คุณสุวิทย์ ศรีสุข

ขอเล่าเท่าที่รู้...

การคำนวณหาขนาดสาย เพื่อรับกระแสไฟฟ้าดีซีของโซลาร์รูฟท็อป

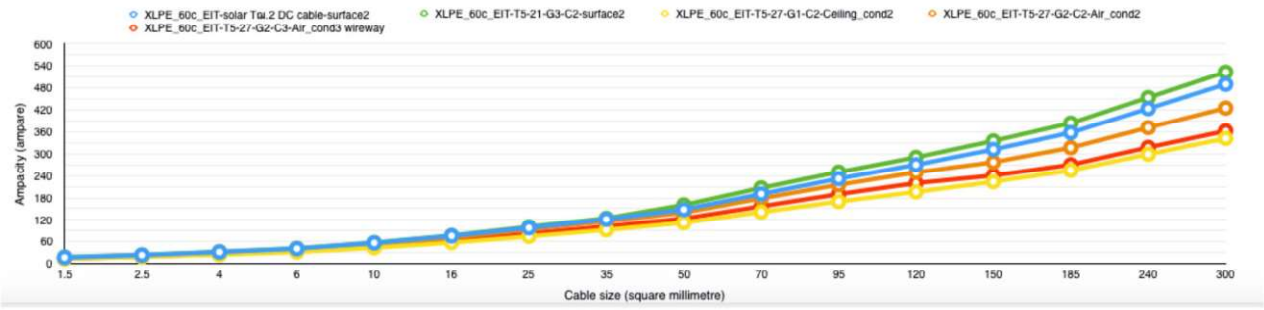
ผลลัพธ์รวบยอด (abstract) แสดงลำดับการศึกษาเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับการคำนวณหาขนาดสายเพื่อรับกระแสไฟฟ้าดีซีของโซลาร์รูฟท็อป เสนอเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. **ศึกษา**การแปลงขนาดการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 62930 : 2017 ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินเกาะผนังในอากาศ (บนพื้นผิว) ที่ 30 องศาเซลเซียส มาเป็นมาตรฐาน EIT 022013-22 ที่ 60 องศาเซลเซียส ตามตารางที่ ฌ.2 ด้วยตัวคูณ (Ca) 0.707 มาจาก Ca = sqrt{(Tp-Ta)/(Tp-Tϕ)} = sqrt{(90-60)/(90-30)} โดยสามารถศึกษาวิธีการคำนวณหาค่าตัวคูณเพิ่มเติมได้จากงานเขียนใน TEMCA Magazine ฉบับที่ 1 ปีที่ 29 (May-July 2022)
2. **ศึกษา**การแปลงขนาดการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน EIT 022001-22 ที่ 40 องศาเซลเซียส ของตารางที่ 5-21 กลุ่มที่ 3 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินเกาะผนังในอากาศ (บนพื้นผิว) มาเป็น 60 องศาเซลเซียส ด้วยตัวคูณ (Ca) 0.774 มาจาก Ca = sqrt{(90-60)/(90-40)}
3. **เสนอ**ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสในหัวข้อที่ 1 กับขนาดกระแสในหัวข้อที่ 2 คือ...
หัวข้อที่ 1 เท่ากับ 0.655860 + 0.937629 คูณ หัวข้อที่ 2 จักเห็นได้ว่า มีความแนบสนิทที่สามารถบอกได้ว่ามีขนาดเท่ากันอย่างมีนัยสำคัญ
4. **ศึกษา**การแปลงขนาดการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน EIT 022001-22 ที่ 40 องศาเซลเซียส ของตารางที่ 5-27 กลุ่มที่ 1 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ ภายในฝ้าเพดาน มาเป็น 60 องศาเซลเซียส ด้วยตัวคูณ (Ca) 0.774
5. **เสนอ**ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสในหัวข้อที่ 1 กับขนาดกระแสในหัวข้อที่ 4 คือ...
หัวข้อที่ 1 เท่ากับ -6.78060 + 1.43164 คูณ หัวข้อที่ 4
6. **ศึกษา**การแปลงขนาดการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน EIT 022001-22 ที่ 40 องศาเซลเซียส ของตารางที่ 5-27 กลุ่มที่ 2 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤๅฝ้าเพดาน ฤๅฝังในผนังคอนกรีต มาเป็น 60 องศาเซลเซียส ด้วยตัวคูณ (Ca) 0.774
7. **เสนอ**ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสในหัวข้อที่ 1 กับขนาดกระแสในหัวข้อที่ 6 คือ...
หัวข้อที่ 1 เท่ากับ -9.99711 + 1.17774 คูณ หัวข้อที่ 6
8. **ศึกษา**การแปลงขนาดการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน EIT 022001-22 ที่ 40 องศาเซลเซียส ของตารางที่ 5-27 กลุ่มที่ 2 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 3 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤๅฝ้าเพดาน ฤๅฝังในผนังคอนกรีต มาเป็น 60 องศาเซลเซียส ด้วยตัวคูณ (Ca) 0.774 โดยสามารถนำขนาดการนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าไปใช้งานกับการติดตั้งใน wireway ได้
9. **เสนอ**ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสในหัวข้อที่ 1 กับขนาดกระแสในหัวข้อที่ 8 คือ...
หัวข้อที่ 1 เท่ากับ -13.2286 + 1.38088 คูณ หัวข้อที่ 8
10. **สรุป**ผลการศึกษาเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับการคำนวณหาขนาดสายเพื่อรับกระแสไฟฟ้าดีซีของโซลาร์รูฟท็อป

ที่มาของงานเขียนนี้คือ มีรุ่นพี่คนนึงมาสอบถามว่า ในมาตรฐานของ วสท. เกี่ยวกับการติดตั้ง solar rooftop มีตารางขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้า ที่จักติดตั้งใน wireway ด้วยฤาไม่ ผู้เขียนก็ตอบไปตามประสาว่า ก็มาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าของ วสท. ไง ก็แค่แปลงพิกัดกระแสที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นพิกัดที่ 60 องศาเซลเซียส ก็น่าจักใช้ได้ ประเด็นถัดมาว่า แล้วทราบได้อย่างไรในทางวิชาการว่าใช้ได้ นั่นซิ... นั่นซิ... กลับมาหาวิธีการยืนยันความถูกต้องว่า จักสามารถยืนยันได้ฤาไม่ ด้วยวิธีการอย่างไร ...วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติหาความสัมพันธ์เพื่อยืนยันขนาดกระแสที่เป็นแบบเดียวกัน หากสอดรับกันแนบสนิทอย่างยิ่ง นั่นก็คือจุดเริ่มต้น แล้วค่อยนำไปเชื่อมโยงกับรูปแบบการติดตั้งแบบต่างๆ กลับไปยังรูปแบบการติดตั้งที่ วสท. กำหนดไว้ในมาตรฐาน แลไหนๆ ก็ทำแล้วจักทำแค่สำหรับ wireway อย่างเดียวไปทำไม จึงคิดจักทำ **1)สอบเทียบกับการติดตั้งบนพื้นผิว (ติดตั้งแบบเดียวกับที่มาตรฐาน solar rooftop มีกำหนดไว้แล้ว) 2)สำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้า 2 เส้นในท่อเหนือฝ้าเพดาน 3)สำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้า 2 เส้นในท่อใต้ฝ้าเพดาน 4)สำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้า 3 เส้นในท่อใต้ฝ้าเพดานซึ่งนำไปใช้กับ wireway**

Cable ampacity for solar PV

cable_Sqmm	XLPE_30c_IEC 62930 DC cable-surface2	XLPE_60c_EIT-solar Tsi.2 DC cable-surface2	XLPE_40c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_40c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway
1			17	13	13	10	15	12	14	11
1.5	24	17	23	18	17	13	21	16	18	14
2.5	33	23	31	24	24	19	28	22	25	19
4	45	32	42	33	32	25	38	29	34	26
6	58	41	54	42	41	32	49	38	44	34
10	80	57	74	57	56	43	68	53	60	46
16	107	76	99	77	74	57	91	70	80	62
25	138	98	130	101	96	74	121	94	106	82
35	171	121	160	124	119	92	149	115	131	101
50	209	148	207	160	144	111	180	139	159	123
70	269	190	267	207	182	141	230	178	202	156
95	328	232	323	250	219	170	278	215	245	190
120	382	270	375	290	253	196	322	249	284	220
150	441	312	433	335	289	224	358	277	311	241
185	506	358	496	384	329	255	409	317	349	270
240	599	423	586	454	386	299	480	372	410	317
300	693	490	676	523	442	342	549	425	468	362
400	825	583	790	611			622	481	531	411
500			900	697			713	552	606	469

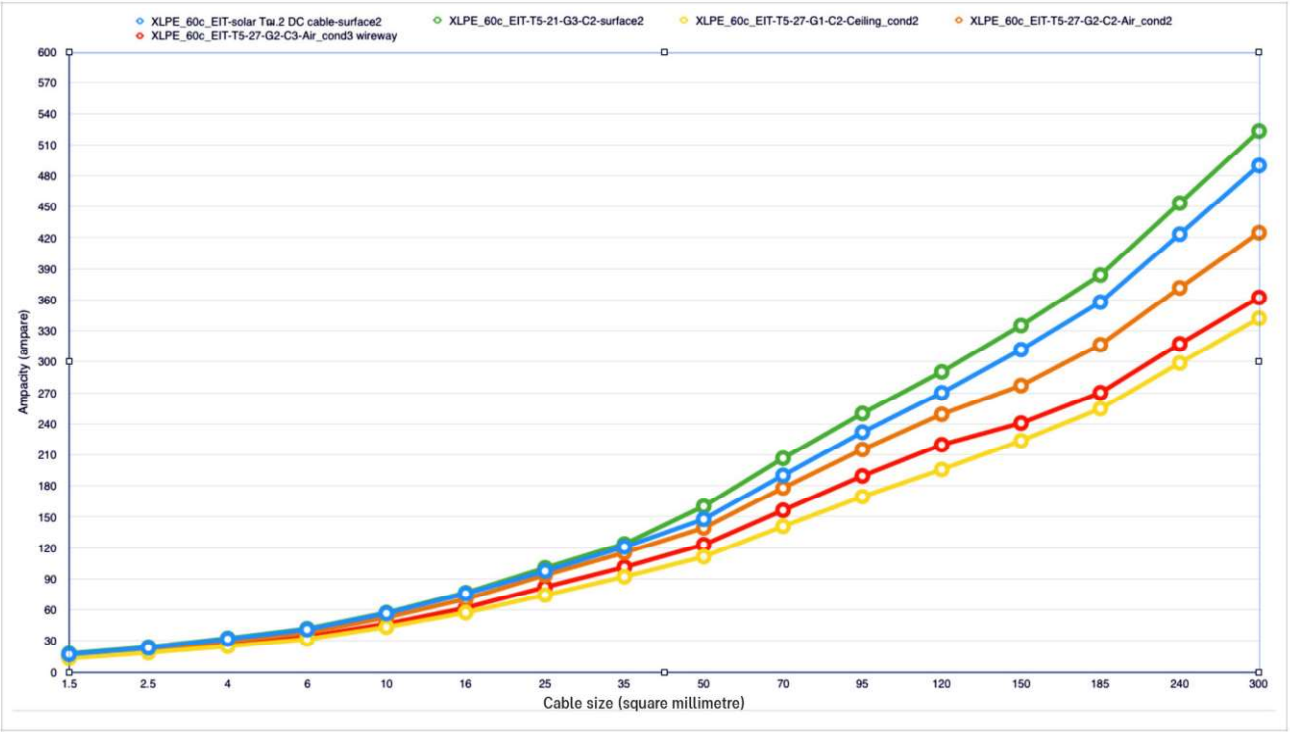


กระบวนลำดับการวิเคราะห์การนำกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเมื่อติดตั้งในแบบต่างๆ แบ่งเป็น 9 ขั้นตอน จึงคิดจักทำเริ่มจากการศึกษามาตรฐาน วสท. ติดตั้ง solar rooftop 1)คำนวณหาที่มาที่ไปของตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 60 องศาเซลเซียส อ้างอิงจากมาตรฐาน IEC ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 30 องศาเซลเซียส ถัดมาเป็นการศึกษามาตรฐาน วสท. ติดตั้งไฟฟ้า 2)คำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 60 องศาเซลเซียส 3)สอบเทียบการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี ordinary least square (OLS) 4)คำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งในท่อด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นเหนือฝ้าเพดาน ที่ 60 องศาเซลเซียส 5)สอบเทียบกับการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งในท่อด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นเหนือฝ้าเพดานตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี OLS 6)คำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งในท่อด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นใต้ฝ้าเพดาน ที่ 60 องศาเซลเซียส 7)สอบเทียบกับการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งในท่อด้วยสาย 2 เส้นใต้ฝ้าเพดานตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี OLS 8)คำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งในท่อด้วยสายไฟฟ้า 3 เส้นใต้ฝ้าเพดาน ที่ 60 องศาเซลเซียส (ใช้สำหรับ wireway ด้วย) 9)สอบเทียบกับการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งในท่อด้วยสาย 3 เส้นใต้ฝ้าเพดานตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี OLS

1) ในการคำนวณหาที่มาที่ไปของตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 60 องศาเซลเซียส อ้างอิงจากมาตรฐาน IEC 62930 : 2017 ซึ่งเป็นการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 30 องศาเซลเซียส ดูตารางด้านล่างที่**คอลัมน์ที่ 1** เป็นขนาดของสายไฟฟ้า ที่**คอลัมน์ที่ 2** เป็นขนาดการนำกระแสของสาย 2 เส้น เดินเกาะผนังในอากาศ (บนพื้นผิว) ที่ 30 องศาเซลเซียส จากตารางที่คอลัมน์นี้เมื่อต้องการแปลงให้นำไปใช้งานที่ 60 องศาเซลเซียส สามารถทำได้โดยใช้ตัวคูณ (Ca) 0.707 มาจาก Ca = sqrt{(Tp-Ta)/(Tp-Tϕ)} = sqrt{(90-60)/(90-30)} โดยสามารถศึกษาวิธีการคำนวณหาค่าตัวคูณเพิ่มเติมได้จากงานเขียนใน TEMCA Magazine ฉบับที่ 1 ปีที่ 29 (May-July 2022) ผลที่ได้ผลลัพธ์เป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 3** ที่คอลัมน์นี้เองนำมาใช้พล็อตกราฟ แลใช้เป็นตารางที่ ฌ.2 เป็นการติดตั้งสาย 2 เส้น เดินเกาะผนังในอากาศ (บนพื้นผิว) ที่ 60 องศาเซลเซียส มาตรฐาน EIT 022013-22 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. 2565 แลใช้วิเคราะห์ด้วย OLS ทำหน้าที่เป็น**ตัวแปรตาม** เมื่อต้องการเลือกวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ

Cable ampacity for solar PV

cable_Sqmm	XLPE_30c_IEC 62930 DC cable-surface2	XLPE_60c_EIT-solar Tฉ.2 DC cable-surface2	XLPE_40c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_40c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway
1			17	13	13	10	15	12	14	11
1.5	24	17	23	18	17	13	21	16	18	14
2.5	33	23	31	24	24	19	28	22	25	19
4	45	32	42	33	32	25	38	29	34	26
6	58	41	54	42	41	32	49	38	44	34
10	80	57	74	57	56	43	68	53	60	46
16	107	76	99	77	74	57	91	70	80	62
25	138	98	130	101	96	74	121	94	106	82
35	171	121	160	124	119	92	149	115	131	101
50	209	148	207	160	144	111	180	139	159	123
70	269	190	267	207	182	141	230	178	202	156
95	328	232	323	250	219	170	278	215	245	190
120	382	270	375	290	253	196	322	249	284	220
150	441	312	433	335	289	224	358	277	311	241
185	506	358	496	384	329	255	409	317	349	270
240	599	423	586	454	386	299	480	372	410	317
300	693	490	676	523	442	342	549	425	468	362
400	825	583	790	611			622	481	531	411
500			900	697			713	552	606	469



2) ในการคำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 60 องศาเซลเซียส อ้างอิงจากมาตรฐาน EIT 022001-22 (ขอเรียกว่า *"มาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ"*) ตารางที่ 5-21 กลุ่มที่ 3 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินเกาะผนังในอากาศ (บนพื้นผิว) ที่ 40 องศาเซลเซียสเป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 4** จากตารางที่คอลัมน์นี้ (ของมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ) เมื่อต้องการแปลงให้นำไปใช้งานที่ 60 องศาเซลเซียส สามารถทำได้โดยใช้ตัวคูณ (Ca) 0.774 มาจาก Ca = sqrt{(90-60)/(90-40)} ผลลัพธ์ได้เป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 5** ที่คอลัมน์นี้เองนำมาใช้พล็อตกราฟ แลใช้วิเคราะห์ด้วย OLS ทำหน้าที่เป็น**ตัวแปรต้น** เมื่อต้องการเลือกวิธีการติดตั้งสาย 2 เส้น เดินเกาะผนังในอากาศ (บนพื้นผิว)

3) ในการสอบเทียบการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี ordinary least square (OLS) ผู้เขียนใช้โปรแกรม GRETL ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีที่มีสำหรับทุกแพล็ตฟอร์ม OS (iOS Windows แล Linux) เมื่อแปลงข้อมูลที่เป็นตารางข้อมูลเป็นข้อมูลดิบ เลือก Model Ordinary Least Square (OLS) ผลการคำนวณได้มาเป็นไปดังรูปข้างล่างถัดไป

surfaceInstall2surfaceSolar.txt

```
Model 1: OLS, using observations 2-18 (n = 17)
Dependent variable: XLPE_60c_EITsolarTa2DCca

                  coefficient  std. error  t-ratio   p-value
  ---------------------------------------------------------
  const             0.655860    1.36734     0.4797  0.6384
  XLPE_60c_EITT521~   0.937629    0.00482277  194.4     6.24e-27 ***

Mean dependent var   204.1151   S.D. dependent var   176.3927
Sum squared resid    197.4839   S.E. of regression   3.628442
R-squared            0.999603   Adjusted R-squared   0.999577
F(1, 15)             37797.99   P-value(F)           6.24e-27
Log-likelihood      -44.96772   Akaike criterion     93.93545
Schwarz criterion    95.60188   Hannan-Quinn         94.10110
```

จากผลการคำนวณ รูปข้างต้นที่คอลัมน์ชื่อ coefficient ที่เป็นค่าคงที่ (0.655860) แลตัวคูณ (0.937629) กับตัวแปรคอลัมน์ที่ 5 ผลลัพธ์ที่ได้จักเป็นตัวแปรคอลัมน์ที่ 3 สามารถเขียนเป็นสมการที่ใช้เลขคอลัมน์แทนตัวแปร ดังนี้ คอลัมน์ที่ 3 = +0.655860 + 0.937629 (คอลัมน์ที่ 5) จักเห็นได้ว่า มีความแนบสนิทที่สามารถบอกได้ว่ามีขนาดเท่ากันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นมีความหมายว่า ทั้งสองคอลัมน์นี้มีแนวโน้มที่จักสามารถนำมาทดแทนกันได้แนบสนิทมากอย่างไม่มีข้อสงสัย ซึ่งมีผลให้การเชื่อมโยงต่างๆ จากคอลัมน์นี้สามารถนำไปอ้างอิงใช้งานได้อย่างไม่ต้องสงสัย

4) ในการคำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 60 องศาเซลเซียส อ้างอิงจากมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ ตารางที่ 5-27 กลุ่มที่ 1 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ ภายในฝ้าเพดาน ที่ 40 องศาเซลเซียสเป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 6** จากตารางที่คอลัมน์นี้ (ของมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ) เมื่อต้องการแปลงให้นำไปใช้งานที่ 60 องศาเซลเซียส สามารถทำได้โดยใช้ตัวคูณ (Ca) 0.774 ผลลัพธ์ได้เป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 7** ที่คอลัมน์นี้เองนำมาใช้พล็อตกราฟ แลใช้วิเคราะห์ด้วย OLS ทำหน้าที่เป็น**ตัวแปรต้น** เมื่อต้องการเลือกวิธีการติดตั้งสาย 2 เส้น ติดตั้งในท่อด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นเหนือฝ้าเพดาน

5) ในการสอบเทียบการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งในท่อเหนือฝ้าเพดานด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี ordinary least square (OLS) ผู้เขียนใช้โปรแกรม GRETL เมื่อแปลงข้อมูลที่เป็นตารางข้อมูลเป็นข้อมูลดิบ เลือก Model Ordinary Least Square (OLS) ผลการคำนวณได้มาเป็นไปดังรูปข้างล่างถัดไป

ceilingConduitInstall2surfaceSolar.txt

```
Model 7: OLS, using observations 2-17 (n = 16)
Dependent variable: XLPE_60c_EITsolarTa2DCca

                  coefficient  std. error  t-ratio  p-value
  ---------------------------------------------------------
  const            -6.78060    1.56366     -4.336  0.0007   ***
  XLPE_60c_EITT527~   1.43164    0.00940972  152.1    6.18e-24 ***

Mean dependent var   180.4176   S.D. dependent var   151.6757
Sum squared resid    208.5803   S.E. of regression   3.859869
R-squared            0.999396   Adjusted R-squared   0.999352
F(1, 14)             23148.12   P-value(F)           6.18e-24
Log-likelihood      -43.24490   Akaike criterion     90.48980
Schwarz criterion    92.03497   Hannan-Quinn         90.56892
```

จากผลการคำนวณ รูปข้างต้นที่คอลัมน์ชื่อ coefficient ที่เป็นค่าคงที่ (-6.78060) แลตัวคูณ (1.43164) กับตัวแปรคอลัมน์ที่ 7 ผลลัพธ์ที่ได้จักเป็นตัวแปรคอลัมน์ที่ 3 สามารถเขียนเป็นสมการที่ใช้เลขคอลัมน์แทนตัวแปร ดังนี้ คอลัมน์ที่ 3 = -6.78060 + 1.43164 (คอลัมน์ที่ 7)

6) ในการคำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ที่ 60 องศาเซลเซียส อ้างอิงจากมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ ตารางที่ 5-27 กลุ่มที่ 2 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤฝ้าเพดาน ฤฝังในผนังคอนกรีต ที่ 40 องศาเซลเซียสเป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 8** จากตารางที่คอลัมน์นี้ (ของมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ) เมื่อต้องการแปลงให้นำไปใช้งานที่ 60 องศาเซลเซียส สามารถทำได้โดยใช้ตัวคูณ (Ca) 0.774 ผลลัพธ์ได้เป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 9** ที่คอลัมน์นี้เองนำมาใช้พล็อตกราฟ แลใช้วิเคราะห์ด้วย OLS ทำหน้าที่เป็น**ตัวแปรต้น** เมื่อต้องการเลือกวิธีการ ติดตั้งสาย 2 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤฝ้าเพดาน ฤฝังในผนังคอนกรีต

7) ในการสอบเทียบการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤฝ้าเพดาน ฤฝังในผนังคอนกรีตด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้นตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี ordinary least square (OLS) ผู้เขียนใช้โปรแกรม GRETL เมื่อแปลงข้อมูลที่เป็นตารางข้อมูลเป็นข้อมูลดิบ เลือก Model Ordinary Least Square (OLS) ผลการคำนวณได้มาเป็นไปดังรูปข้างล่างถัดไป

air2ConduitInstall2surfaceSolar.txt

```
Model 6: OLS, using observations 2-18 (n = 17)
Dependent variable: XLPE_60c_EITsolarTa2DCca

                  coefficient  std. error  t-ratio  p-value
  ---------------------------------------------------------
  const            -9.99711    3.85070     -2.596  0.0203   **
  XLPE_60c_EITT527~   1.17774    0.0165554   71.14    2.17e-20 ***

Mean dependent var   204.1151   S.D. dependent var   176.3927
Sum squared resid    1471.174   S.E. of regression   9.903449
R-squared            0.997045   Adjusted R-squared   0.996848
F(1, 15)             5060.846   P-value(F)           2.17e-20
Log-likelihood      -62.03708   Akaike criterion     128.0742
Schwarz criterion    129.7406   Hannan-Quinn         128.2398
```

จากผลการคำนวณ รูปข้างต้นที่คอลัมน์ชื่อ coefficient ที่เป็นค่าคงที่ (-9.99711) แลตัวคูณ (1.17774) กับตัวแปรคอลัมน์ที่ 9 ผลลัพธ์ที่ได้จักเป็นตัวแปรคอลัมน์ที่ 3 สามารถเขียนเป็นสมการที่ใช้เลขคอลัมน์

แทนตัวแปร ดังนี้ คอลัมน์ที่ 3 = -9.99711 + 1.17774 (คอลัมน์ที่ 9)

8) ในการคำนวณหาตารางที่กำหนดโดย วสท. ซึ่งติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 3 เส้น ที่ 60 องศาเซลเซียส (ใช้สำหรับ wireway ด้วย) อ้างอิงจากมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ ตารางที่ 5-27 กลุ่มที่ 2 แกนเดียว XLPE ติดตั้งสาย 3 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤฝ้าเพดาน ฤฝังในผนังคอนกรีต ที่ 40 องศาเซลเซียสเป็นไปตาม **คอลัมน์ที่ 8** จากตารางที่คอลัมน์นี้ (ของมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้าฯ) เมื่อต้องการแปลงให้นำไปใช้งานที่ 60 องศาเซลเซียส สามารถทำได้โดยใช้ตัวคูณ (Ca) 0.774 ผลลัพธ์ได้เป็นไปตาม**คอลัมน์ที่ 9** ที่คอลัมน์นี้เองนำมาใช้พล็อตกราฟ แลใช้วิเคราะห์ด้วย OLS ทำหน้าที่เป็น**ตัวแปรต้น** เมื่อต้องการเลือกวิธีการ ติดตั้งสาย 3 เส้น เดินร้อยในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤฝ้าเพดาน ฤฝังในผนังคอนกรีต

9) ในการสอบเทียบการติดตั้งบนพื้นผิวด้วยสายไฟฟ้า 2 เส้น ระหว่างมาตรฐาน solar rooftop กับการติดตั้งในท่อร้อยสายในอากาศ เกาะผนัง ฤฝ้าเพดาน ฤฝังในผนังคอนกรีตด้วยสายไฟฟ้า 3 เส้นตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าฯ ด้วยวิธี ordinary least square (OLS) ผู้เขียนใช้โปรแกรม GRETL เมื่อแปลงข้อมูลที่เป็นตารางข้อมูลเป็นข้อมูลดิบ เลือก Model Ordinary Least Square (OLS) ผลการคำนวณได้มาเป็นไปดังรูปถัดไป

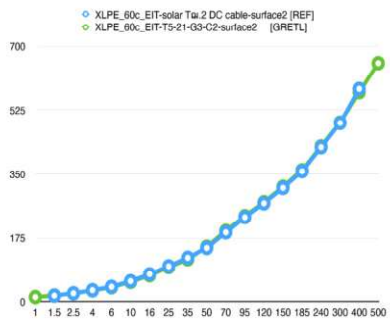
air3ConduitInstall2surfaceSolar.txt

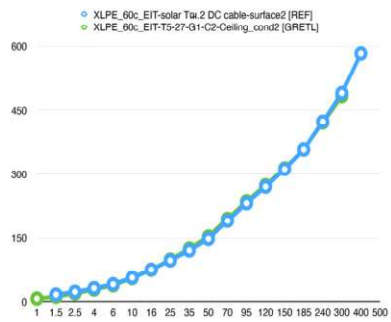
```
Model 5: OLS, using observations 2-18 (n = 17)
Dependent variable: XLPE_60c_EITsolarTa2DCca

                coefficient   std. error   t-ratio   p-value
  ---------------------------------------------------------
  const         -13.2286      4.82282     -2.743    0.0151   **
  XLPE_60c_EITT527~   1.38088     0.0240957   57.31     5.50e-19 ***

Mean dependent var   204.1151   S.D. dependent var   176.3927
Sum squared resid    2263.407   S.E. of regression   12.28388
R-squared            0.995453   Adjusted R-squared   0.995150
F(1, 15)             3284.211   P-value(F)           5.50e-19
Log-likelihood      -65.69897   Akaike criterion     135.3979
Schwarz criterion    137.0644   Hannan-Quinn         135.5636
```

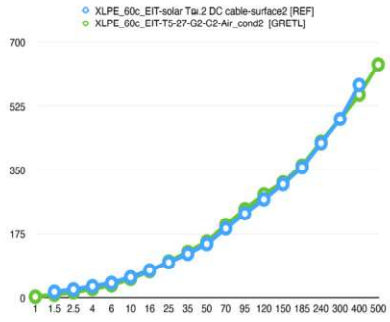
จากผลการคำนวณ รูปข้างต้นที่คอลัมน์ชื่อ coefficient ที่เป็นค่าคงที่ (-13.2286) แลตัวคูณ (1.38088) กับตัวแปรคอลัมน์ที่ 11 ผลลัพธ์ที่ได้จักเป็นตัวแปรคอลัมน์ที่ 3 สามารถเขียนเป็นสมการที่ใช้เลขคอลัมน์แทนตัวแปร ดังนี้ คอลัมน์ที่ 3 = -13.2286 + 1.38088 (คอลัมน์ที่ 11)

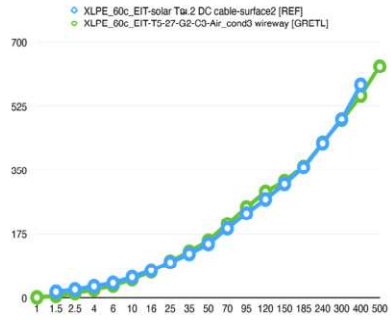
เมื่อได้สมการความสัมพันธ์มาครบแล้ว ถัดไปคือการตรวจสอบความถูกต้อง ความแม่นยำ แลความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในปฐม โดยใช้วิธีพล็อตกราฟ สังเกตด้วยการดู ฤมักเรียกการทำเช่นนี้ว่า การตรวจพินิจ ซึ่งในที่นี้มิใช่วิชาคณิตศาสตร์จึงไม่ตรวจสอบด้วยกระบวนวิธีทางสถิติเช่น การตรวจสอบการแนบสนิท เป็นต้น. ผลลัพธ์ได้มาเป็นไปดังรูปด้านล่างนี้ โดยขออนุญาตยังไม่พรรณนาความให้งานเขียนนี้ยืดเยื้อเกินจำเป็นไป หากมีโอกาสสำหรับผู้ที่สนใจในเชิงลึกอาจประสานมาที่สมาคมฯเพื่อจัดเวลา ฤโอกาสสื่อสารเพิ่มเติมกันถัดไป ขอได้สำรวจตรวจสอบตามอัธยาศัยเลยครับ

cable_Sqmm	XLPE_30c IEC 62930 DC cable-surface2	XLPE_60c_EIT-solar Tαι.2 DC cable-surface2 [REF]	XLPE_40c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway [GRETL]
1			17	13	13	13	10	8	15	12	4	14	11	2
1.5	24	17	23	18	17	17	13	12	21	16	9	18	14	6
2.5	33	23	31	24	23	24	19	20	28	22	16	25	19	13
4	45	32	42	33	31	32	25	29	38	29	25	34	26	23
6	58	41	54	42	40	41	32	39	49	38	35	44	34	34
10	80	57	74	57	54	56	43	55	68	53	52	60	46	51
16	107	76	99	77	73	74	57	75	91	70	73	80	62	72
25	138	98	130	101	95	96	74	100	121	94	100	106	82	100
35	171	121	160	124	117	119	92	125	149	115	126	131	101	127
50	209	148	207	160	151	144	111	153	180	139	154	159	123	157
70	269	190	267	207	194	182	141	195	230	178	200	202	156	203
95	328	232	323	250	235	219	170	236	278	215	243	245	190	249
120	382	270	375	290	273	253	196	274	322	249	284	284	220	290
150	441	312	433	335	315	289	224	313	368	277	316	311	241	319
185	506	358	496	384	361	329	255	358	409	317	363	349	270	360
240	599	423	586	454	426	386	299	421	480	372	428	410	317	425
300	693	490	676	523	491	442	342	483	549	425	490	468	362	487
400	825	583	790	611	574				622	481	557	531	411	554
500			900	697	654				713	552	640	606	469	634







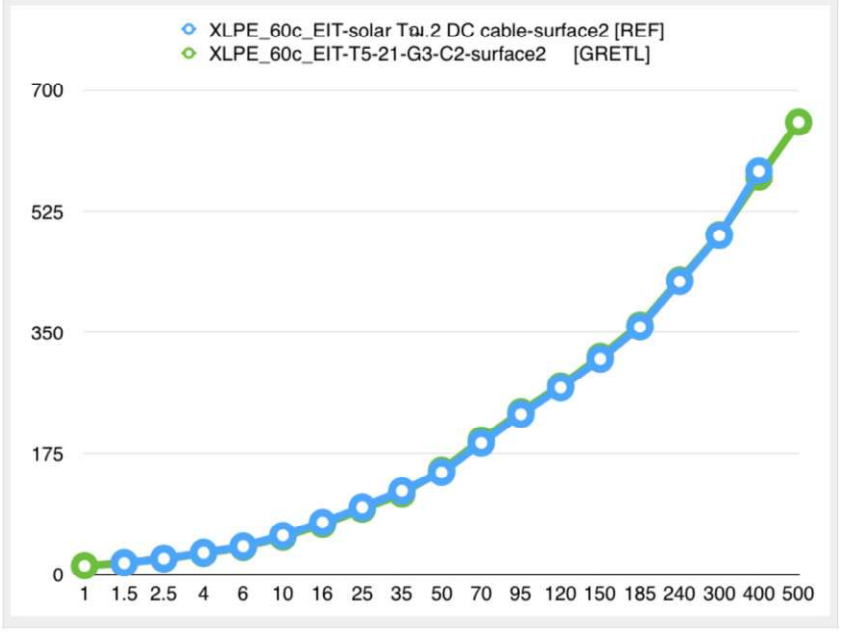


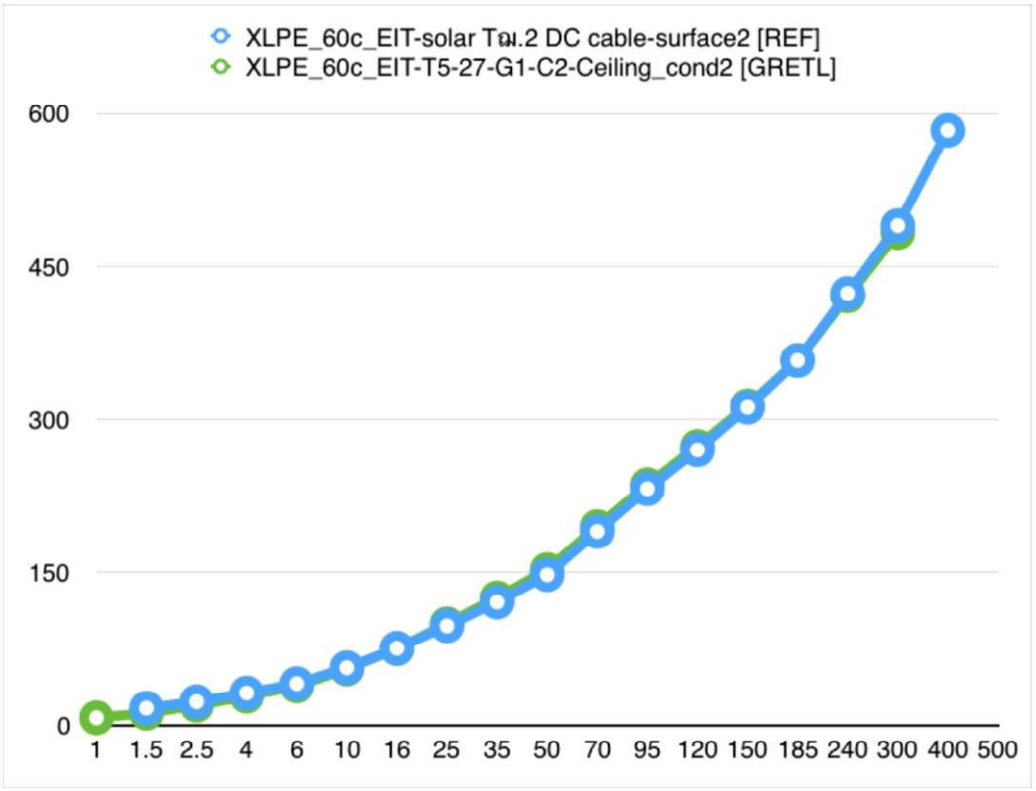
cable_Sqmm	IEC cable-	XLPE_60c_EIT-solar Tω.2 DC cable-surface2 [REF]	XLPE_40c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway [GRETL]
1			17	13	13	13	10	8	15	12	4	14	11	2
1.5	24	17	23	18	17	17	13	12	21	16	9	18	14	6
2.5	33	23	31	24	23	24	19	20	28	22	16	25	19	13
4	45	32	42	33	31	32	25	29	38	29	25	34	26	23
6	58	41	54	42	40	41	32	39	49	38	35	44	34	34
10	80	57	74	57	54	56	43	55	68	53	52	60	46	51
16	107	76	99	77	73	74	57	75	91	70	73	80	62	72
25	138	98	130	101	95	96	74	100	121	94	100	106	82	100
35	171	121	160	124	117	119	92	125	149	115	126	131	101	127
50	209	148	207	160	151	144	111	153	180	139	154	159	123	157
70	269	190	267	207	194	182	141	195	230	178	200	202	156	203
95	328	232	323	250	235	219	170	236	278	215	243	245	190	249
120	382	270	375	290	273	253	196	274	322	249	284	284	220	290
150	441	312	433	335	315	289	224	313	358	277	316	311	241	319
185	506	358	496	384	361	329	255	358	409	317	363	349	270	360
240	599	423	586	454	426	386	299	421	480	372	428	410	317	425
300	693	490	676	523	491	442	342	483	549	425	490	468	362	487
400	825	583	790	611	574				622	481	557	531	411	554
500			900	697	654				713	552	640	606	469	634

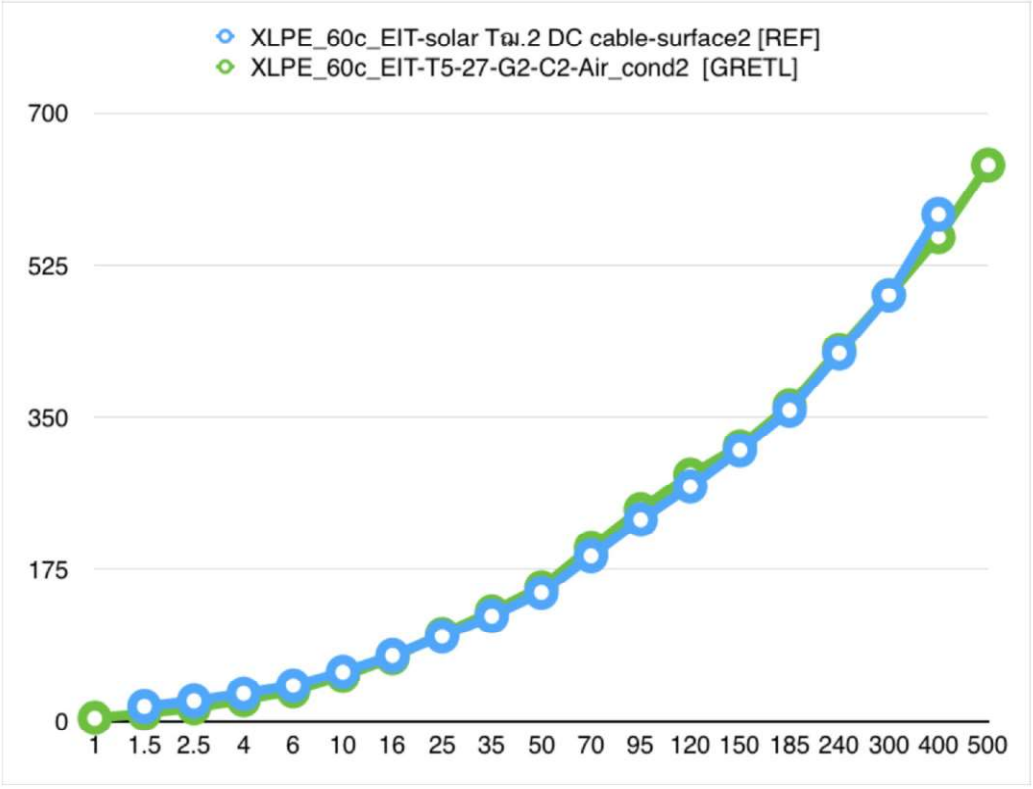
cable_Sqmm	XLPE_30c_IEC 62930 DC cable-surface2	XLPE_60c_EIT-solar Tω.2 DC cable-surface2 [REF]	XLPE_40c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2 [GRETL]
1			17	13	13
1.5	24	17	23	18	17
2.5	33	23	31	24	23
4	45	32	42	33	31
6	58	41	54	42	40
10	80	57	74	57	54
16	107	76	99	77	73
25	138	98	130	101	95
35	171	121	160	124	117
50	209	148	207	160	151
70	269	190	267	207	194
95	328	232	323	250	235
120	382	270	375	290	273
150	441	312	433	335	315
185	506	358	496	384	361
240	599	423	586	454	426
300	693	490	676	523	491
400	825	583	790	611	574
500			900	697	654

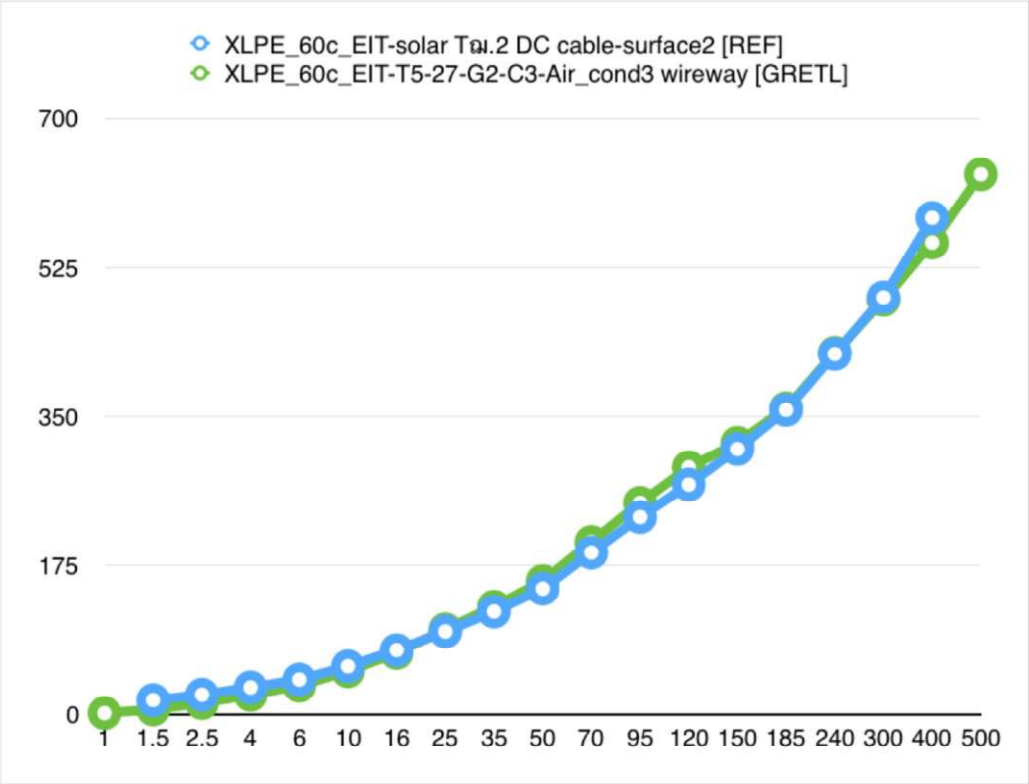
XLPE_60c_EIT-solar Tω.2 DC cable-surface2 [REF]	XLPE_40c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2	XLPE_60c_EIT-T5-21-G3-C2-surface2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2 [GRETL]
	17	13	13	13	10	8
17	23	18	17	17	13	12
23	31	24	23	24	19	20
32	42	33	31	32	25	29
41	54	42	40	41	32	39
57	74	57	54	56	43	55
76	99	77	73	74	57	75
98	130	101	95	96	74	100
121	160	124	117	119	92	125
148	207	160	151	144	111	153
190	267	207	194	182	141	195
232	323	250	235	219	170	236
270	375	290	273	253	196	274
312	433	335	315	289	224	313
358	496	384	361	329	255	358
423	586	454	426	386	299	421
490	676	523	491	442	342	483
583	790	611	574			
	900	697	654			

XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2 [GRETL]	XLPE_40c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway	XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C3-Air_cond3 wireway [GRETL]
8	15	12	4	14	11	2
12	21	16	9	18	14	6
20	28	22	16	25	19	13
29	38	29	25	34	26	23
39	49	38	35	44	34	34
55	68	53	52	60	46	51
75	91	70	73	80	62	72
100	121	94	100	106	82	100
125	149	115	126	131	101	127
153	180	139	154	159	123	157
195	230	178	200	202	156	203
236	278	215	243	245	190	249
274	322	249	284	284	220	290
313	358	277	316	311	241	319
358	409	317	363	349	270	360
421	480	372	428	410	317	425
483	549	425	490	468	362	487
	622	481	557	531	411	554
	713	552	640	606	469	634




XLPE_60c_EIT-solar Tau.2 DC cable-surface2 [REF]
XLPE_60c_EIT-T5-27-G1-C2-Ceiling_cond2 [GRETL]
600
450
300
150
0
1 1.5 2.5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300 400 500


XLPE_60c_EIT-solar Tau.2 DC cable-surface2 [REF]
XLPE_60c_EIT-T5-27-G2-C2-Air_cond2 [GRETL]
700
525
350
175
0
1 1.5 2.5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300 400 500



สรุปผลการศึกษาเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับการคำนวณหาขนาดสายเพื่อรับกระแสไฟฟ้าดีซีของโซลาร์รูฟท็อป จากการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถสังเคราะห์มาเป็นแนวทางได้ว่า ที่มาของขนาดกระแสในตารางต่างๆ มีที่มาเดียวกัน เหตุที่จักสรุปเป็นดังนี้ด้วยสังเกตจากกราฟที่พล็อตไม่มีการตัดกันเลย จากสมการทั้งสี่ที่วิเคราะห์มาข้างต้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในขณะที่มาตรฐานยังมิได้กำหนดเป็นอย่างใดให้ได้ใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามการนำไปใช้งานขอให้ใช้ดุลยพินิจให้จงหนัก แลรอบครอบ ประกอบกับความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจน ไม่ประมาท แลที่สุดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จักเป็นประกายเล็กๆ ที่อาจเป็นแสงที่แว็บขึ้นมา ขอได้ตามแสง ฤพินิจแสง ช่วยกันต่อแสงให้สว่างเจิดจ้าชัดเจน หากมีโอกาส หวังยิ่งว่าจักเป็นประโยชน์กับแวดวงวิศวกรรมไฟฟ้าในทางที่จักขยายความเข้าใจให้ชัดเจนถัดไป ขอให้ทุกท่านได้รับไปสมดังตั้งใจทุกท่านครับ...

ส่วนตัวผู้เขียน
นายสุวิทย์ ศรีสุข วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ
การศึกษา
• ปริญญาตรี-วิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี
• ปริญญาโท-วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน
ประสบการณ์ • ทำงานกว่า 31 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง