บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการปรับปรุงสมการประสิทธิภาพของของโซล่าเซลล์เพื่อให้สามารถคำนวณได้อย่างแม่นย่ำ พร้อมทั้งแสดงวิธีการแทนค่าลงในสมการประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ดังตัวอย่าง และ การออกแบบโปรแกรมสำหรับคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์

3.1 การปรับปรุงสมการประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์

การปรับปรุงสมการนั้น จะทำการปรับปรุงสมการที่ 2.1,2.2,2.3และ2.4เพราะเมื่อนำสมการดังกล่าว มาคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel แล้ว

- ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.1 ไม่ตรงกับภาพที่ 2.11
- ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.2 ไม่ตรงกับภาพที่ 2.12
- ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.3 และ2.4 ไม่ตรงกับภาพที่ 2.13

จึงต้องมีการปรับปรุงสมการ

3.1.1 การปรับปรุงสมการการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ที่มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์องศาต่างๆ

จากภาพที่ 2.11 นำความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตรใน 1 ปี kWh/year โดยเป็นข้อมูลของกรุงเทพมหานคร และ หันหน้าไปทางทิศใต้ที่มุมอะซิมูท 180 องศา มาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าสูงสุด เพื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ 2.1 โดยจะแสดงความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 3.1 และแสดงประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศใต้ จากสมการที่ 2.1 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้โดยจะนำเสนอในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ของด้านรับแสงจากทิศใต้

มุมรับแสง (องศา)	ความเข้มแสง (W/m^2)	ความเข้มแสงที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
0	1756	97.83
2	1766	98.38
4	1775	98.89
6	1782	99.28
8	1788	99.61
10	1792	99.83
12	1794	99.94
14	1795	100.00
16	1794	99.94
18	1791	99.78
20	1787	99.55
22	1781	99.22
24	1774	98.83
26	1765	98.33
28	1755	97.77
30	1743	97.10

จากตารางที่ 3.1 เมื่อนำความเข้มแสงของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้มาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า ที่มุมรับแสง 0 องศานั้นได้ประประสิทธิภาพ 97.83 % เมื่อเพิ่มมุมรับแสง ประสิทธิภาพจะมีการเพิ่มขึ้น จนถึง มุมรับแสงที่ 14 องศา จะได้ประสิทธิภาพสูงสุด ถ้าทำการปรับมุมรับแสงเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพจะเริ่มมีการลดลง และประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มมุมรับแสง

เมื่อนำสมการที่ 2.1 มาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้มุมรับแสงเดียวกันกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.1

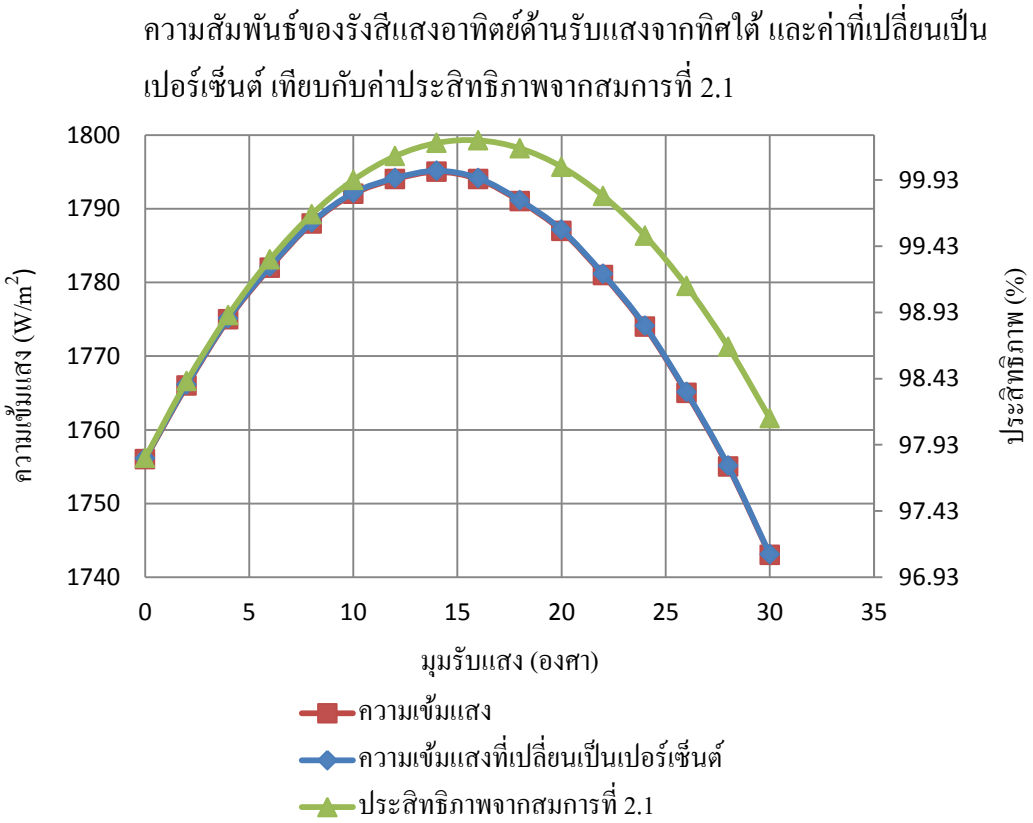
จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.1 นั้นค่าประสิทธิภาพตามตารางที่ 3.2 นั้นไม่ตรงกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.1 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้

มุมรับแสง (องศา)	ประสิทธิภาพจากสมการที่2.1 (%)
0	97.83
2	98.41
4	98.91
6	99.33
8	99.67
10	99.93
12	100.11
14	100.21
16	100.23
18	100.17
20	100.03
22	99.81
24	99.51
26	99.13
28	98.67
30	98.13

นำความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ และค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์จากตารางที่3.1 และค่าประสิทธิภาพที่คำนวณด้วยสมการที่ 2.1 จากตารางที่3.2 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ เพื่อเป็นตรวจสอบว่าสมการที่ 2.1 นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 3.1

จะเห็นได้ว่า ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ และค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ ทับกันพอดี แต่ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.1 ไม่ทับกันพอดีกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ ตามภาพที่ 3.1 จึงทำให้ต้องมีการปรับปรุงสมการที่ 2.1 เป็นสมการที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ และค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับ ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.1

สมการการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ที่มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์องศาต่างๆ ที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว

$$\eta_S = [(-0.112 \times \beta_S^{\,2}) + (0.3103 \times \beta_S) + 97.826 \qquad (3.1)$$

η_S = ประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ที่มุมรับแสงของโซล่าเซลล์องศาต่างๆ

β_S = มุมรับแสงของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงทิศใต้

นำสมการที่ 3.1 มาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.1 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้

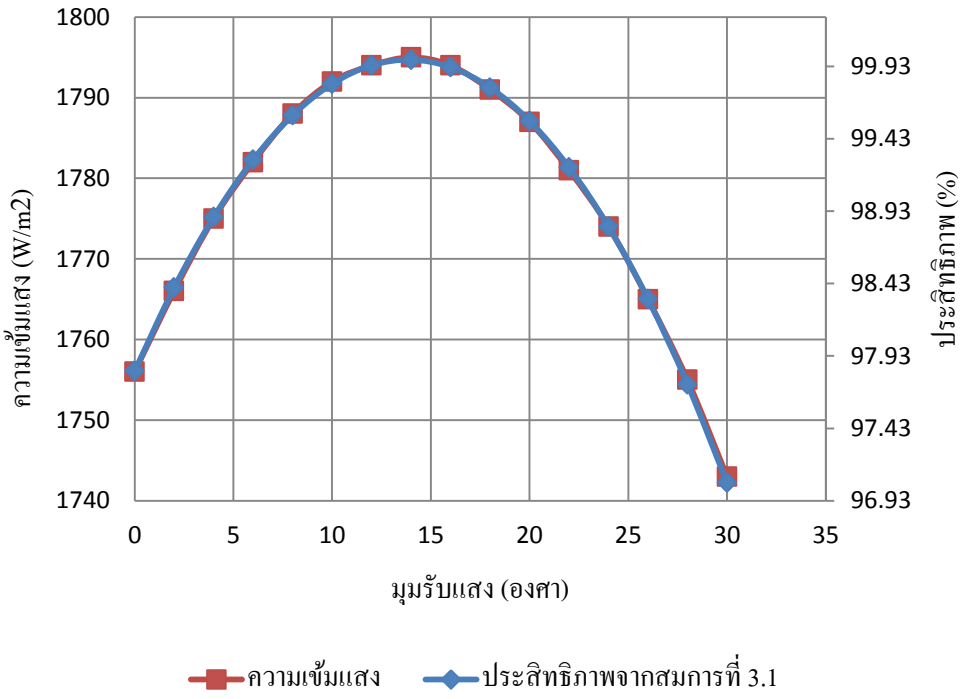
มุมรับแสง (องศา)	ประสิทธิภาพจากสมการที่3.1 (%)
0	97.83
2	98.40
4	98.89
6	99.28
8	99.59
10	99.81
12	99.94
14	99.98
16	99.92
18	99.78
20	99.55
22	99.23
24	98.82
26	98.32
28	97.73
30	97.06

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.1 นั้นค่าประสิทธิภาพนั้นมีค่าใกล้เคียงกันกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.1

นำความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ และค่าประสิทธิภาพที่คำนวณด้วยสมการที่ 3.1 จากตารางที่ 3.3 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ เพื่อเป็นตรวจสอบว่าสมการที่ 3.1 นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 3.2

จะเห็นได้ว่า ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ และค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.1 ทับกันพอดี จึงเป็นการยืนยันได้ว่าสมการที่ 3.1 สามารถนำไปใช้ได้จริงกับการคำนวณตามภาพที่ 3.2

ความสัมพันธ์ของความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ เทียบกับค่าประสิทธภาพจากสมการที่ 3.1



ภาพที่ 3.2 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ เทียบกับ ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.1

3.1.2 การปรับปรุงสมการการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือที่มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์องศาต่างๆ

จากภาพที่ 2.12 นำความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตรใน 1 ปี kWh/year โดยเป็นข้อมูลของ กรุงเทพมหานคร และ หันหน้าไปทางทิศ มาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับค่าสูงสุด เพื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ 2.2 โดยจะแสดงความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 3.4 และแสดงประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศเหนือ จากสมการที่ 2.2 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ของด้านรับแสงจากทิศเหนือ

มุมรับแสง (องศา)	ความเข้มแสง (W/m^2)	ความเข้มแสงที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
0	1756	100.00
2	1744	99.32
4	1731	98.58
6	1716	97.72
8	1699	96.75
10	1681	95.73
12	1662	94.65
14	1641	93.45
16	1618	92.14
18	1595	90.83
20	1570	89.41
22	1543	87.87
24	1516	86.33
26	1488	84.74
28	1458	83.03
30	1427	81.26

จากตารางที่ 3.4 เมื่อนำความเข้มแสงของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศเหนือมาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า ที่มุมรับแสง 0 องศานั้นได้ประประสิทธิภาพ 100 % เมื่อเพิ่มมุมรับแสง ประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง และประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเพิ่มมุมรับแสง

เมื่อนำสมการที่ 2.2 มาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้มุมรับแสงเดียวกันกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.4

จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.2 นั้นค่าประสิทธิภาพตามตารางที่ 3.5 นั้นไม่ตรงกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.4

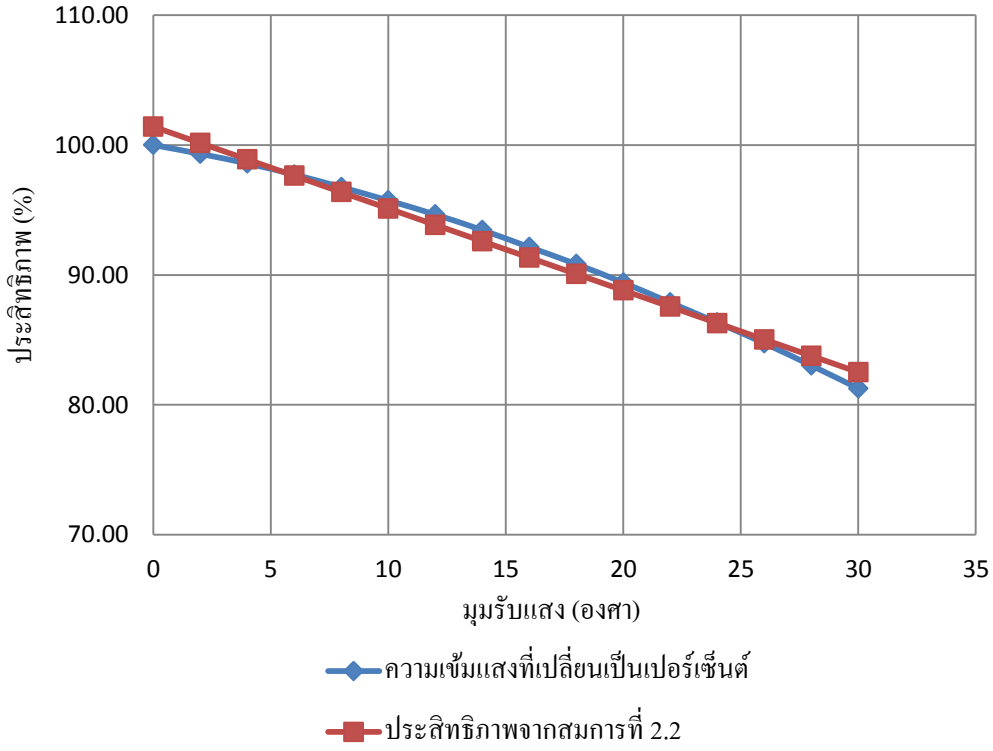
ตารางที่ 3.5 ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.2 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ

มุมรับแสง (องศา)	ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.2 (%)
0	101.41
2	100.15
4	98.89
6	97.63
8	96.37
10	95.11
12	93.85
14	92.59
16	91.33
18	90.07
20	88.81
22	87.55
24	86.29
26	85.03
28	83.77
30	82.51

นำค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.4 และค่าประสิทธิภาพที่คำนวณด้วยสมการที่ 2.2 จากตารางที่ 3.5 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ เพื่อเป็นตรวจสอบว่าสมการที่ 2.2 นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 3.3

จะเห็นได้ว่า ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.2 ไม่ทับกันพอดีกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ตามภาพที่ 3.3 จึงทำให้ต้องมีการปรับปรุงสมการที่ 2.1 เป็นสมการที่ 3.2

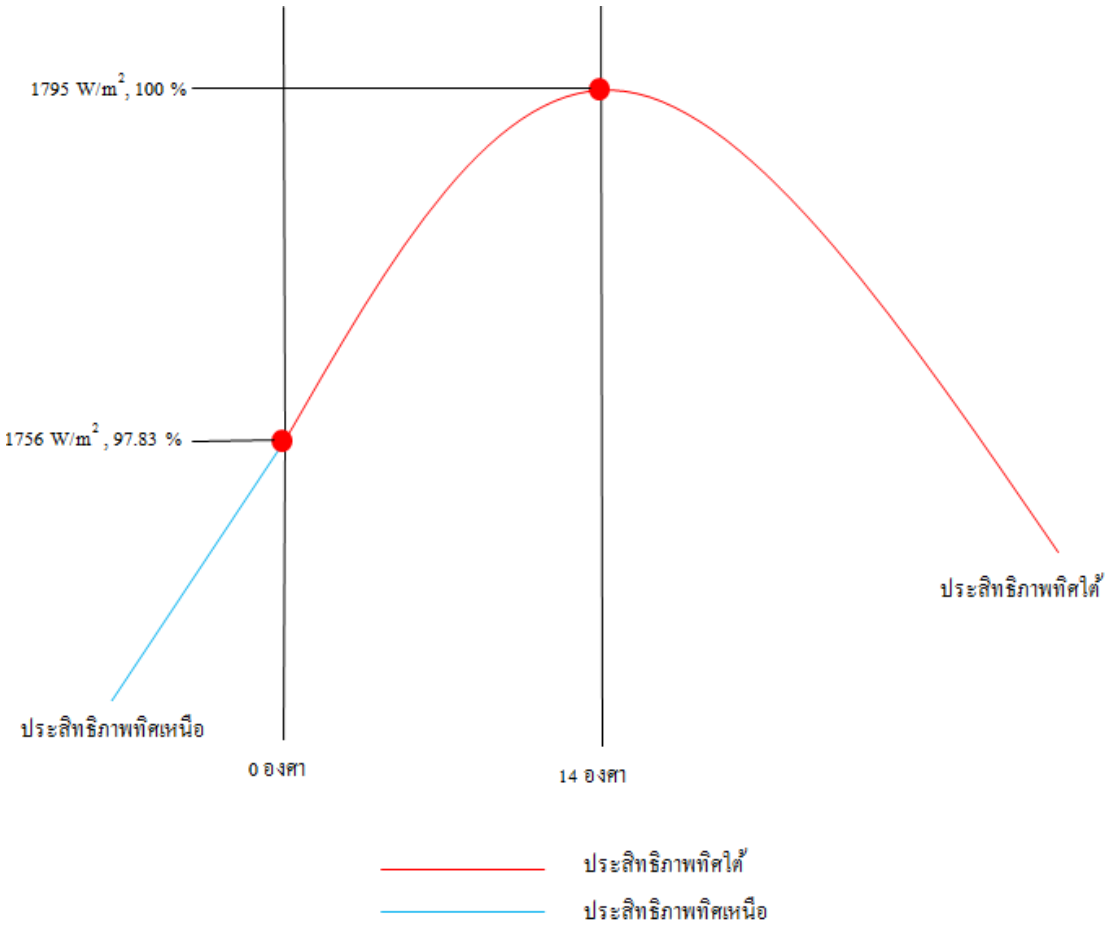
ความสัมพันธ์ของค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.2



ภาพที่ 3.3 ค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับ ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.2

เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องจากความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงทิศใต้สู่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงทิศเหนือ หมายความว่า เกิดจากกราฟ ภาพที่ 2.12 ต่อจากจากกราฟ ภาพที่ 2.11 ดังภาพที่ 3.4

พร้อมทั้งแสดงการคำนวณเพื่อให้ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงทิศเหนือเกิดความต่อเนื่องจากความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงทิศใต้ โดยแสดงความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบจากค่าสูงสุดความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 3.6



ภาพที่ 3.4 ความต่อเนื่องจากความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงทิศใต้ สู่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงทิศเหนือ

จากตารางที่ 3.6 เมื่อนำความเข้มแสงของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศเหนือมาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า ที่มุมรับแสง 0 องศานั้นได้ประประสิทธิภาพ 97.83 % เมื่อเพิ่มมุมรับแสง ประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง และประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มมุมรับแสง

ตารางที่ 3.6 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ของด้านรับแสงจากทิศเหนือโดยเทียบจากค่าสูงสุดความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศใต้

มุมรับแสง (องศา)	ความเข้มแสง (W/m^2)	ความเข้มแสงที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
0	1756	97.83
2	1744	97.16
4	1731	96.43
6	1716	95.60
8	1699	94.65
10	1681	93.65
12	1662	92.59
14	1641	91.42
16	1618	90.14
18	1595	88.86
20	1570	87.47
22	1543	85.96
24	1516	84.46
26	1488	82.90
28	1458	81.23
30	1427	79.50

สมการการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือที่มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์องศาต่างๆที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว

$$\Pi_n = [(0.00005 \times \beta_n^{\,3}) - (0.0118 \times \beta_n^{\,2}) - (0.3036 \times \beta_n)] + 97.823 \qquad (3.2)$$

Π_n = ประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ที่มุมรับแสงของโซล่าเซลล์องศาต่างๆ

β_n = มุมรับแสงของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงทิศเหนือ

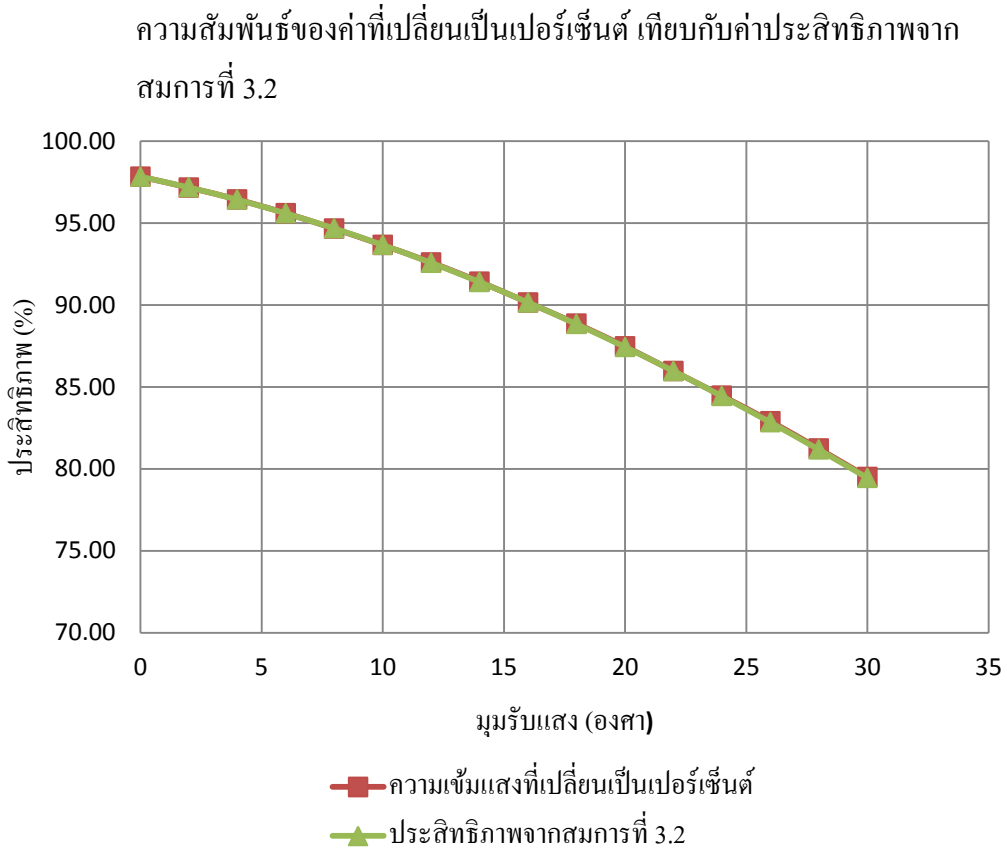
นำสมการที่ 3.2 มาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.2 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ

มุมรับแสง (องศา)	ความเข้มแสง (W/m^2)	ประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.2 (%)
0	1756	97.823
2	1744	97.169
4	1731	96.423
6	1716	95.587
8	1699	94.665
10	1681	93.657
12	1662	92.567
14	1641	91.397
16	1618	90.149
18	1595	88.827
20	1570	87.431
22	1543	85.965
24	1516	84.431
26	1488	82.831
28	1458	81.169
30	1427	79.445

จากตารางที่ 3.7 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.2 นั้นค่าประสิทธิภาพนั้นมีค่าใกล้เคียงกันกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.6

นำค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.6 และค่าประสิทธิภาพที่คำนวณด้วยสมการที่ 3.2 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ เพื่อเป็นตรวจสอบว่าสมการที่ 3.2 นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับ ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.2

จากภาพที่ 3.5 จะเห็นได้ว่า ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ และค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.2 ทับกันพอดี จึงเป็นการยืนยันได้ว่าสมการที่ 3.2 สามารถนำไปใช้ได้จริงกับการคำนวณ

3.1.3 การปรับปรุงสมการการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก-ตะวันตกที่มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์องศาต่างๆ

จากภาพที่ 2.13 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตรใน 1 ปี kWh/year โดยเป็นข้อมูลของ กรุงเทพมหานคร และ หันหน้าไปทางทิศตะวันออกและตะวันตก มาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าสูงสุด เพื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4 โดยจะแสดงความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 3.8 และแสดงประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศตะวันออก จากสมการที่ 2.3

ประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศตะวันตก จากสมการที่ 2.4 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก-ตะวันตก โดยจะนำเสนอในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.8 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ของด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก

มุมรับแสง (องศา)	ความเข้มแสง (W/m^2)	ความเข้มแสงที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
0	1756	100.00
2	1755	99.94
4	1753	99.83
6	1750	99.66
8	1744	99.32
10	1737	98.92
12	1730	98.52
14	1723	98.12
16	1714	97.61
18	1704	97.04
20	1692	96.36
22	1680	95.67
24	1668	94.99
26	1655	94.25
28	1641	93.45
30	1626	92.60

จากตารางที่ 3.8 เมื่อนำความเข้มแสงของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากจากทิศตะวันออก – ตะวันตกมาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า ที่มุมรับแสง 0 องศานั้นได้ประประสิทธิภาพ 100.00 % เมื่อเพิ่มมุมรับแสง ประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง และประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มมุมรับแสง

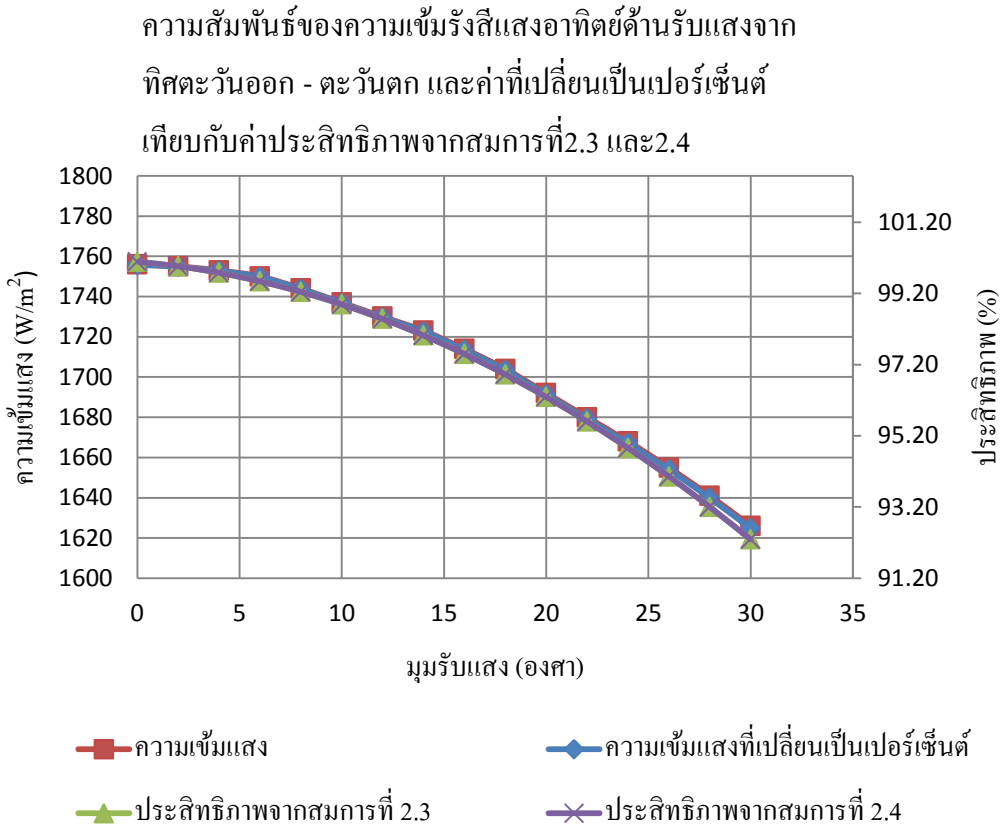
เมื่อนำสมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4 มาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้มุมรับแสงเดียวกันกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์จากตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.9 ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.3 และ 2.4 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก

มุมรับแสง (องศา)	ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.3 (%)	ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.4 (%)
0	100.09	100.09
2	99.962	99.962
4	99.778	99.778
6	99.538	99.538
8	99.242	99.242
10	98.89	98.89
12	98.482	98.482
14	98.018	98.018
16	97.498	97.498
18	96.922	96.922
20	96.29	96.29
22	95.602	95.602
24	94.858	94.858
26	94.058	94.058
28	93.202	93.202
30	92.29	92.29

จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.3 และ 2.4 นั้นค่าประสิทธิภาพ ตามตารางที่ 3.9 นั้นไม่ตรงกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.8

นำความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก - ตะวันตก และค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.8 และค่าประสิทธิภาพที่คำนวณด้วยสมการที่ 2.3,2.4 จากตารางที่ 3.9 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ เพื่อเป็นตรวจสอบว่าสมการที่ 2.3 และ2.4 นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก - ตะวันตก และค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับ ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.3 และค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.4

จะเห็นได้ว่า ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก และค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ ทับกันพอดี แต่ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.3 และ 2.4 ไม่ทับกันพอดีกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก ตามภาพที่ 3.6 จึงทำให้ต้องมีการปรับปรุงสมการที่ 2.3 เป็นสมการที่ 3.3 และปรับปรุงสมการที่ 2.4 เป็นสมการที่ 3.4

สมการการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออกที่มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์องศาต่างๆที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว

$$\eta_e = [(0.00007 \times \beta_e^{\ 3}) - (0.0098 \times \beta_e^{\ 2}) - (0.0128 \times \beta_e)] + 100.01 \qquad (3.3)$$

η_e = ประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออกที่มุมรับแสงของโซล่าเซลล์องศาต่างๆ

β_e = มุมรับแสงของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงทิศตะวันออก

สมการการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตกที่มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์องศาต่างๆที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว

$$\eta_w = [(0.00007 \times \beta_w^{\ 3}) - (0.0098 \times \beta_w^{\ 2}) - (0.0128 \times \beta_w)] + 100.01 \qquad (3.4)$$

η_w = ประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตกที่มุมรับแสงของโซล่าเซลล์องศาต่างๆ

β_w = มุมรับแสงของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงทิศตะวันตก

นำสมการที่ 3.3 และ3.4 มาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยใช้มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก - ตะวันตก โดยจะนำเสนอในตารางที่ 3.10

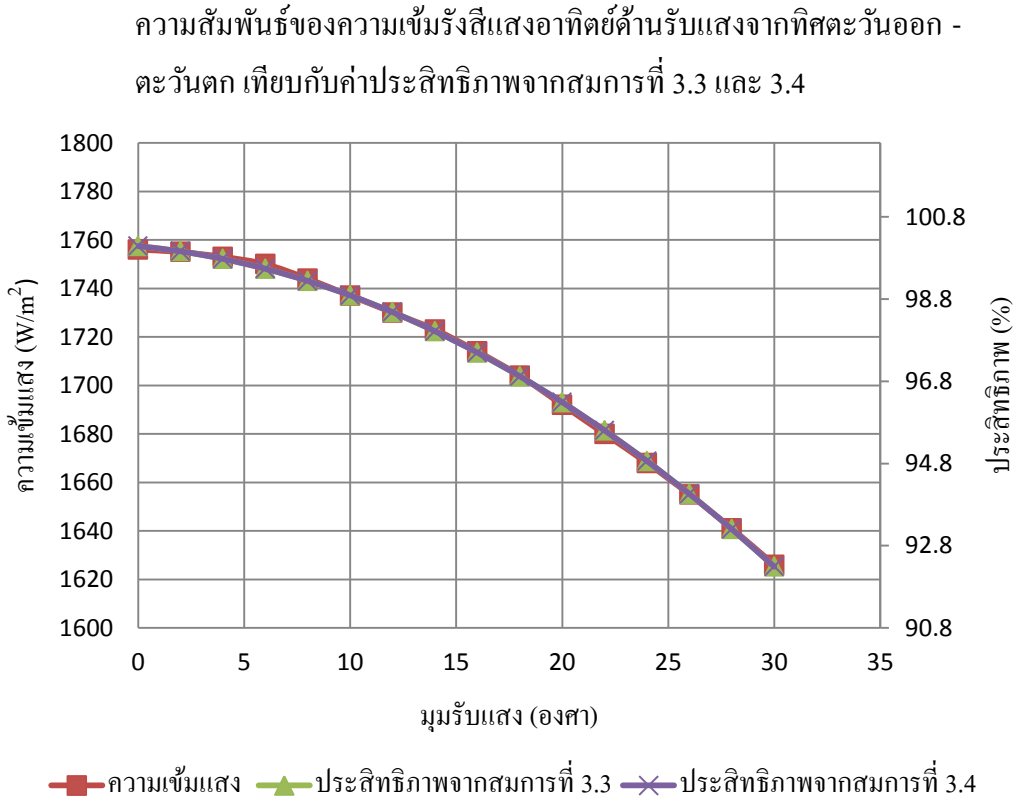
จากตารางที่ 3.10 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.3 และ3.4 นั้นค่าประสิทธิภาพนั้นมีค่าใกล้เคียงกันกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 3.8

นำความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก และค่าประสิทธิภาพที่คำนวณด้วยสมการที่ 3.3 และ3.4 จากตารางที่ 3.10 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ เพื่อเป็นตรวจสอบว่าสมการที่ 3.3 และ3.4 นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 3.7

จะเห็นได้ว่า ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก และค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.3 และ3.4 ทับกันพอดี จึงเป็นการยืนยันได้ว่าสมการที่ 3.3 และ3.4 สามารถนำไปใช้ได้จริงกับการคำนวณตามภาพที่ 3.7

ตารางที่ 3.10 ประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.3 และ34 ที่มุมรับแสงเดียวกันกับความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก

มุมรับแสง (องศา)	ความเข้มแสง (W/m2)	ประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.3 (%)	ประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.4 (%)
0	1756	100.01	100.01
2	1755	99.95	99.95
4	1753	99.81	99.81
6	1750	99.60	99.60
8	1744	99.32	99.32
10	1737	98.97	98.97
12	1730	98.57	98.57
14	1723	98.10	98.10
16	1714	97.58	97.58
18	1704	97.01	97.01
20	1692	96.39	96.39
22	1680	95.73	95.73
24	1668	95.03	95.03
26	1655	94.28	94.28
28	1641	93.51	93.51
30	1626	92.70	92.70



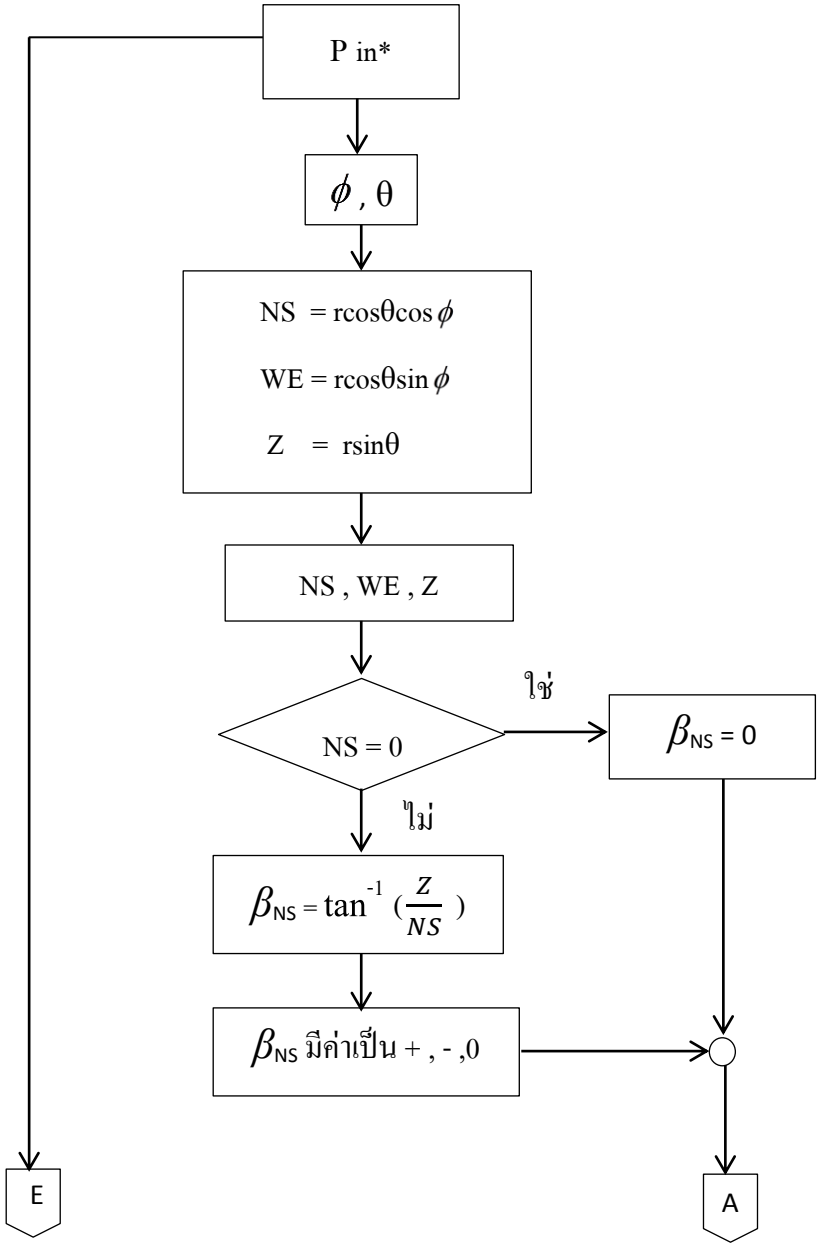
ภาพที่ 3.7 ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก เทียบกับ ค่าประสิทธิภาพจากสมการที่ 3.3 และ3.4

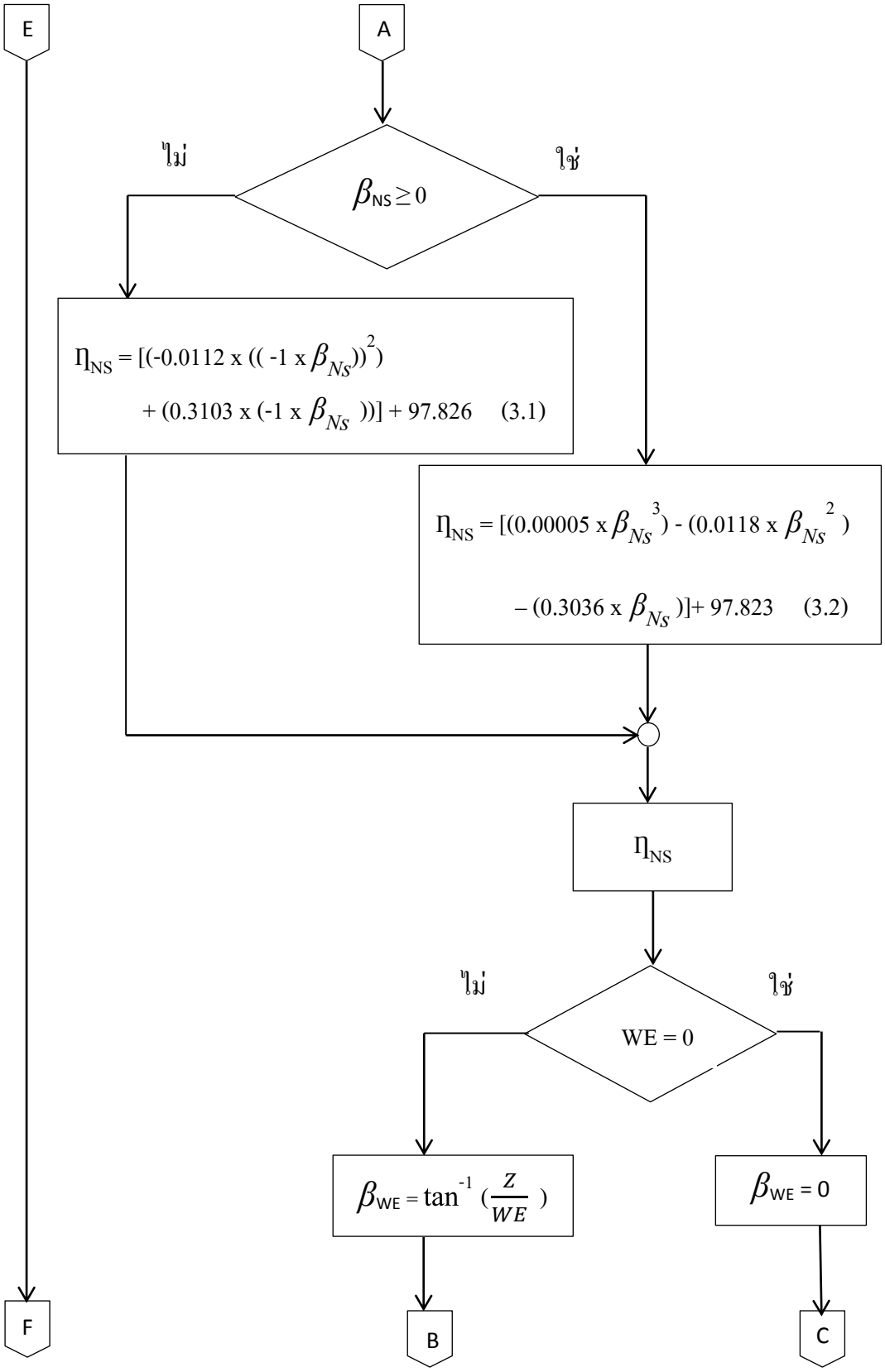
3.2 การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆ ของหลังคา

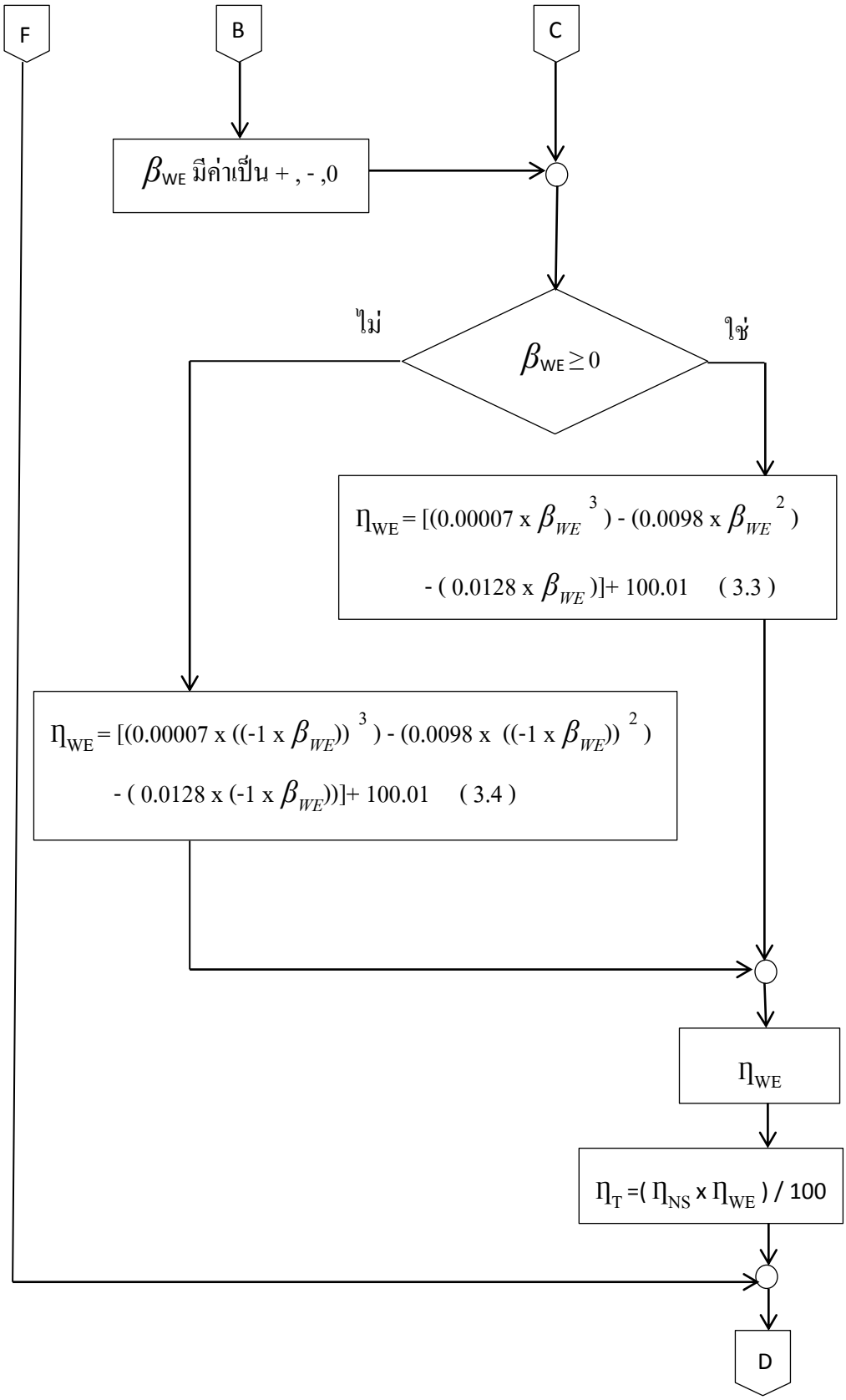
หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงสมการในหัวข้อที่ 3.1 แล้ว ในหัวข้อนี้จะเป็นการนำสมการที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วของด้านรับแสงทิศใต้,ทิศเหนือ,ทิศตะวันออก,ทิศตะวันตก มาใช้ในเพื่อการคำนวณประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา โดยจะแสดงเป็นลำดับการทำงาน

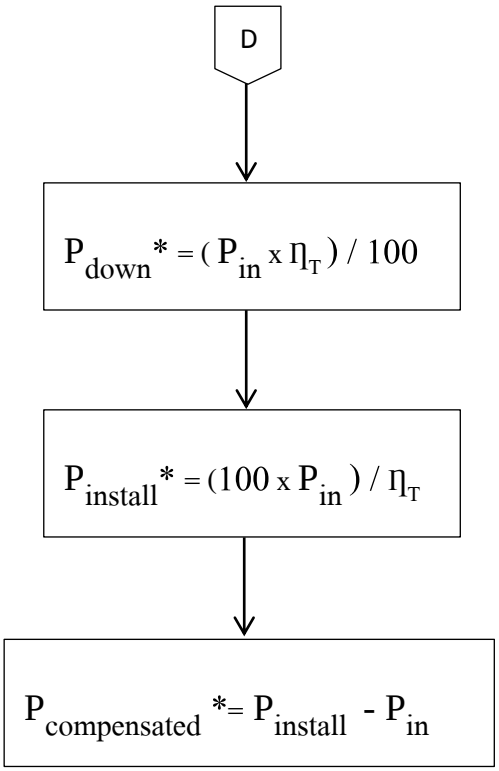
3.2.1 ลำดับการทำงานของการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา

ถ้าติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนหลังคา ที่ไม่ใช่ มุมอะซิมุท (ϕ) 180 องศา และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ) อยู่ที่ 14 องศา จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งตั้งบนหลังคานั้นมีกำลังไฟฟ้าลดลง เนื่องจากการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในด้านรับแสงและมุมรับแสงที่ไม่เหมาะสม จึงต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด โดยการคำนวณนั้นจะเป็นไปตามภาพที่ 3.8




E
A
ไม่
ใช่
$\beta_{NS} \geq 0$
$\eta_{NS} = [(-0.0112 \times ((-1 \times \beta_{Ns}))^2) + (0.3103 \times (-1 \times \beta_{Ns}))] + 97.826$ (3.1)
$\eta_{NS} = [(0.00005 \times \beta_{Ns}^3) - (0.0118 \times \beta_{Ns}^2) - (0.3036 \times \beta_{Ns})] + 97.823$ (3.2)
η_{NS}
ไม่
ใช่
WE = 0
$\beta_{WE} = \tan^{-1}(\frac{Z}{WE})$
$\beta_{WE} = 0$
F
B
C


F
B
C
β_{WE} มีค่าเป็น + , - ,0
ไม่
$\beta_{WE} \geq 0$
ใช่
$\eta_{WE} = [(0.00007 \times \beta_{WE}^{3}) - (0.0098 \times \beta_{WE}^{2}) - (0.0128 \times \beta_{WE})] + 100.01$ (3.3)
$\eta_{WE} = [(0.00007 \times ((-1 \times \beta_{WE}))^{3}) - (0.0098 \times ((-1 \times \beta_{WE}))^{2}) - (0.0128 \times (-1 \times \beta_{WE}))] + 100.01$ (3.4)
η_{WE}
$\eta_T = (\eta_{NS} \times \eta_{WE}) / 100$
D



ภาพที่ 3.8 ลำดับการทำงานของการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา

<u>อธิบายลำดับการทำงานของการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา</u>

กำหนด กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา (Pin) มุมอะซิมุท (ϕ) ที่องศา ตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา และมุมรับแสง (θ) ที่องศา ตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา จากนั้น มุมอะซิมุท (ϕ) และมุมรับแสง (θ) จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการ การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์ (ซึ่งสามารถทำความเข้าใจเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 2.2.5) เพื่อคำนวณหาค่า NS,WE,Z จะได้ค่า NS,WE,Z โดยที่ค่า NS,WE,Z จะถูกนำไปหาค่า β_{NS} และ β_{WE} ในส่วนต่อไป

*Pin คือ กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งตั้งบนหลังคา

*Pdown คือ กำลังไฟฟ้าที่ลดลงเหลือ เนื่องจากการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในด้านรับแสงและมุมรับแสงที่ไม่เหมาะสม

*Pinstall คือ รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนดไว้

*Pcompensated คือ จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชย

ในกรณีที่ค่า NS ไม่เท่ากับศูนย์ และค่า WE ไม่เท่ากับศูนย์ สามารถหาค่า β_{NS} ได้จาก $\tan^{-1}(\frac{Z}{NS})$ และหาค่า β_{WE} ได้จาก $\tan^{-1}(\frac{Z}{WE})$

แต่ในกรณีที่ค่า NS นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ และค่า WE นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จะเห็นได้ว่า β_{NS} และ β_{WE} เกิดจากการคำนวณ จาก $\tan^{-1}(\frac{Z}{M})$ (M หมายถึง NS หรือ WE) ถ้า M มีค่าเป็นศูนย์ จะไม่สามารถคำนวณได้ ดังนั้น ถ้าค่า NS นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จะให้ β_{NS} มีค่าเท่ากับศูนย์ไปโดยปริยาย และถ้าค่า WE นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จะให้ β_{WE} จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ไปโดยปริยายเช่นเดียวกัน

เมื่อได้ค่า β_{NS} แล้วนั้น ค่า β_{NS} ที่ได้จะมีค่าเป็นบวก ลบ และศูนย์ ค่า β_{NS} นี้จะถูกนำไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} โดยที่ถ้าค่า β_{NS} นั้นมีค่า มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ จะเลือกกสมการที่ 3.2 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} แต่ถ้าค่า β_{NS} นั้นมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ก็คือมีค่าติดลบ จะเลือกสมการที่ 3.1 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} แต่ β_{NS} ที่ได้นั้นมีค่าติดลบ ไม่สามารถนำไปใช้คำนวณในสมการที่ 3.1 ได้ทันที จะต้องมีการทำให้ค่า β_{NS} นั้นมีค่าเป็นบวกก่อน โดยการคูณลบหนึ่ง ถึงจะได้ค่าประสิทธิภาพ η_{NS} จากสมการที่ 3.1 ที่ถูกต้อง

เมื่อได้ค่า β_{WE} แล้วนั้น ค่า β_{WE} ที่ได้จะมีค่าเป็นบวก ลบ และศูนย์ ค่า β_{WE} นี้จะถูกนำไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} โดยที่ถ้าค่า β_{WE} นั้นมีค่า มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ จะเลือกกสมการที่ 3.4 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} แต่ β_{WE} ที่ได้นั้นมีค่าติดลบ ไม่สามารถนำไปใช้คำนวณในสมการที่ 3.4 ได้ทันที จะต้องมีการทำให้ค่า β_{WE} นั้นมีค่าเป็นบวกก่อน โดยการคูณลบหนึ่ง ถึงจะได้ค่าประสิทธิภาพη_{WE} จากสมการที่ 3.4 ที่ถูกต้อง ถ้าค่า β_{WE} นั้นมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ก็คือมีค่าติดลบ จะเลือกสมการที่ 3.3 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{WE}

เมื่อคำนวณได้ค่าประสิทธิภาพ η_{NS} และค่าประสิทธิภาพ η_{WE} เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำค่าประสิทธิภาพ η_{NS} และค่าประสิทธิภาพ η_{WE} มาทำการคูณกัน จะได้ค่าประสิทธิภาพรวม η_T ซึ่งค่าประสิทธิภาพรวม η_T นี้จะบอกว่า กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา

เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นเท่าไหร่ จากมุมอะซิมุท (ϕ) ที่องศา ตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา และมุมรับแสง (θ) ที่องศา ตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา

แล้วทำการคำนวณต่อเพื่อหากำลังไฟฟ้าที่ลดลงเหลือ (Pdown) เนื่องจากการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในมุมอะซิมุทและมุมรับแสงที่ไม่เหมาะสม สามารถคำนวณได้จาก Pdown = (Pin x η_T) / 100

เมื่อทราบกำลังไฟฟ้าที่ลดลงเหลือ(Pdown)แล้วจึงจะต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนดไว้ สามารถคำนวณได้จาก Pinstall = (100 x Pin) / η_T จะทำให้ทราบรวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง (Pinstall) เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนดไว้

ถ้าอยากทราบว่าจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชย(Pcompensated) นั้นต้องชดเชยเป็นจำนวนเท่าใด สามารถคำนวณได้จาก Pcompensated = Pinstall – Pin

3.3 การแทนค่าลงในสูตร

การแทนค่าลงในสูตรเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ในมุมอะซิมุทและมุมรับแสง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.1 – 3.4 โดยในบทนี้จะนำสูตรดังกล่าวมาคำนวณจากค่าต่างๆโดยแยกเป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้

<u>ตัวอย่างที่1</u> ถ้าต้องการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ 400 W บนหลังคา ที่มุมอะซิมุท 180องศา และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ)อยู่ที่ 30 องศา อยากทราบว่าจะต้องเพิ่มจำนวนกี่วัตต์เพื่อชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปจากทิศหรือมุมดังกล่าวเพื่อให้โซล่าร์เซลล์ทำงานที่กำลังไฟฟ้า 400 W ตามที่ต้องการ

คำนวณหาประสิทธิภาพของการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์หลังคา ที่มุมอะซิมุท 180องศา และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ) อยู่ที่ 30 องศา

โดยนำมุมอะซิมุท (ϕ) 180 องศา และมุมรับแสง (θ) 30 องศา คำนวณหาค่า NS,WE,Z จากสมการที่ 2.6 (การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์ ซึ่งสามารถทำความเข้าใจเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 2.2.5)

คำนวณหาค่า NS,WE,Z จากสมการที่ 2.6 (การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์)

$$NS = r\cos\theta\cos\phi$$

$$WE = r\cos\theta\sin\phi$$

$$Z = r\sin\theta$$

โดยที่ r = 1 , θ = 30 องศา , ϕ = 180 องศา นำไปแทนค่าลงในสมการ

$$NS = (1)\cos(30)\cos(180) = -0.866$$

$$WE = (1)\cos(30)\sin(180) = 0$$

$$Z = (1)\sin(30) = 0.5$$

ดังนั้น จะได้ค่า NS = -0.866 , WE= 0 , Z = 0.5

หาค่า β_{NS} คำนวณได้จาก

$$\beta_{NS} = \tan^{-1}\left(\frac{Z}{NS}\right)$$

โดยที่ NS = -0.866 , Z = 0.5 นำไปแทนค่าหา β_{NS}

$$\beta_{NS} = \tan^{-1}\left(\frac{0.5}{-0.866}\right)$$

$$= -30$$

ดังนั้น จะได้ค่า β_{NS} = -30

นำ β_{NS} ไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} (β_{NS} นั้นมีค่าติดลบ จะเลือกสมการที่ 3.1 มาคำนวณ)

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} จากสมการที่ 3.1

$$\eta_{NS} = [(-0.0112 \times (\beta_{Ns}{}^{2})) + (0.3103 \times (\beta_{Ns})] + 97.826$$

แต่ β_{NS} ที่ได้นั้นมีค่าติดลบ ไม่สามารถนำไปใช้คำนวณในสมการที่ 3.1 ได้ทันที จะต้องมีการทำให้ค่า β_{NS} นั้นมีค่าเป็นบวกก่อน โดยการคูณลบหนึ่ง ถึงจะได้ค่าประสิทธิภาพ η_{NS} จากสมการที่ 3.1 ที่ถูกต้อง

ดังนั้น $\eta_{NS} = [(-0.0112 \times ((-1 \times \beta_{Ns}))^2) + (0.3103 \times (-1 \times \beta_{Ns}))] + 97.826$

โดยที่ $\beta_{NS} = -30$ นำไปแทนค่าหา η_{NS}

$$\eta_{NS} = [(-0.0112 \times ((-1 \times -30))^2) + (0.3103 \times (-1 \times -30))] + 97.826$$

$$= 97.05\ \%$$

ดังนั้น จะได้ค่าประสิทธิภาพ $\eta_{NS} = 97.05\ \%$

หาค่า β_{WE} คำนวณได้จากจาก

$$\beta_{WE} = \tan^{-1}\left(\frac{Z}{WE}\right)$$

โดยที่ WE = 0 , Z = 0.5 นำไปแทนค่าหา β_{WE}

จะเห็นได้ว่า β_{WE} เกิดจากการคำนวณจาก $\tan^{-1}\left(\frac{Z}{WE}\right)$ ถ้า WE มีค่าเป็นศูนย์ จะไม่สามารถคำนวได้

ดังนั้น จะได้ค่า $\beta_{WE} = 0$

นำ β_{WE} ไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} (β_{WE} นั้นมีค่าเป็นศูนย์ จะเลือกสมการที่ 3.3 มาคำนวณ)

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} จากสมการที่ 3.3

$$\eta_{WE} = [(0.00007 \times \beta_{WE}^{\ 3}) - (0.0098 \times \beta_{WE}^{\ 2}) - (0.0128 \times \beta_{WE})] + 100.01$$

โดยที่ $\beta_{WE} = 0$ นำไปแทนค่าหา η_{WE}

$$\eta_{WE} = [(0.00007 \times 0^3) - (0.0098 \times 0^2) - (0.0128 \times 0)] + 100.01$$

$$= 100.01\ \%$$

ดังนั้น จะได้ค่าประสิทธิภาพ $\eta_{WE} = 100.01\ \%$

จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นเท่าไหร่ (η_T) คำนวณได้จาก

$$\eta_T = (\eta_{NS} \times \eta_{WE}) / 100$$

โดยที่ η_{NS} = 97.05 % , η_{WE} = 100.01 % นำไปแทนค่าหา η_T

$$\eta_T = (97.05 \times 100.01) / 100$$

$$= 97.06\ \%$$

ดังนั้น จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคาเหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นคือ 97.06 %

จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือเท่าไหร่ คำนวณได้จาก

$$Pdown = (Pin \times \eta_T) / 100$$

โดยที่ Pin = 400 W , η_T = 97.06 % นำไปแทนค่าหา Pdown

$$Pdown = (400 \times 97.06) / 100$$

$$= 388.24\ W$$

ดังนั้น ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว จะได้กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือคือ 388.24 W

ถ้ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคาคือ 400 W ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าวจะได้กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือ 388.24 W จึงจะต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป อยากทราบรวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง (Pinstall) เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด ซึ่งคำนวณได้จาก

$$Pinstall = (100 \times Pin) / \eta_T$$

โดยที่ Pin = 400 W , η_T = 97.06 % นำไปแทนค่าหา Pinstall

$$Pinstall = (100 \times 400) / 97.06$$

$$= 412.12\ W$$

ดังนั้น รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้งคือ 412.12 W เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด

จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยนั้น(Pcompensated) ต้องชดเชยเป็นจำนวนเท่าใด สามารถคำนวณได้จาก

$$Pcompensated = Pinstall - Pin$$

โดยที่ Pinstall = 412.12 W , Pin = 400 W นำไปแทนค่าหา Pcompensated

$$\text{Pcompensated} = 412.12 - 400$$

$$= 12.12 \text{ W}$$

ดังนั้น จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยคือ 12.12 W

<u>ตัวอย่างที่2</u> ถ้าต้องการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ 400 W บนหลังคา ที่มุมอะซิมุท 90 องศา และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ) อยู่ที่ 30 องศา อยากทราบว่าจะต้องเพิ่มจำนวนกี่วัตต์เพื่อชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปจากทิศหรือมุมดังกล่าวเพื่อให้โซล่าร์เซลล์ทำงานที่กำลังไฟฟ้า 400 W ตามที่ต้องการ

คำนวณหาประสิทธิภาพของการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์หลังคา ที่มุมอะซิมุท 90 และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ) อยู่ที่ 30 องศา

โดยนำมุมอะซิมุท (ϕ) 90 องศา และมุมรับแสง (θ) 30 องศา คำนวณหาค่า NS,WE,Z จากสมการที่ 2.6 (การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์ ซึ่งสามารถทำความเข้าใจเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 2.2.5)

คำนวณหาค่า NS,WE,Z จากสมการที่ 2.6 (การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์)

$$\text{NS} = r\cos\theta\cos\phi$$

$$\text{WE} = r\cos\theta\sin\phi$$

$$\text{Z} = r\sin\theta$$

โดยที่ r = 1 , θ = 30 องศา , ϕ = 90 องศา นำไปแทนค่าลงในสมการ

$$\text{NS} = (1)\cos(30)\cos(90) = 0$$

$$\text{WE} = (1)\cos(30)\sin(90) = 0.866$$

$$\text{Z} = (1)\sin(30) = 0.5$$

ดังนั้น จะได้ค่า NS = 0 , WE = 0.866 , Z = 0.5

หาค่า β_{NS} คำนวณได้จากจาก

$$\beta_{NS} = \tan^{-1}\left(\frac{Z}{NS}\right)$$

โดยที่ NS = 0 , Z = 0.5 นำไปแทนค่าหา β_{NS}

จะเห็นได้ว่า β_{NS} เกิดจากการคำนวณ จาก $\tan^{-1}(\frac{Z}{NS})$ ถ้า NS มีค่าเป็นศูนย์ จะไม่สามารถคำนวได้ ดังนั้น จะได้ค่า $\beta_{NS} = 0$

นำ β_{NS} ไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} (β_{NS} นั้นมีค่าเป็นศูนย์ จะเลือกสมการที่ 3.2 มาคำนวณ)

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} จากสมการที่ 3.2

$$\eta_{NS} = [(0.00005 \times \beta_{Ns}^{3}) - (0.0118 \times \beta_{Ns}^{2}) - (0.3036 \times \beta_{Ns})] + 97.823$$

โดยที่ $\beta_{NS} = 0$ นำไปแทนค่าหา η_{NS}

$$\eta_{NS} = [(0.00005 \times 0^{3}) - (0.0118 \times 0^{2}) - (0.3036 \times 0)] + 97.823$$

$$= 97.82\ \%$$

ดังนั้น จะได้ค่าประสิทธิภาพ $\eta_{NS} = 97.82\ \%$

หาค่า β_{WE} คำนวณได้จาก

$$\beta_{WE} = \tan^{-1}(\frac{Z}{WE})$$

โดยที่ WE = 0.866 , Z = 0.5 นำไปแทนค่าหา β_{WE}

$$\beta_{WE} = \tan^{-1}(\frac{0.5}{0.866})$$

$$= 30$$

ดังนั้น จะได้ค่า $\beta_{WE} = 30$

นำ β_{WE} ไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} (β_{WE} นั้นมีค่าเป็นบวก จะเลือกสมการที่ 3.3 มาคำนวณ)

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} จากสมการที่ 3.3

$$\eta_{WE} = [(0.00007 \times \beta_{WE}^{3}) - (0.0098 \times \beta_{WE}^{2}) - (0.0128 \times \beta_{WE})] + 100.01$$

โดยที่ $\beta_{WE} = 30$ นำไปแทนค่าหา η_{WE}

$$\eta_{WE} = [(0.00007 \times 30^{3}) - (0.0098 \times 30^{2}) - (0.0128 \times 30)] + 100.01$$

$$= 92.69\ \%$$

ดังนั้น จะได้ค่าประสิทธิภาพ $\eta_{WE} = 92.69\ \%$

จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นเท่าไหร่ (η_T) คำนวณได้จาก

$$\eta_T = (\eta_{NS} \times \eta_{WE}) /100$$

โดยที่ η_{NS} = 97.82 % , η_{WE} = 92.69 % นำไปแทนค่าหา η_T

$$\eta_T = (97.82 \times 92.69) / 100$$

$$= 90.67 \%$$

ดังนั้น จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคาเหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นคือ 90.67 %

จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือเท่าไหร่ คำนวณได้จาก

$$Pdown = (Pin \times \eta_T) / 100$$

โดยที่ Pin = 400 W , η_T = 90.67 % นำไปแทนค่าหา Pdown

$$Pdown = (400 \times 90.67) / 100$$

$$= 362.7 \text{ W}$$

ดังนั้น ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว จะได้กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือคือ 362.7 W

ถ้ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคาคือ 400 W ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าวจะได้กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือ 362.7 W จึงจะต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป อยากทราบรวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง (Pinstall) เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด ซึ่งคำนวณได้จาก

$$Pinstall = (100 \times Pin) / \eta_T$$

โดยที่ Pin = 400 W , η_T = 90.67 % นำไปแทนค่าหา Pinstall

$$Pinstall = (100 \times 400) / 90.67$$

$$= 441.16 \text{ W}$$

ดังนั้น รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้งคือ 441.16 W เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด

จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยนั้น(Pcompensated) ต้องชดเชยเป็นจำนวนเท่าใด สามารถคำนวณได้จาก

$$Pcompensated = Pinstall - Pin$$

โดยที่ Pinstall = 441.14 W , Pin = 400 W นำไปแทนค่าหา Pcompensated

$$Pcompensated = 441.16 - 400$$

$$= 41.16 \text{ W}$$

ดังนั้น จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยคือ 41.16 W

<u>ตัวอย่างที่3</u> ถ้าต้องการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ 400 W บนหลังคา ที่มุมอะซิมุท 45 องศา และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ) อยู่ที่ 30 องศา อยากทราบว่าจะต้องเพิ่มจำนวนกี่วัตต์เพื่อชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปจากทิศหรือมุมดังกล่าวเพื่อให้โซล่าร์เซลล์ทำงานที่กำลังไฟฟ้า 400 W ตามที่ต้องการ

คำนวณหาประสิทธิภาพของการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์หลังคา ที่มุมอะซิมุท 45 องศา และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ) อยู่ที่ 30 องศา

โดยนำมุมอะซิมุท (ϕ) 45 องศา และมุมรับแสง (θ) 30 องศา คำนวณหาค่า NS,WE,Z จากสมการที่ 2.6 (การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์ ซึ่งสามารถทำความเข้าใจเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 2.2.5)

คำนวณหาค่า NS,WE,Z จากสมการที่ 2.6 (การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์)

$$NS = r\cos\theta\cos\phi$$

$$WE = r\cos\theta\sin\phi$$

$$Z = r\sin\theta$$

โดยที่ r = 1 , θ = 30 องศา , ϕ = 45 องศา นำไปแทนค่าลงในสมการ

NS = (1)cos(30)cos(45) = 0.6124

WE = (1)cos(30)sin(45) = 0.6124

Z = (1)sin(30) = 0.5

ดังนั้น จะได้ค่า NS = 0.6124 , WE = 0.6124 , Z = 0.5

หาค่า β_{NS} คำนวณได้จาก

$$\beta_{NS} = \tan^{-1} \left(\frac{Z}{NS}\right)$$

โดยที่ NS = 0.6124 , Z = 0.5 นำไปแทนค่าหา β_{NS}

$$\beta_{NS} = \tan^{-1} \left(\frac{0.5}{0.6124}\right)$$

$$= 39.23$$

ดังนั้น จะได้ค่า β_{NS} = 39.23

นำ β_{NS} ไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} (β_{NS} นั้นมีค่าเป็นบวก จะเลือกสมการที่ 3.2 มาคำนวณ)

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} จากสมการที่ 3.2

$$\eta_{NS} = [(0.00005 \times \beta_{Ns}^{3}) - (0.0118 \times \beta_{Ns}^{2}) - (0.3036 \times \beta_{Ns})] + 97.823$$

โดยที่ β_{NS} = 39.23 นำไปแทนค่าหา η_{NS}

$$\eta_{NS} = [(0.00005 \times 39.23^{3}) - (0.0118 \times 39.23^{2}) - (0.3036 \times 39.23)] + 97.823$$

$$= 70.77\ \%$$

ดังนั้น จะได้ค่าประสิทธิภาพ η_{NS} = 70.77 %

หาค่า β_{WE} คำนวณได้จาก

$$\beta_{WE} = \tan^{-1} \left(\frac{Z}{WE}\right)$$

โดยที่ WE = 0.6124 , Z = 0.5 นำไปแทนค่าหา β_{WE}

$$\beta_{WE} = \tan^{-1}\left(\frac{0.5}{0.6124}\right)$$

$$= 39.23$$

ดังนั้น จะได้ค่า $\beta_{WE} = 39.23$

นำ β_{WE} ไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} (β_{WE} นั้นมีค่าเป็นบวก จะเลือกสมการที่ 3.3 มาคำนวณ)

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} จากสมการที่ 3.3

$$\eta_{WE} = [(0.00007 \times \beta_{WE}^{3}) - (0.0098 \times \beta_{WE}^{2}) - (0.0128 \times \beta_{WE})] + 100.01$$

โดยที่ $\beta_{WE} = 39.25$ นำไปแทนค่าหา η_{WE}

$$\eta_{WE} = [(0.00007 \times 39.23^{3}) - (0.0098 \times 39.23^{2}) - (0.0128 \times 39.23)] + 100.01$$

$$= 88.65\ \%$$

ดังนั้น จะได้ค่าประสิทธิภาพ $\eta_{WE} = 88.65\ \%$

จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นเท่าไหร่ (η_T) คำนวณได้จาก

$$\eta_T = (\eta_{NS} \times \eta_{WE}) / 100$$

โดยที่ $\eta_{NS} = 70.77\ \%$, $\eta_{WE} = 88.65\ \%$ นำไปแทนค่าหา η_T

$$\eta_T = (70.77 \times 88.65) / 100$$

$$= 62.74\ \%$$

ดังนั้น จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคาเหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นคือ 62.74 %

จากมุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือเท่าไหร่ คำนวณได้จาก

$$Pdown = (Pin \times \eta_T) / 100$$

โดยที่ Pin = 400 W , η_T = 62.74 % นำไปแทนค่าหา Pdown

$$Pdown = (400 \times 62.74) / 100$$

$$= 250.96 \text{ W}$$

ดังนั้น ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าว จะได้กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือคือ 250.96 W

ถ้ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคาคือ 400 W ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงดังกล่าวจะได้กำลังไฟฟ้าลดลงเหลือ 250.96 W จึงจะต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป อยากทราบรวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง (Pinstall) เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด ซึ่งคำนวณได้จาก

$$Pinstall = (100 \times Pin) / \eta_T$$

โดยที่ Pin = 400 W , η_T = 62.74 % นำไปแทนค่าหา Pinstall

$$Pinstall = (100 \times 400) / 62.74$$

$$= 637.55 \text{ W}$$

ดังนั้น รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้งคือ 637.55 W เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด

จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยนั้น(Pcompensated) ต้องชดเชยเป็นจำนวนเท่าใด สามารถคำนวณได้จาก

$$Pcompensated = Pinstall - Pin$$

โดยที่ Pinstall = 637.55 W , Pin = 400 W นำไปแทนค่าหา Pcompensated

$$Pcompensated = 637.55 - 400$$

$$= 237.55 \text{ W}$$

ดังนั้น จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยคือ 237.55 W

3.4 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมในโครงงานนี้ได้เลือก Microsoft Excel ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งจากโปรแกรม Microsoft Office ถือเป็นโปรแกรมหลัก ที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องต้องมี โดยใช้ภาษา VBA(Visual Basic For Applications) ในการเขียนโปรแกรม โดยจะเขียนบนโหมดนักพัฒนาของ Microsoft Excel การคำนวณด้วยโปรแกรมนั้นจะช่วยเพิ่มความสะดวก และลดเวลาในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคาจากการคำนวณด้วยมือ

3.4.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้จะต้องป้อนลงในโปรแกรม

โดยผู้ใช้จะต้องทราบว่าค่าพารามิเตอร์ใดบ้างที่ผู้ใช้จะต้องป้อนในส่วน In Put ของโปรแกรม เพื่อที่โปรแกรมจะนำข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนนั้น ไปคำนวณในส่วนต่อไป

ค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้จะต้องป้อนลงในโปรแกรม

1. มุมอะซิมุท (ϕ) ผู้ใช้จะต้องทราบว่าแผงโซล่าเซลล์ที่ต้องการติดตั้งบนหลังคานั้นอยู่ที่มุมอะซิมุทกี่องศา (ซึ่งสามารถทำความเข้าใจในการวัดมุมอะซิมุทได้ที่หัวข้อที่ 2.3.1)

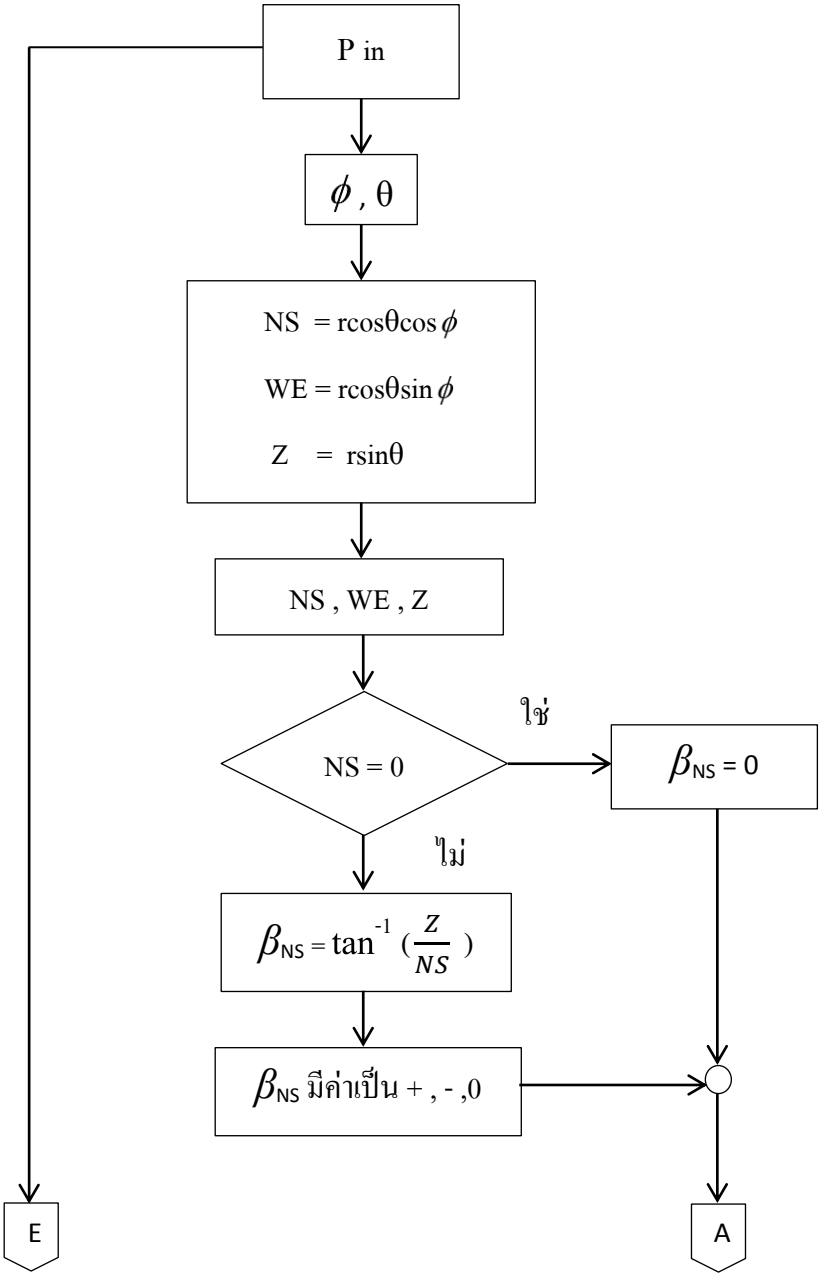
2. มุมรับแสง (θ) ผู้ใช้จะต้องทราบว่าแผงโซล่าเซลล์ที่ต้องการติดตั้งบนหลังคานั้นอยู่ที่มุมรับแสงกี่องศา (ซึ่งสามารถทำความเข้าใจในการวัดมุมรับแสงได้ที่หัวข้อที่ 2.3.2)

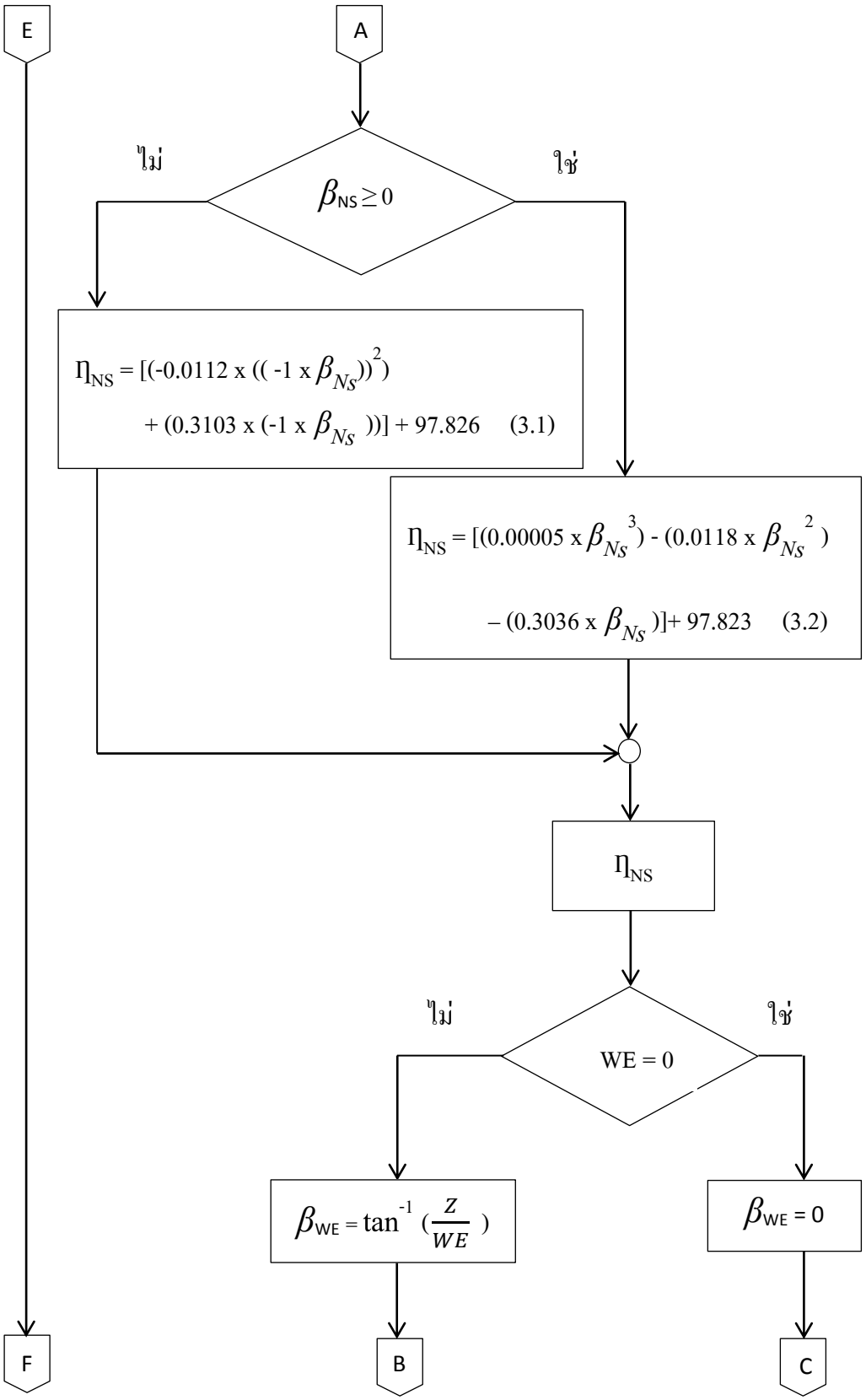
3. กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา (Pin) ผู้ใช้จะต้องตัดสินใจเองว่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคานั้น ต้องการกำลังไฟฟ้ากี่วัตต์ (W)

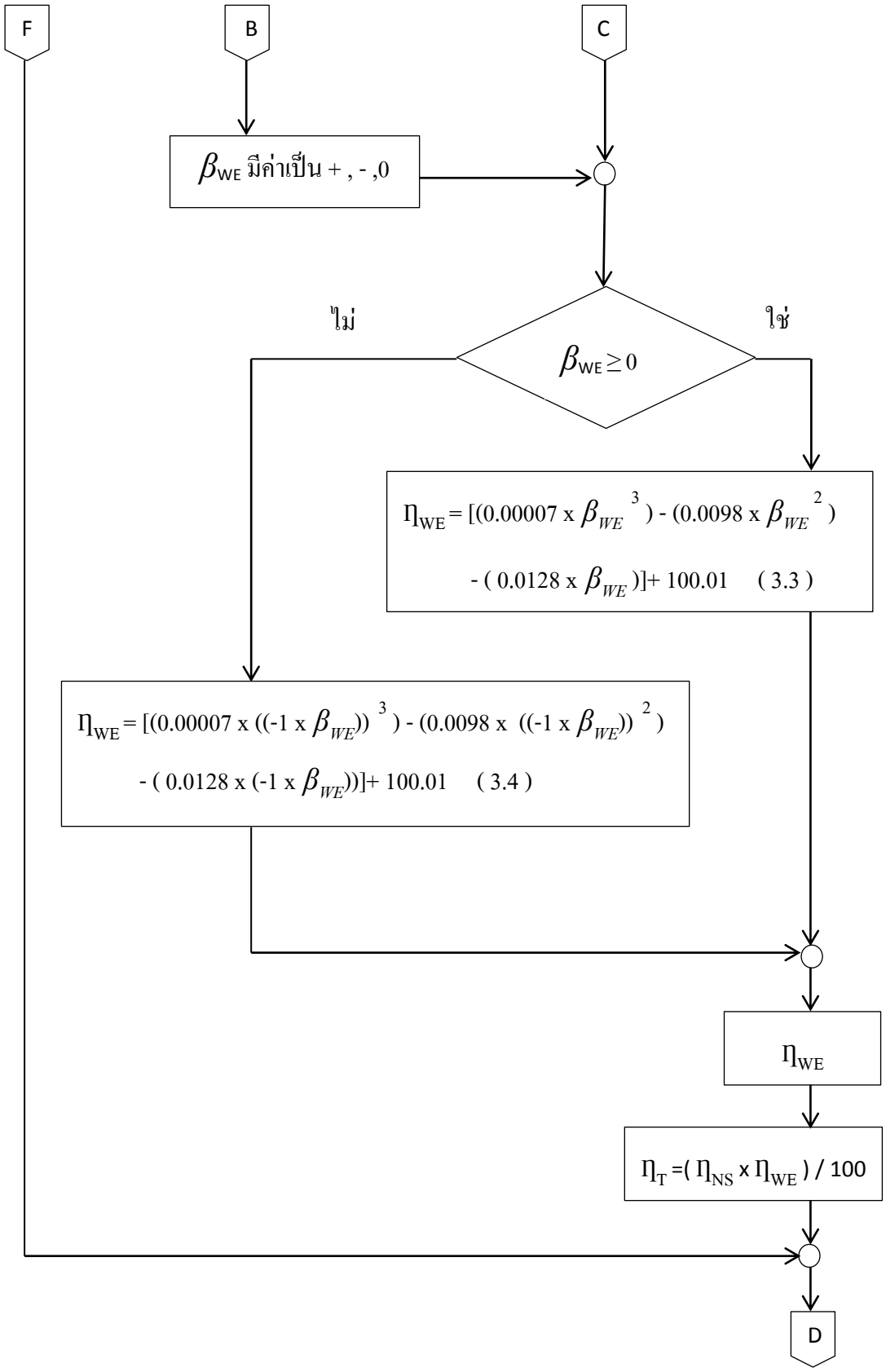
3.4.2 ลำดับการทำงานของโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา

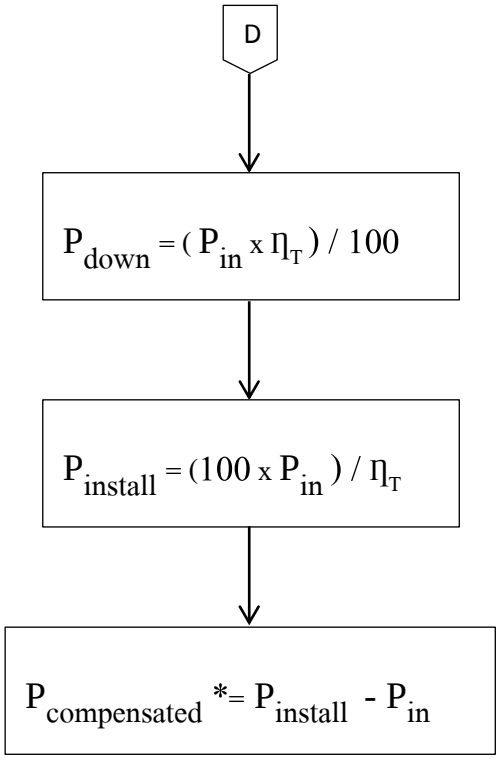
ถ้าติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนหลังคา ที่ไม่ใช่ มุมอะซิมุท (ϕ) 180 และมุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ (θ) อยู่ที่ 14 องศา จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งตั้งบนหลังคานั้นมีกำลังไฟฟ้าลดลง เนื่องจากการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในมุมอะซิมุทและมุมรับแสงที่ไม่เหมาะสม จึงต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด

จึงได้ทำการออกแบบโปรแกรม ให้คำนวณด้วยโปรแกรมแทนการคำนวณด้วยมือ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสะดวก และลดเวลาจากการคำนวณด้วยมือ การคำนวณของโปรแกรมนั้นจะเป็นไปตามภาพที่ 3.9




E
A
ไม่
ใช่
$\beta_{NS} \geq 0$
$\eta_{NS} = [(-0.0112 \times ((-1 \times \beta_{Ns}))^2) + (0.3103 \times (-1 \times \beta_{Ns}))] + 97.826$ (3.1)
$\eta_{NS} = [(0.00005 \times \beta_{Ns}^3) - (0.0118 \times \beta_{Ns}^2) - (0.3036 \times \beta_{Ns})] + 97.823$ (3.2)
η_{NS}
ไม่
ใช่
WE = 0
$\beta_{WE} = \tan^{-1}(\frac{Z}{WE})$
$\beta_{WE} = 0$
F
B
C


F
B
C
β_{WE} มีค่าเป็น + , - ,0
ไม่
ใช่
$\beta_{WE} \geq 0$
$\eta_{WE} = [(0.00007 \times \beta_{WE}^{3}) - (0.0098 \times \beta_{WE}^{2}) - (0.0128 \times \beta_{WE})] + 100.01$ (3.3)
$\eta_{WE} = [(0.00007 \times ((-1 \times \beta_{WE}))^{3}) - (0.0098 \times ((-1 \times \beta_{WE}))^{2}) - (0.0128 \times (-1 \times \beta_{WE}))] + 100.01$ (3.4)
η_{WE}
$\eta_T = (\eta_{NS} \times \eta_{WE}) / 100$
D



ภาพที่ 3.9 ลำดับการทำงานของโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา

<u>อธิบายลำดับการทำงานของโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา</u>

เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูล กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา (Pin) มุมอะซิมุท (ϕ) ที่องศาตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา และมุมรับแสง (θ) ที่องศา ตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคาแล้ว จึงเขียนโปรแกรมให้ มุมอะซิมุท (ϕ) และมุมรับแสง (θ) ถูกนำเข้าสู่กระบวนการ การแปลงพิกัดของโซล่าเซลล์ (ซึ่งสามารถทำความเข้าใจเพิ่มเติมได้ในหัวข้อที่ 2.2.5) เพื่อที่โปรแกรมจะต้องคำนวณหาค่า NS,WE,Z เมื่อได้ค่า NS,WE,Z เป็นคำตอบจากการเขียนโปรแกรมแล้ว ค่า NS,WE,Z จะถูกนำไปหาค่า β_{NS} และ β_{WE} ในส่วนต่อไป แล้วเขียนโปรแกรม ให้หาค่า β_{NS} ได้จาก $\tan^{-1}(\frac{Z}{NS})$ และหาค่า β_{WE} ได้จาก $\tan^{-1}(\frac{Z}{WE})$

แต่ในกรณีที่ค่า NS นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ และค่า WE นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จะเห็นได้ว่า β_{NS} และ β_{WE} เกิดจากการคำนวณ จาก $\tan^{-1}(\frac{Z}{M})$ (M หมายถึง NS หรือ WE) ถ้า M มีค่าเป็นศูนย์ จะไม่สามารถคำนวณได้ ดังนั้น ถ้าค่า NS นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ และค่า WE นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จะต้องเขียนโปรแกรมเป็นกรณีเฉพาะ ได้แก่มุมอะซิมุท 0 องศา , 90 องศา , 180 องศา , 270 องศา และ360 องศา

ถ้าค่า NS นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จะเขียนโปรแกรมให้ β_{NS} มีค่าเท่ากับศูนย์ ไปโดยปริยาย และถ้าค่า WE นั้นมีค่าเท่ากับศูนย์ จะเขียนโปรแกรมให้ β_{WE} จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ไปโดยปริยายเช่นเดียวกัน

เมื่อได้ค่า β_{NS} แล้วนั้น ค่า β_{NS} ที่ได้จะมีค่าเป็นบวก ลบ และศูนย์ ค่า β_{NS} นี้จะถูกนำไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} โดยที่ถ้าค่า β_{NS} นั้นมีค่า มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ จะเขียนโปรแกรมให้ไปเลือกสมการที่ 3.2 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} แต่ถ้าค่า β_{NS} นั้นมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ก็คือมีค่าติดลบ จะเขียนโปรแกรมให้ไปเลือกสมการที่ 3.1 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{NS} แต่ β_{NS} ที่ได้นั้นมีค่าติดลบ ไม่สามารถนำไปใช้คำนวณในสมการที่ 3.1 ได้ทันที จะต้องมีการทำให้ค่า β_{NS} นั้นมีค่าเป็นบวกก่อน โดยการคูณลบหนึ่ง ถึงจะได้ค่าประสิทธิภาพη_{NS} จากสมการที่ 3.1 ที่ถูกต้อง

เมื่อได้ค่า β_{WE} แล้วนั้น ค่า β_{WE} ที่ได้จะมีค่าเป็นบวก ลบ และศูนย์ ค่า β_{WE} นี้จะถูกนำไปหาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} โดยที่ถ้าค่า β_{WE} นั้นมีค่า มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ จะเขียนโปรแกรมให้ไปเลือกกสมการที่ 3.4 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{WE} แต่ β_{WE} ที่ได้นั้นมีค่าติดลบ ไม่สามารถนำไปใช้คำนวณในสมการที่ 3.4 ได้ทันที จะต้องมีการทำให้ค่า β_{WE} นั้นมีค่าเป็นบวกก่อน โดยการคูณลบหนึ่ง ถึงจะได้ค่าประสิทธิภาพ η_{WE} จากสมการที่ 3.4 ที่ถูกต้อง ถ้าค่า β_{WE} นั้นมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ก็คือมีค่าติดลบ จะเขียนโปรแกรมให้ไปเลือกสมการที่ 3.3 มาคำนวณ หาค่าประสิทธิภาพ η_{WE}

เมื่อโปรแกรมคำนวณได้ค่าประสิทธิภาพ η_{NS} และค่าประสิทธิภาพ η_{WE} เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเขียนโปรแกรมให้นำค่าประสิทธิภาพ η_{NS} และค่าประสิทธิภาพη_{WE} มาทำการคูณกัน จะได้ค่าประสิทธิภาพรวม η_T ซึ่งค่าประสิทธิภาพรวม η_T นี้จะบอกว่า กำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นเท่าไหร่ จากมุมอะซิมุท (ϕ) ที่องศา ตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา และมุมรับแสง (θ) ที่องศา ตามที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา

แล้วเขียนโปรแกรมคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ลดลงเหลือ (Pdown) เนื่องจากการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในมุมอะซิมุทและมุมรับแสงที่ไม่เหมาะสม ซึ่งโปรแกรมการคำนวณเขียนจาก

$$Pdown = (Pin \times \eta_T) / 100$$

เมื่อทราบกำลังไฟฟ้าที่ลดลงเหลือ (Pdown)แล้วจากการเขียนโปรแกรมการคำนวณก่อนหน้านี้ จึงจะต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนด จึงเขียนโปรแกรมการคำนวณ เพื่อให้ทราบรวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง (Pinstall) เพื่อให้มีผลรวมพลังงานการผลิตไฟฟ้าตามขนาดที่กำหนดไว้ ซึ่งโปรแกรมการคำนวณเขียนจาก

$$Pinstall = (100 \times Pin) / \eta_T$$

เมื่อทราบรวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง (Pinstall) แล้ว จากการเขียนโปรแกรมการคำนวณก่อนหน้านี้ อยากทราบว่าจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชย (Pcompensated) นั้นต้องชดเชยเป็นจำนวนเท่าใด ซึ่งโปรแกรมการคำนวณเขียนจาก Pcompensated = Pinstall – Pin

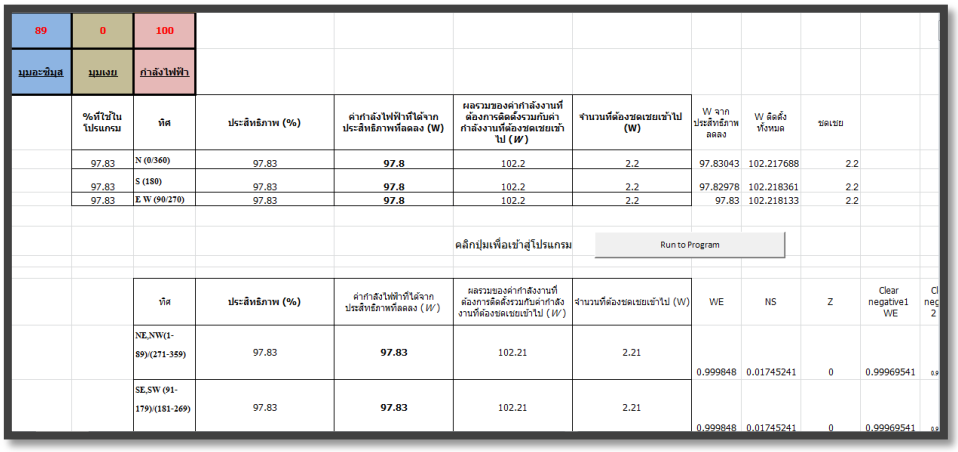
3.4.3 การสร้างโปรแกรม

Microsoft Excel เป็นโปรแกรมหนึ่งจากโปรแกรม Microsoft Office ถือเป็นโปรแกรมหลักๆที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องต้องมี Microsoft Excel เป็นโปรแกรมที่ใช้ง่ายอยู่บนรูปแบบที่สามารถใช้งานได้หลายฟังค์ชั่นหลักๆ แล้วก็เป็นตารางหลายๆตาราง เหมาะแก่การคำนวณสูตรที่ต้องคิดหลายขั้นตอน

VBA(Visual Basic For Applications) คือการใช้ภาษา Visual Basic มาเขียนโปรแกรมประยุกต์อื่นๆตามที่ต้องการ โปรแกรมประยุกต์ที่กำลังจะกล่าวถึงนี้ก็คือ โปรแกรม Microsoft office ได้ตามที่ต้องการ นอกจากนั้นผู้ใช้ยังสามารถสร้างโปรแกรมต่างๆ เพิ่มเติมบน Microsoft Excel, Word และ PowerPoint โดยจุดเด่นของ Microsoft Excel คือด้านการวิเคราะห์

ข้อมูล การคำนวณที่ซับซ้อน ทำให้การเขียนโปรแกรม VBA ใน Microsoft Excel สามารถดึงเครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่ใน Microsoft Excel มาใช้งานได้เลย เช่น Function สำเร็จรูปแบบต่างๆ Statistical Function Financial Function หรือ Mathematical Function ทำให้สามารถสร้างหรือพัฒนาโปแกรม Microsoft Excel ได้ง่ายและรวดเร็ว การเขียนโปรแกรมก็สามารถทำได้ง่ายขึ้น

จากลำดับการทำงานของโปรแกรมทำให้ได้แนวคิดในการวางรูปแบบของการคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ บน Microsoft Excel ดังภาพที่ 3.10



89	0	100
มุมอะซิมุส	มุมเงย	กำลังไฟฟ้า

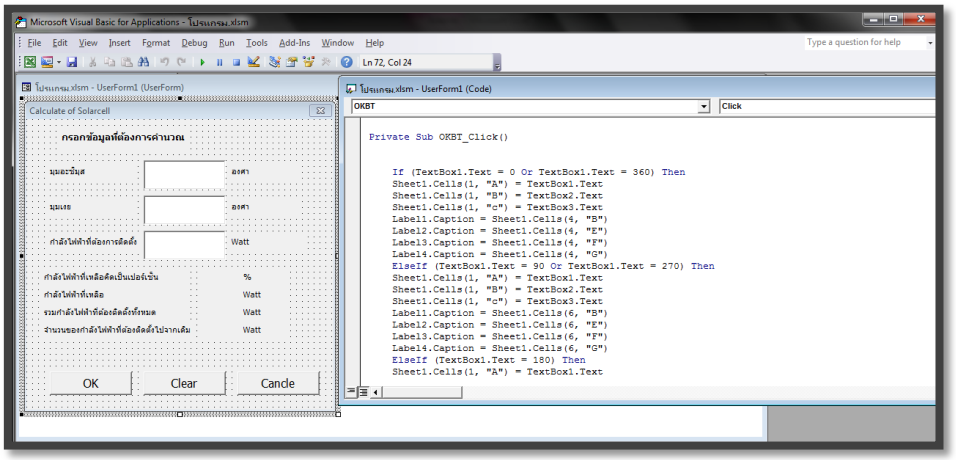
	%ที่ใช้ในโปรแกรม	ทิศ	ประสิทธิภาพ (%)	ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากประสิทธิภาพที่ลดลง (W)	ผลรวมของค่ากำลังงานที่ต้องการติดตั้งรวมกับค่ากำลังงานที่ต้องชดเชยเข้าไป (W)	จำนวนที่ต้องชดเชยเข้าไป (W)	W จากประสิทธิภาพลดลง	W ติดตั้งทั้งหมด	ชดเชย
	97.83	N (0/360)	97.83	**97.8**	102.2	2.2	97.83043	102.217688	2.2
	97.83	S (180)	97.83	**97.8**	102.2	2.2	97.82978	102.218361	2.2
	97.83	E W (90/270)	97.83	**97.8**	102.2	2.2	97.83	102.218133	2.2

คลิกปุ่มเพื่อเข้าสู่โปรแกรม Run to Program

ทิศ	ประสิทธิภาพ (%)	ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากประสิทธิภาพที่ลดลง (W)	ผลรวมของค่ากำลังงานที่ต้องการติดตั้งรวมกับค่ากำลังงานที่ต้องชดเชยเข้าไป (W)	จำนวนที่ต้องชดเชยเข้าไป (W)	WE	NS	Z	Clear negative1 WE	Cl neg 2
NE,NW(1-89)(271-359)	97.83	**97.83**	102.21	2.21	0.999848	0.01745241	0	0.9969541	0.0
SE,SW (91-179)(181-269)	97.83	**97.83**	102.21	2.21	0.999848	0.01745241	0	0.9969541	0.0

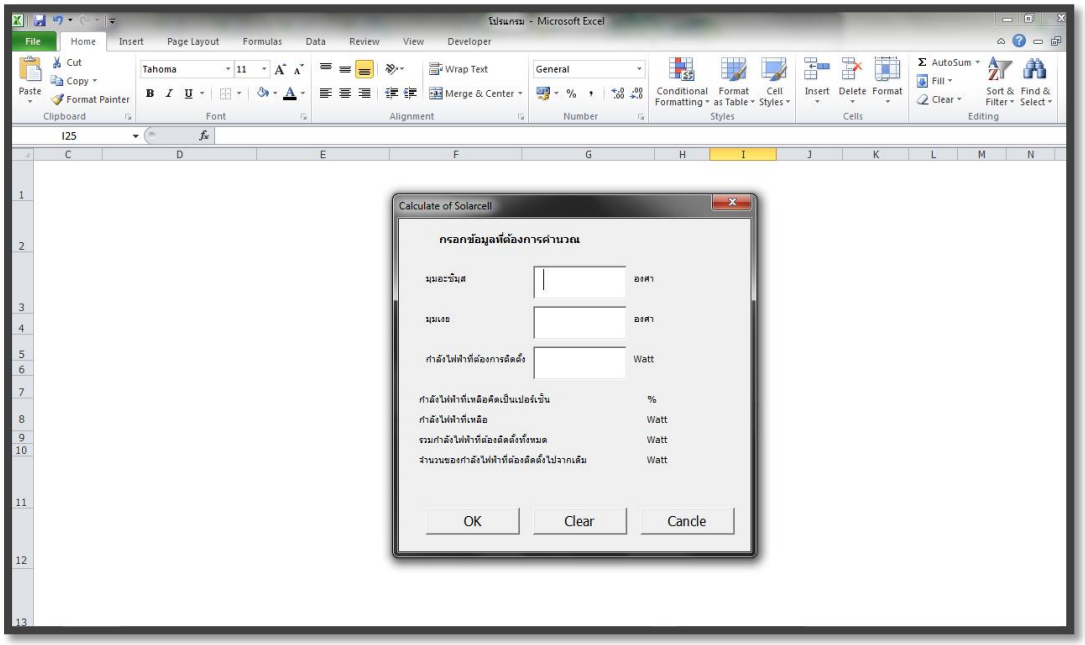
ภาพที่ 3.10 การคำนวณเบื้องต้นโดยใช้ Microsoft Excel

แล้วนำไปประยุกต์ในโหมดพัฒนาบน Microsoft Excel ซึ่งเขียนด้วย VBA (Visual Basic For Applications) ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 การนำไปประยุกต์ในโหมดพัฒนาบน Microsoft Excel ซึ่งเขียนด้วย VBA (Visual Basic For Applications)

โปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ที่เสร็จแล้ว โดยให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเพียง มุมอะซิมุท มุมรับแสง และกำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา ก็จะทำให้ผู้ใช้ทราบกำลังไฟฟ้าที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้าที่เหลือ รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง และจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง ดังภาพที่ 3.12



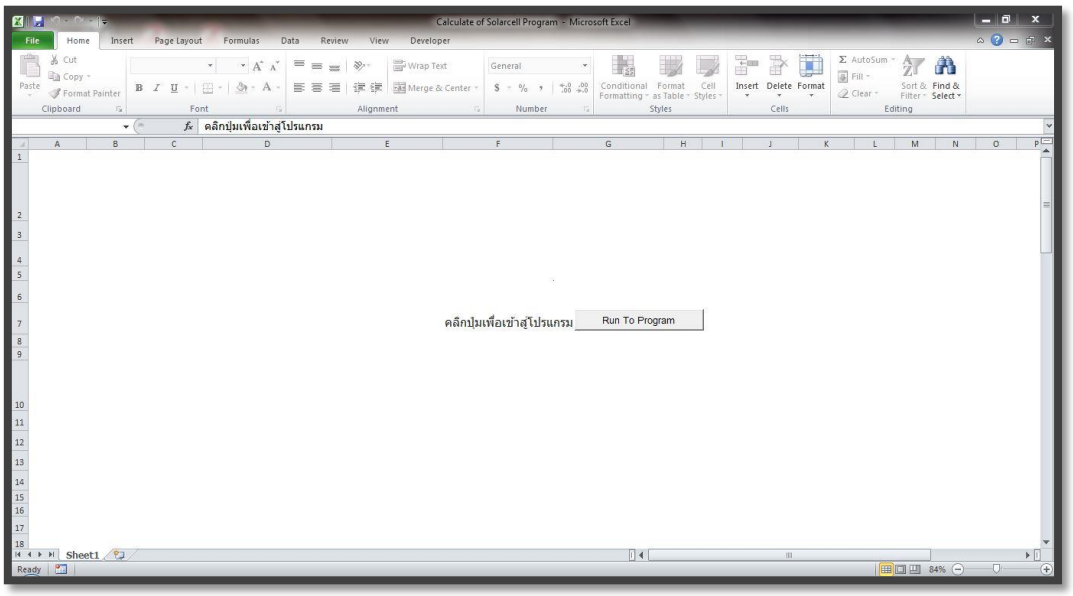
ภาพที่ 3.12 โปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ที่เสร็จแล้ว

3.4.5 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

ในบทนี้จะพูดถึงการใช้โปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ การคำนวณด้วยโปรแกรมนั้นจะช่วยเพิ่มความสะดวก และลดเวลาในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆของหลังคา จากการคำนวณด้วยมือ โปรแกรมนั้นไม่ต้องติดตั้งให้ยุ่งยากเพียงแค่มี Microsoft Excel อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะสามารถใช้งานได้ การใช้งานโปรแกรมนั้นท่านจะต้องทราบถึงค่าพารามิเตอร์ที่ผู้ใช้จะต้องป้อนลงในโปรแกรมก่อน (ซึ่งสามารถดูได้ที่หัวข้อ 3.4.1)

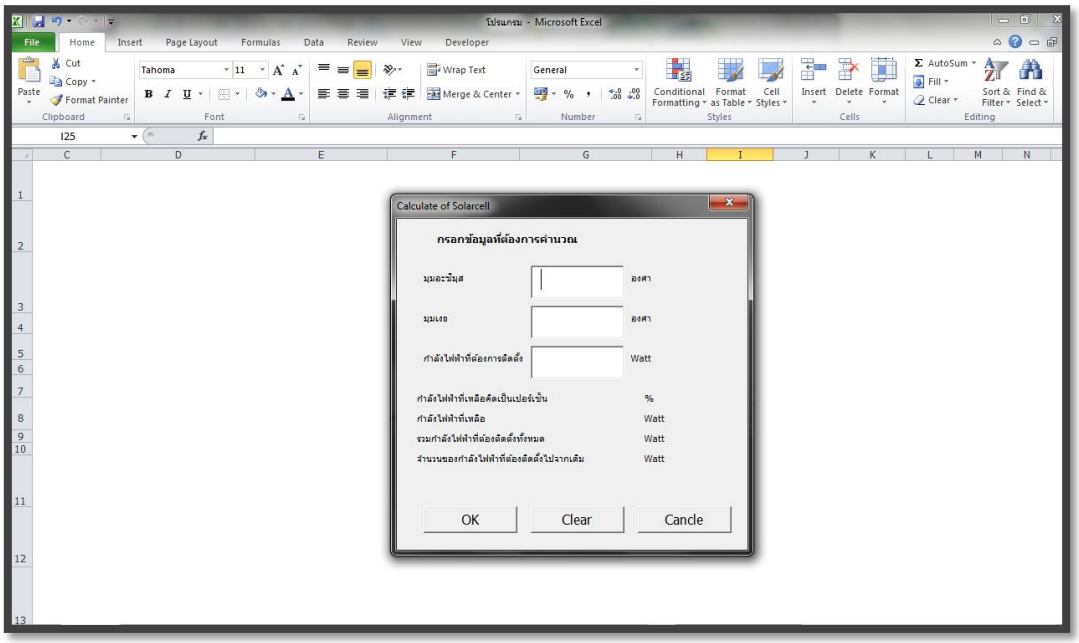
วิธีการใช้โปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์

1.เปิดโปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ขึ้นมา ซึ่งในเครื่องคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมี Microsoft Excel ดังภาพที่ 3.13



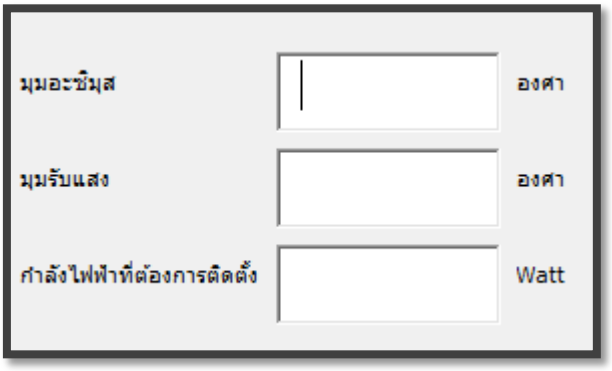
ภาพที่ 3.13 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์

2.เมื่อกดปุ่ม Run To Program จะปรากฏหน้าต่างใช้งานของโปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ดังภาพที่ 3.14



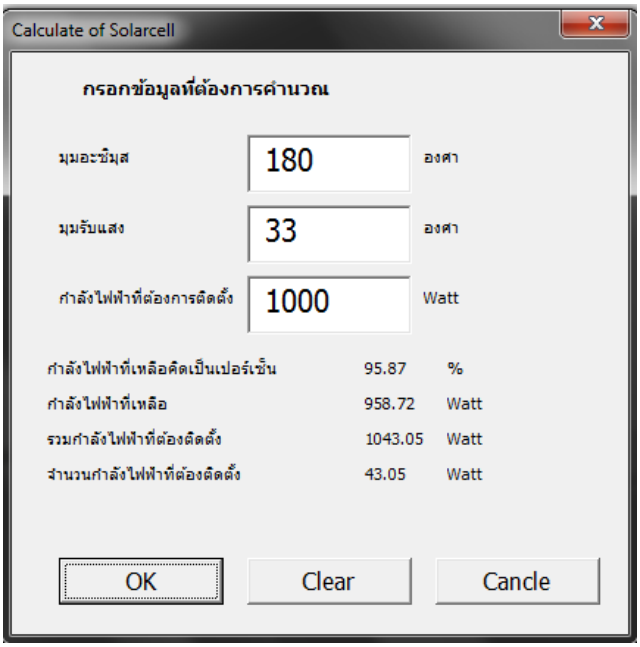
ภาพที่ 3.14 หน้าต่างการใช้งานของโปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์

3.ให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลมุมอะซิมุทของแผงโซล่าเซลล์ที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา มุมรับแสงของแผงโซล่าเซลล์ที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา (ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำการวัดมาก่อน สามารถดูการวัดมุมอะซมุทและมุมรับแสงได้ในหัวข้อที่ 2.3.1 และ 2.3.2) และกำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งบนหลังคา ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 ให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม ซึ่งต้องทำการวัดมาก่อน

4.หลังจากที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมแล้ว จากนั้นกดปุ่ม OK โปรแกรมจะทำการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมจะบอกถึงกำลังไฟฟ้าที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้าที่เหลือ รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง และจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง ดังภาพที่ 3.16

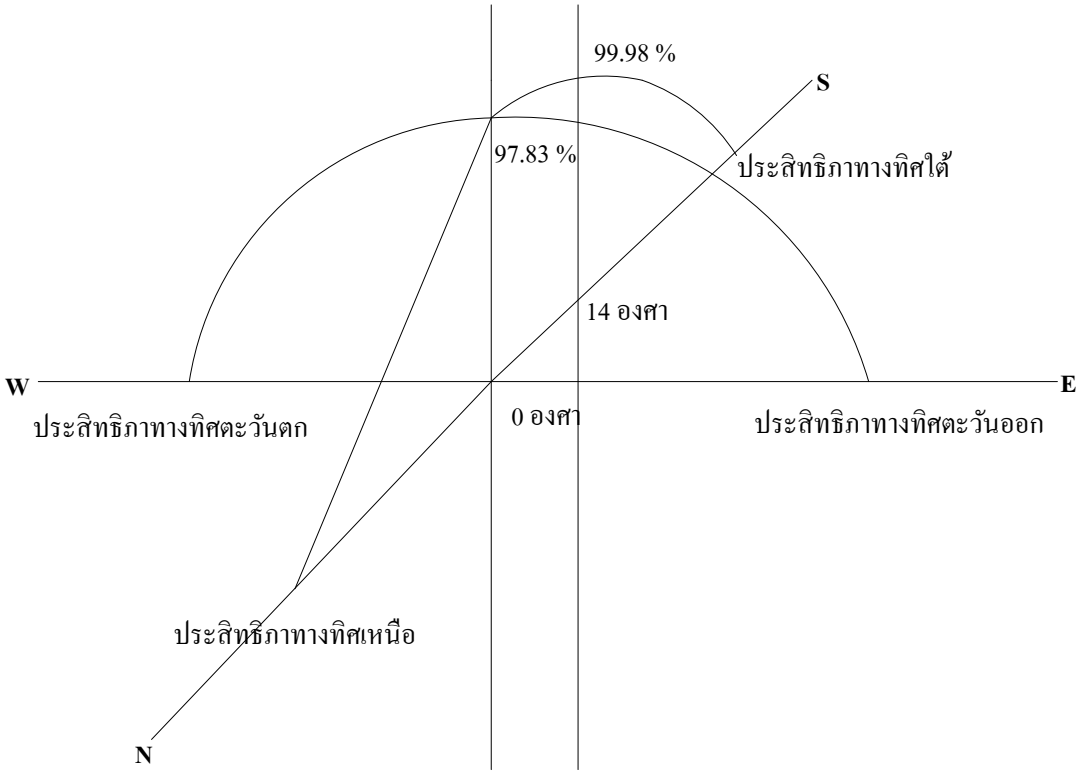


ภาพที่ 3.16 แสดง Out Put ของโปรมแกรม หลังจากผู้ใช้ป้อนข้อมูลลง In Put ของโปรแกรม

จากการนำความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่ได้รับต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตรใน 1 ปี kWh/year โดยเป็นข้อมูลของ กรุงเทพมหานคร และ หันหน้าไปในทิศ ใต้ , เหนือ , ตะวันออก , ตะวันตก มาเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าสูงสุด เพื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ 2.1 , 2.2 , 2.3 และ 2.4 ประสิทธิภาพจากสมการที่ 2.1 , 2.2 , 2.3 และ 2.4 ค่าประสิทธิภาพนั้นไม่ตรงกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ จึงได้มีการปรับปรุงสมการดังกล่าวเพื่อความแม่นยำในการคำนวณโดย จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพจากสมการที่ปรุบปรุงแล้วนั้นมีค่าใกล้เคียงกันกับค่าที่เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงสมการแล้ว จึงได้กำหนดแนวทางการคำนวณและทำการแทนค่าลงในสูตรตามแนวทางที่ได้กำหนด แสดงเป็นตัวอย่างที่ 1-3 ในหัวข้อที่ 3.3 เมื่อทำการคำนวณได้อย่างแม่นยำแล้ว จึงได้จัดทำโปรแกรมคำนวณประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุทและมุมรับแสงต่างๆ ซึ่งแนวทางการเขียนโปรแกรมนั้นเหมือนกับแนวทางการคำนวณ จึงเลือกโปรแกรม Microsoft Excel โดยจะเขียนลงบนVBA(Visual Basic For Applications) บนโหมดนักพัฒนาของ Microsoft Excel เมื่อทำการใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆลงไปในโปรแกรม โปรแกรมจะแสดง Output เป็น กำลังไฟฟ้าเหลือคิดเป็นเปอร์เซ็น , กำลังไฟฟ้าที่เหลือ , รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง , จำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชย เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้น จึงได้มีการแสดงประสิทธิภาพรวมของโซล่าเซลล์จากทิศทั้ง 4 ทิศ ที่คำนวณด้วยโปรแกรม ตามภาพที่ 3.17

จากภาพที่ 3.17 จะเห็นได้ว่าว่า ที่มุมรับแสง 0 องศาของทุกทิศจะมีประสิทธิภาพเท่ากันคือ 97.83 เปอร์เซ็นต์ ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสงไปที่ด้านรับแสงทิศใต้ประสิทธิภาพจะมีการเพิ่มขึ้นเมื่อถึงมุมรับแสงที่ 14 องศา ของด้านรับแสงทิศใต้ จะได้ประสิทธิภาพสูงสุดคือ 99.98 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพจะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มมุมรับแสง ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสงไปที่ด้านรับแสงทิศเหนือ จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพมีการลดลง และจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มมุมรับแสง ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสงไปที่ด้านรับแสงทิศตะวันออก จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพมีการลดลง และจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มมุมรับแสง ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสงไปที่ด้านรับแสงทิศตะวันตก จะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพมีการลดลง และจะลดลงอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 3.17 แสดงประสิทธิภาพรวมของโซล่าเซลล์จากทิศทั้ง 4 ทิศ ที่คำนวณด้วยโปรแกรม