Sensor (TC) Temperature Controller Temperature Controller with Sensor Temperature Indicator Temperature Indicator with Sensor Temperature Recorder Temperature Recorder with Sensor Temperature Transmitter Temperature Transmitter with Sensor Digital Thermometer Digital Thermometer with Sensor Temperature Gauge Liquid in Glass Thermometer Industrial Glass Thermometer Infrared Thermometer	- 40 to 1200 °C
	<b>Temperature Enclosure</b> Incubator / Hot Air Oven Water Bath / Liquid Bath Autoclave Freezer / Refrigerator Cold Room	- 40 to 200 °C
	Furnace	up to 1100 °C
	Temperature & Humidity Chamber	10 to 60 °C 20 to 85% RH

	<b>Electrical</b> Control Valve Controller Indicator Recorder Transmitter Counter Stop Watch / Timer Stroboscope Photo & Contact Tachometer Centrifuge	Voltage / Current Frequency / Pulse
	<b>Moisture</b> Moisture Analyzer Moisture Balance Water Activity Meter	Mass & Temperature 0 to 100 %MC 0 to 1 Aw
	<b>Analysis</b> pH Meter pH Transmitter Conductivity Meter Conductivity Transmitter TDS Meter (Total Dissolved Solids) Lactometer Hydrometer Hand Refractometer Salinometer / Salt Meter	STD Buffer: 1.68 pH to 10 pH Simulate : 0 to 14 pH STD Buffer: 10 $\mu$ S/cm to 111.8 mS/cm Simulate : 0 to 200 mS/cm 55.9, 40.0, 2.50, 0.7065, 0.042 PPT (1.02 - 1.04) SG Density (500 to 2000) kg/m <sup>3</sup> Specific Gravity (0.50 to 2.0) SG (0 to 70°) Baume (-1 to 101) API (0 to 100) %Vol (0 - 70) % Brix (0 - 26) % Salt
	<b>Gas Analyzer</b> Oxygen Analyzer Methen Analyzer Dissolved Oxygen Meter	1%O <sub>2</sub> , 21%O <sub>2</sub> 40%CH <sub>4</sub> , 80%CH <sub>4</sub> 0 mg/l, 6 mg/l to 13 mg/l

**CALIBRATION SCOPE (ขอบข่ายการให้บริการสอบเทียบ)**

<b>Parameter</b>	<b>Description</b>	<b>Range</b>		
	<b>Liquid Flow Meter</b> <i>LAB : Gravimetric Method, Water Media</i> Coriolis Flow Meter (Mass Flowmeter) Ultrasonic Flow Meter Magnetic Flow Meter Vortex Flow Meter Positive Displacement Flow Meter Turbine Flow Meter Water Meter Variable Area Flow Meter Rota Flow Meter Paddle Wheel Flow Meter	Pipe Size $\leq$ 6 inch, DN150  Flow rate up to 140 t/h Flow rate up to 140 m <sup>3</sup> /h  Mass up to 2500 kg Volume up to 4500 L		
	<i>Onsite - Wet Method</i> Clam on by Ultrasonic Flow Meter	Pipe Size 0.5 to 200 inch		
	Series Master Meter			
	Open Channel Flow Meter			
	Measuring Holding Time			
	<i>Onsite - Dry Method</i> Simulate: Electronic Function	Converter / Display		
		<b>Air / Gas Flow Meter</b> Flow Calibrator Mass Flow Meter Turbine Flow Meter Variable Area Flow Meter Rota Flow Meter Wet Gas Meter Dry Gas Meter Air Leak Tester	0 to 280 SLM	
			<b>Air Velocity</b> Wind Vane Anemometer Hot Wire Anemometer Pitot Static Tube Anemometer Sonic Probe Anemometer (Ultrasonic) Cup Anemometer Thermal Mass Flow Meter	0 to 50 m/s
			Air Flow Hood	0 to 1500 Nm <sup>3</sup> /h

	<p><b>Barometer</b>          Digital Barometer          Analog Barometer          Barograph</p>	<p>745 mbar to 1150 mbar</p>
	<p><b>Pressure / Vacuum</b>          Differential Pressure Transmitter          Level Transmitter          Pressure Transmitter          Flow Transmitter          Differential Pressure Indicator          Pressure Indicator          Pressure Gauge          Pressure Switch          Safety Valve</p>	<p>- 0.95 bar to 70 bar          Medium : Air, N<sub>2</sub></p> <p>&gt;70 bar to 700 bar          Medium : Oil, Water</p>
	<p><b>Balance</b>          Electronic Balance          Mechanic Balance          Spring Balance          Plate Form Scale</p>	<p>1 mg to 2 ton</p>
	<p><b>Mass</b>  <b>CLASS M1</b></p>	<p>5 kg , 10 kg , 20 kg</p>
	<p><b>Volumetric</b>          Beaker / Cylinder          Volumetric Flask          Volumetric Pipet / Measuring Pipet          Buret / Digital Buret / Dispenser          Pycnometer          Micro Syringe</p>	<p>1 ml to 20 l</p>
	<p><b>Dimension</b>          Vernier Caliper          Micrometer          Thickness Gauge</p>	<p>up to 300 mm</p>