คุ ณ สุ วิ ท ย์ ศ รี สุ ข

ขอเล่าเท่าที่รู้... การกำหนดขนาดความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าดีซี

ขอเล่าเท่าที่รู้... เรื่องราวเกี่ยวกับ**การกำหนดขนาดความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าดีซีเพื่อใช้งานกับการระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ (Solar PV)** ด้วยเหตุผลที่นำมาสู่การเขียนบทความนี้คือ การที่มีการอ้างขนาดของความสามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ไม่เท่ากัน ทั้งๆ ที่ขนาดสายเท่ากัน แลขนาดของอุณหภูมิแวดล้อม (ambient temperature) ก็เท่ากันด้วย จึงทำให้ผู้เขียนคิดว่า ไม่น่าเป็นไป ดังนั้น เบื้องต้นทราบว่า ฝ่ายหนึ่งอ้างอิงมาตรฐาน IEC 62930 : 2017 อีกฝ่ายหนึ่งอ้างอิงมาตรฐาน EN 50618 : 2014 เมื่อเห็นข้อมูลที่อุณหภูมิแวดล้อม 60 degree celsius สุดท้ายก็พบคำตอบที่น่า สะพรึงในการนำไปใช้งาน วันนี้ขอนำเสนอ**แนววิธีการวิเคราะห์ แลสังเคราะห์**มาเป็นงานเขียนนี้ จึงขอให้ผู้อ่านที่สนใจ ฤๅจำเป็นต้องกำหนดขนาดสายที่วิกฤตจำเป็นจักต้องเข้าใจเรื่องที่ท่านจักได้อ่านต่อไปนี้ บางทีอาจทำให้ท่านนึกออกว่า ควรใช้สายแบบใด ฤๅตามมาตรฐานใดกับ solar rooftop แล ฤๅ ground mount โดยในที่นี้จักเน้นการนำไปใช้งานสำหรับ solar rooftop ตามมาตรฐาน วสท.

ก่อนอื่นต้องขอวิเคราะห์วิธีการคำนวณในการหาขนาดของตัวคูณ เพื่อชดเชยผลกระทบอันเนื่องมาจากอุณหภูมิแวดล้อม ขอเริ่มด้วยความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดความร้อนเนื่องจากกำลังไฟฟ้า แลกำลังไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความร้อนคือ I^2R ดังแสดงตามรูป

Thermal Dissipation Constant

The thermal dissipation constant δ indicates the amount of power required for a thermistor to heat itself up by 1°C when it is energized in still air (mW/°C).
When a power W is applied to the thermistor at an ambient temperature Ta and the temperature of the thermistor finally reaches a temperature T, the following equation is established.

$$\delta = \frac{W}{T\text{-}T\alpha} = \frac{I^2R}{T\text{-}T\alpha}$$

δ : thermal dissipation constant (mW/°C)
W :power consumption in a thermistor (mW)
T: temperature at heat equilibrium (°C)
Tα : ambient temperature (°C)
I: current flowing in a thermistor at temperature T (mA)
R: resistance of a thermistor at temperature T (kΩ)

จักเห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ delta (δ) คูณกับผลต่างของอุณหภูมิ ($T\text{-}T\alpha$) มีค่าเท่ากับ I^2R โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็น ดังนี้

$$(T - T\alpha) = \delta\ (I^2R)$$

หากมีการกำหนดว่า...

Tp หมายถึง ค่าอุณหภูมิสุดท้ายซึ่งเกิดขึ้นที่ฉนวนยังทนได้สูงสุด (maximun temperature of cable insulation)

ค่า Tp เป็นค่าอุณหภูมิสุดท้ายที่เกิดขึ้นที่ฉนวน มีค่าเท่ากับค่าของ T ที่แสดงในสูตร (ตามมาตรฐาน IEC 62930 กำหนดขนาดของอุณหภูมิสุดท้ายซึ่งเกิดขึ้นที่ฉนวนเท่ากับ 90 degree celsius)

Tα หมายถึง ค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมใหม่ที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า (new ambient temperature)

ค่า Tα (อ่านว่า ที-แอล-ฟา ฤๅ tee-alpha) เป็นค่าของอุณหภูมิแวดล้อมที่กำหนดใช้สำหรับตารางขนาดของกระแสไฟฟ้าใหม่

สำหรับสายไฟฟ้าขนาดต่างๆ หลังแปลงไปเป็นค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมใหม่ที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า (ตามมาตรฐาน วสท.022013 กำหนดขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมเท่ากับ 60 degree celsius)

Tϕ หมายถึง ค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเดิมที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า (existing ambient temperature)

ค่า Tϕ (อ่านว่า ที-ฟี ฤๅ tee-fee) เป็นค่าของอุณหภูมิแวดล้อมที่กำหนดใช้สำหรับตารางขนาดของกระแสไฟฟ้าเดิมสำหรับสายไฟฟ้าขนาดต่างๆ ก่อนแปลงไปเป็นค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมใหม่ที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า (ตามมาตรฐาน IEC 62930 กำหนดขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมเท่ากับ 30 degree celsius)

Iα หมายถึง ขนาดของกระแสไฟฟ้าใหม่ที่สายไฟฟ้าสามารถรองรับได้ ที่ค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมใหม่ที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า

Iϕ หมายถึง ขนาดของกระแสไฟฟ้าเดิมที่สายไฟฟ้าสามารถรองรับได้ ที่ค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเดิมที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า

เราสามารถคำนวณหาขนาดของกำลังงานที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจากค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเดิมที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า ไปยังค่าอุณหภูมิสุดท้ายที่เกิดขึ้นที่ฉนวน โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็นดังนี้

$(Tp - T\phi) = \delta (I\phi^2 R)$ .....สมการที่ 1

แล เราสามารถคำนวณหาขนาดของกำลังงานที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจากค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมใหม่ที่เกิดขึ้นรอบๆ สายไฟฟ้า ไปยังค่าอุณหภูมิสุดท้ายที่เกิดขึ้นที่ฉนวน โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็นดังนี้

$(Tp - T\alpha) = \delta (I\alpha^2 R)$ .....สมการที่ 2

ปรับสมการเพื่อหาสัดส่วนของขนาดกระแสที่เปลี่ยนไป (Iα/ Iϕ) โดยนำสมการที่ 2 หารด้วยสมการที่ 1 พร้อมกับการกลับด้านสมการได้ผลลัพธ์เป็นสมการได้เป็นดังนี้

$\delta (I\alpha^2 R) / \delta (I\phi^2 R) = (Tp - T\alpha) / (Tp - T\phi)$

ลดรูปค่าคงที่ๆ เท่ากันออกของ δ แล R ได้ผลลัพธ์เป็นสมการได้เป็นดังนี้

$(I\alpha^2) / (I\phi^2) = (Tp - T\alpha) / (Tp - T\phi)$

$(I\alpha / I\phi)^2 = (Tp - T\alpha) / (Tp - T\phi)$

$I\alpha / I\phi = \text{sqrt} \{(Tp - T\alpha) / (Tp - T\phi)\}$; โดยที่

sqrt = square root = รากที่สองของ

$I\alpha = \text{sqrt} \{(Tp - T\alpha) / (Tp - T\phi)\} * I\phi$ .....สมการที่ 3

จากสมการที่ 3 จักทำให้เราได้ค่าตัวคูณเนื่องจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแวดล้อม Ca โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็นดังนี้

$Ca = \text{sqrt} \{(Tp - T\alpha) / (Tp - T\phi)\}$

แลสามารถเขียนสมการที่ 3 ใหม่เป็นดังนี้

$I\alpha = Ca * I\phi$ .....สมการที่ 4

มาลองคำนวณหาค่าตัวคูณเนื่องจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแวดล้อม Ca กัน ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

Ambient temperature (degree celsius)	Conversion factor (Ca)
0	1.225
10	1.154
20	1.080
30	1.000
40	0.912
50	0.816
60	0.707
70	0.577

หลังจากที่เราได้วิเคราะห์จนได้ค่าตัวคูณเนื่องจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแวดล้อม Ca แล้วตามตารางข้างต้น นำมาเปรียบเทียบกับตารางของ IEC 61930 : 2017 จักเห็นได้ว่า ได้ผลลัพธ์ตรงกัน ดังแสดงในตารางดังนี้

IEC 62930

Ambient Temperature (c)	Conversion Factor
0	1.22
10	1.15
20	1.08
30	1.00
40	0.91
50	0.82
60	0.71
70	0.58

ถัดไปจักแนะนำให้ท่านผู้อ่านได้ทำความรู้จักกับตารางขนาดกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 62930 : 2017 เป็นตารางขนาดกระแสไฟฟ้าดีซีสำหรับสายไฟฟ้า ที่อุณหภูมิแวดล้อม 30 degree cesius แลมีค่า maximum insulation temperature 90 degree cesius แล เลือกแสดงการติดตั้งสายไฟฟ้าทั้ง 3 รูปแบบดังนี้

1) ในอากาศ (Single cable free, in air)
2) เส้นเดี่ยวบนพื้นผิว (Single cable, on a surface)
   [สายไฟฟ้าทำหน้าที่ขั้วบวก ฤๅขั้วลบ ติดตั้งแนบโดยตรงบนผิวโครงสร้าง แยกติดตั้งคนละเส้นทาง]
3) สองเส้นคู่ไปด้วยกันบนพื้นผิว (Two loaded cable touching, on a surface)

[สายไฟฟ้าทำหน้าที่ขั้วบวก แลขั้วลบ ติดตั้งแนบโดยตรงบนผิวโครงสร้าง ด้วยเส้นทาง]

ตารางขนาดกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 62930 : 2017 ดังแสดงเป็นตารางดังนี้

DC cable standard ** IEC 62930

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (Sq.mm.)	สายเดี่ยวลอยในอากาศ (A)	สายเดี่ยวบนพื้นผิว (A)	สาย 2 เส้นสัมผัสกันบนพื้นผิว (A)
1.5	31	30	24
2.5	42	40	33
4	57	54	45
6	72	69	58
10	98	96	80
16	132	130	107
25	183	174	138
35	227	215	171
50	287	273	209
70	361	344	269
95	433	411	328
120	508	483	382
150	590	560	441
185	671	638	506
240	808	767	599
300	913	866	693
400	1098	1041	825

จากตาราง IEC 62930:2017 ที่อุณหภูมิแวดล้อม 30 degree cesius แลมีค่า maximum insulation temperature 90 degree cesius วสท. ได้เลือกแสดงขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าที่มีค่า maximum insulation temperature 90 degree cesius โดยได้แปลงค่าอุณหภูมิแวดล้อมมาอยู่ที่ 60 degree cesius แลเลือกการติดตั้งสายไฟฟ้ารูปแบบที่ 3 คือ เป็นแบบติดตั้งสองเส้นคู่ไปด้วยกันบนพื้นผิว ความต้องการการแปลงครั้งนี้เมื่อตรวจสอบจากตารางตัวคูณเนื่องจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแวดล้อม Ca จักได้ค่าตัวคูณ Ca เท่ากับ 0.71 ทำให้ได้ผลการแปลงดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)	IEC 62930 : 2017 (30 *C) สาย 2 เส้นสัมผัสกันบนพื้นผิว (แอมป์)	วสท. 022013-64 (60 *C) เคเบิล 1 วงจรเดินลอยในอากาศ (แอมป์)
1.5	24	17.04
2.5	33	23.43
4	45	31.95
6	58	41.18
10	80	56.80
16	107	75.97
25	138	97.98
35	171	121.41
50	209	148.39
70	269	190.99
95	328	232.88
120	382	271.22
150	441	313.11
185	506	359.26
240	599	425.29
300	693	492.03
400	825	585.75

หลังจากที่เราได้วิเคราะห์จนได้คำนวณขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้า ที่ค่าอุณหภูมิแวดล้อมมาอยู่ที่ 60 degree ceSius แลเลือกการติดตั้งสายไฟฟ้ารูปแบบที่ 3 แล้วตามตารางข้างต้น นำมาเปรียบเทียบกับ ตารางขนาดกระแสตามมาตรฐาน EIT 022013 : 2021 ตารางที่ ฌ.2 จักเห็นได้ว่า ได้ผลลัพธ์ตรงกัน ดังแสดงในตารางนี้

130 | ภาคผนวก ฌ. การออกแบบสายไฟ PV CABLE

ตารางที่ ฌ.2 พิกัดนำกระแสของ PV cable ที่ ambient temperature 60°C

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (Sq.mm.)	เคเบิล 1 วงจรเดินลอยในอากาศ (A)
1.5	17
2.5	23
4	31
6	41
10	56
16	75
25	97
35	121
50	148
70	190
95	232
120	271
150	313
185	359
240	425
300	492
400	585

solar roof

ถัดไปจักแนะนำให้ท่านผู้อ่านเพิ่มเติมกับอีกมาตรฐานหนึ่ง เพื่อทำความรู้จักกับตารางขนาดกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน EN50618 : 2014 โดยขอให้สังเกตุความแตกต่างทั้งค่าอุณหภูมิแวดล้อม แลค่า maximum insulation temperature คือตามมาตรฐาน EN50618 : 2014 เป็นตารางขนาดกระแสไฟฟ้าดีซีสำหรับสายไฟฟ้า ที่อุณหภูมิแวดล้อม 60 degree cesius แลมีค่า maximum insulation temperature 120 degree cesius แลเลือกแสดงการติดตั้งสายไฟฟ้าทั้ง 3 รูปแบบ (ทำนองเดียวกับของ IEC 62930:2017) ดังนี้

1) ในอากาศ (Single cable free, in air)
2) เส้นเดี่ยวบนพื้นผิว (Single cable, on a surface)
   [สายไฟฟ้าทำหน้าที่ขั้วบวก ฤาขั้วลบ ติดตั้งแนบโดยตรงบนผิวโครงสร้าง แยกติดตั้งคนละเส้นทาง]
3) สองเส้นคู่ไปด้วยกันบนพื้นผิว (Two loaded cable touching, on a surface)
   [สายไฟฟ้าทำหน้าที่ขั้วบวก แลขั้วลบ ติดตั้งแนบโดยตรงบนผิวโครงสร้าง ด้วยเส้นทาง]

ตารางขนาดกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน EN 50618 : 2014 ดังแสดงในภาพตาราง Table A.3

Table A.3 — Current carrying capacity of PV cables

Nominal cross sectional area	Current carrying capacity according to method of installation		
	Single cable free in air	Single cable on a surface	Two loaded cables touching, on a surface
mm²	A	A	A
1,5	30	29	24
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57
10	98	93	79
16	132	125	107
25	176	167	142
35	218	207	176
50	276	262	221
70	347	330	278
95	416	395	333
120	488	464	390
150	566	538	453
185	644	612	515
240	775	736	620
Ambient temperature: 60 °C (see Table A.4 for other ambient temperatures) max. conductor temperature: 120 °C.			
NOTE The expected period of use at a max. conductor temperature of 120 °C and at a max. ambient temperature of 90 °C is limited to 20 000 h.			

จากสมการที่ 3 จักทำให้เราได้ค่าตัวคูณเนื่องจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแวดล้อม Ca โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็นดังนี้

Ca = sqrt {(Tp-Tα) / (Tp-Tφ)} ; Tp = 120 *C, T = 60 *C

มาลองทดสอบตัวคูณเนื่องจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแวดล้อม Ca กัน ของ EN50618 : 2014 ดังแสดงในตาราง ดังนี้

Ambient temperature (Tα)	Conversion factor
up to 60	1.000
70	0.913
80	0.816
90	0.707

หลังจากที่เราได้วิเคราะห์จนได้ค่าตัวคูณเนื่องจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิแวดล้อม Ca แล้วตามตารางข้างต้น นำมาเปรียบเทียบกับตารางของ EN50618 : 2014 จักเห็นได้ว่า ได้ผลลัพธ์ไม่ตรงกันทีเดียว แต่ยังมีแนวโน้มที่จักมองเห็นได้ว่า เป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน ในทิศทางที่ได้ผลลัพธ์ซึ่งต่ำกว่า แม้นเมื่อจักนำผลการคำนวณของผู้เขียนไปใช้คำนวณก็จักทำให้ได้ค่าขนาดกระแสสำหรับสายไฟฟ้าที่ต่ำกว่า แต่ทราบที่มาได้มากกว่า ดังแสดงในภาพตาราง Table A.4

EN 50618:2014

Table A.4 — Current rating conversion factors for different ambient temperatures

Ambient temperature °C	Conversion factor
up to 60	1,00
70	0,92
80	0,84
90	0,75

เมื่อสังเกตุขนาดของกระแสที่ขนาดสายต่างๆ จักเห็นได้ว่า ไม่ใคร่จักมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งๆ ที่องค์ประกอบของอุณหภูมิทั้งแวดล้อม แลฉนวนนั้นแตกต่างกัน ดังขอแสดงเป็นตารางดังนี้

ขนาดของอุณหภูมิอ้างอิง (degree cesius)		
ตำแหน่งของพิกัด	IEC 62930 : 2017	EN 50618 : 2014
สภาพแวดล้อม	30 degree cesius	60 degree cesius
ฉนวนของสายไฟฟ้า	90 degree cesius	120 degree cesius

เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขขนาดของ ampacity ของทั้ง IEC 62930 : 2017 แล EN 50618 : 2014 มีขนาดพิกัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้ผู้เขียนต้องศึกษาเอกสารอ้างอิงจาก paper conference ชื่อ *"Cable Ampacity Calculation and Analysis for Power Flow Optimization"*. **Conference Paper** October 2016 by Nishanthi Duraisamy แล Abhisek Ukil, IEEE School of EEE, Nanyang Technological University, Singapore ซึ่งสามารถ download ได้จาก internet ผู้เขียนขออ้างอิงสูตรคำนวณโดยไม่วิเคราะห์เชื่อมโยงใดๆ อาจขออนุญาตท่านผู้อ่านที่สนใจจักศึกษาเพิ่มเติมด้วยตัวผู้อ่านเอง แล้วนำข้อสังเคราะห์มาพูดคุยกันได้ในโอกาสถัดๆ ไป สูตรคำนวณหา ampacity ใน paper เป็นไปดังรูปนี้

A. Theoritical Method

A combination of factors is considered in the calculations of the ampacity. The simplified ampacity calculations from the Neher- McGrath formula is shown in the equation (1) that was derived for high voltage power cables.

The cable ampacity of units in amperes is:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - (T_a + \Delta T_d)}{R_{dc}(1 + Y_c)R_{ca}}} \qquad (1)$$

Where:

I = cable current capacity (Amperes)

Tc = conductor temperature (°C)

Ta = ambient temperature (°C)

ΔTd = dielectric loss temperature rise (°C)

Rdc = dc resistance of conductor at temperature Tc

Yc = component ac resistance resulting from skin effect and proximity effect

Rca = effective thermal resistance between conductor and surrounding ambient.

ผู้เขียนมีข้อสังเกตุในการนำค่า ampacity มาใช้อาจมีการนำตารางของ EN50618:2014 มาใช้กำหนดขนาดสาย โดยอาจเลือกที่ single cable in air ฉนวนมีค่า maximum temperature of insulation cable ที่ 120 degree celsius ที่ ambient temperature ที่ 60 degree celsius ผู้เขียนมีข้อสังเกตว่า สายไฟฟ้าที่ได้มาจริงอาจจักเป็นสายชนิดที่ ฉนวนมีค่า maximum temperature of insulation cable ที่ 120 degree celsius ฤาไม่ซึ่งมิใช่ของตัวอย่างที่นำข้อมูลขนาดกระแสมาแสดง ขอได้พิจารณาตัวอย่างข้างล่างนี้แยกต่างหากไม่เกี่ยวข้องกัน

Solar DC Cables as per TUV Specifications-2 Pfg 1169/08.2007

Single Core Size in	Tinned Copper Maximum Resistance @20°C	Current Carrying Capacity of DC Solar Cable with XL-LSOH Insulation and XL-LSOH Sheathing at 60°C		
		Single Cable in Air	Single Cable on Surface	2 Adjacent Cables on Surface
Sq.mm	Ohms-n/Km	in Amps-A	in Amps-A	in Amps-A
1.5	13.700	30	29	24
2.5	8.210	41	39	33
4	5.090	55	52	44
6	3.390	70	67	57
10	1.950	98	93	79
16	1.240	132	125	107
25	0.795	176	167	142
35	0.565	218	207	176
50	0.393	274	260	219
70	0.277	406	386	325
95	0.210	491	467	393
120	0.164	576	547	461
150	0.132	670	637	536
185	0.108	784	745	627
240	0.0817	944	897	755

บางทีอาจขอแนะนำการเลือกใช้สายไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 62930 : 2017 สำหรับการติดตั้งในระบบผลิตไฟฟ้าที่เป็น solar rooftop แลสำหรับสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน EN 50618 : 2014 สำหรับการติดตั้งในระบบผลิตไฟฟ้าที่เป็น solar ground mount โดยขอให้ได้สายไฟฟ้าที่มีค่า maximum temperature of insulation of cable (120 *C) ตามมาตรฐานที่ถูกต้องตรงตามที่มาตรฐานกำหนด แลต้องคำนึงถึงการต่อสายไฟฟ้าเข้าขั้วต่อไฟฟ้าต่างๆ จุดวิกฤตจักเกิดขึ้นขณะที่สายไฟฟ้าทำงานเต็มพิกัด แล้วขั้วต่อไฟฟ้าจักทนไหวไหม แลฉนวนของสายไฟฟ้าไปสัมผัสอะไร ฤาคน ฤาสัตว์ จักมีโอกาสสัมผัสฤาไม่ ทั้งนี้ขอให้ท่านผู้อ่านพิจารณาอย่างรอบครอบอย่างชัดเจนพิถีพิถัน

ลองดูตัวอย่างตารางกำหนดขนาดของ DC cable ของผู้ผลิตสายไฟฟ้ารายหนึ่ง ซึ่งเข้าใจว่า (เสนอเพื่อการศึกษา) เป็นการอ้างอิงจากมาตรฐาน EN 50618:2014 ที่ 60 degree celsius แลเลือกแสดงการเดินสาย 3 รูปแบบ : 1) ในอากาศ 2) เส้นเดี่ยวบนพื้นผิว 3) สองเส้นคู่ไปด้วยกันบนพื้นผิว เป็นสายที่อ้างอิงเริ่มต้นจาก 60 degree celsius แล max. insulation temperature 120 degree celsius ซึ่งการนำเสนอมิได้มีเจตนาให้ใช้อ้างอิงการใช้งาน ฤารับรองการใช้งานใดๆ หากแต่เป็นข้อสังเกตุในการศึกษา อ่านทำความเข้าใจ แต่หากต้องการใช้งานจริง ขอผู้อ่านได้ศึกษาเอกสารอื่นๆ เพิ่มเติมมากกว่านี้ ตัวอย่างตารางข้อมูล ampacity ของผู้จำหน่ายรายหนึ่ง น่าจักอ้างอิงมาตรฐาน EN 50618 : 2014 ดังแสดงตารางตามรูป ดังนี้

เราในฐานะนักวิชาชีพจักต้องเข้าใจอย่างชัดเจน แลการเลือกใช้ต้องเลือกใช้อย่างแม่นยำ ไม่เพียงแต่จักเผื่อ หากแต่เผื่ออย่างเข้าใจแท้ว่า อะไรคือเผื่อของเราที่ตั้งใจ แลอะไรเผื่อจากสาเหตุที่ควบคุมไม่ได้ แลในการเลือกต้องใช้ให้สอดคล้องทุกส่วนเพื่อความปลอดภัยของประชาชน แลผู้ใช้ในประเทศไทย ผู้เขียนหวังว่าจักเป็นประโยชน์ในการศึกษาทำความเข้าใจใช้งานอย่างถูกต้อง โดยมิได้มีเจตนาที่จักกีดกันการค้าที่อิสระ ยุติธรรมใดๆ จนกว่าจักได้พบกันอีกครั้งในฉบับถัดไป...

ส่วนตัวผู้เขียน

นายสุวิทย์ ศรีสุข วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ

การศึกษา

- ปริญญาตรี-วิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี
- ปริญญาโท-วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน

ประสบการณ์ • ทำงานกว่า 31 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง