บทที่4

การทดลองและผลการทดลอง

บทนี้จะเริ่มจากการทดลองโปรแกรมคำนวณพลังงานจากมุมต่างๆ แล้วนำไปประเมินพลังงานที่หายไปทำให้สามารถบอกขนาดของโซล่าเซลล์ที่ต้องใช้ในการชดเชยพลังงานที่ลดลง แล้วจึงทำการทดลองต่างๆ เช่น วัดค่าและเก็บข้อมูลกำลังงานไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ ในทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยพิจารณามุมรับแสง 0 – 45 องศา โดยการเปลี่ยนแปลงองศา แล้วยังนำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองมาเปรียบกับโปรแกรม ซึ่งทำให้แสดงถึงความแม่นยำระหว่างผลที่ได้จากการทดลองกับผลที่ได้กับโปรแกรมดังต่อไปนี้

4.1 การทดลองใช้โปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์

หลังจากที่ได้ทำการสร้างโปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เสร็จ จึงได้ทำการทดลองใช้โปรแกรมคำนวณพลังงานที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ได้ความสัมพันธระหว่างมุมที่เปลี่ยนไปกับประสิทธิภาพของโซล่าเซล์ และได้นำเสนอไปแล้วในหัวข้อ 3.3 ในเนื้อหาหัวข้อนี้ จะนำเสนอ การเปรียบเทียบระหว่างผลการคำนวณด้วยมือกับการคำนวณด้วยโปรแกรม โดยใช้ค่าต่างๆจากหัวข้อ 3.3 ในตัวอย่างที่ 1– 3

ในตัวอย่างที่ 1 ได้เลือกใช้มุมอะซิมุทที่ 180 องศา มุมรับแสงที่ 30 องศา เมื่อใส่ค่าลงไปในโปรแกรม ค่าที่ได้ กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ กำลังงานไฟฟ้าจากที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.1

กำลังงานไฟฟ้าจากที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง จะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมและค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือเท่ากัน ดังนั้นโปรแกรมสามารถใช้งานแทนการคำนวณด้วยมือได้ ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางการเปรียบเทียบผลระหว่างการคำนวณผลด้วยมือ และ การคำนวณผลด้วยโปรแกรม ที่มุมอะซิมุทที่ 180 องศา มุมรับแสงที่ 30 องศา

กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ 400 w มุมอะซิมุท 180 องศา มุมรับแสง 30 องศา			
กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์	กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ	รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง	กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย
ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม			
97.06%	388.24 W	412.12 W	12.12 W
ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ			
97.06%	388.24 W	412.12 W	12.12 W

ในตัวอย่างที่ 2 ได้เลือกใช้มุมอะซิมุทที่ 90 องศา มุมรับแสงที่ 30 องศา เมื่อใส่ค่าลงไปในโปรแกรม ค่าที่ได้ กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ กำลังงานไฟฟ้าจากที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางการเปรียบเทียบผลระหว่างการคำนวณผลด้วยมือ และ การคำนวณผลด้วยโปรแกรม ที่มุมอะซิมุทที่ 90 องศา มุมรับแสงที่ 30 องศา

กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ 400 w มุมอะซิมุท 90 องศา มุมรับแสง 30 องศา			
กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์	กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ	รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง	กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย
ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม			
90.67%	362.7 W	441.16 W	41.16 W
ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ			
90.67%	362.7 W	441.16 W	41.16 W

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า กำลังงานไฟฟ้าจากที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง จะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมและค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือเท่ากัน ดังนั้นโปรแกรมสามารถใช้งานแทนการคำนวณด้วยมือได้

ในตัวอย่างที่ 3 ได้เลือกใช้มุมอะซิมุทที่ 45 องศา มุมรับแสงที่ 30 องศา เมื่อใส่ค่าลงไปในโปรแกรม ค่าที่ได้ กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ กำลังงานไฟฟ้าจากที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางการเปรียบเทียบผลระหว่างการคำนวณผลด้วยมือ และ การคำนวณผลด้วยโปรแกรม ที่มุมอะซิมุทที่ 45 องศา มุมรับแสงที่ 30 องศา

กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ 400 w มุมอะซิมุท 45 องศา มุมรับแสง 30 องศา			
กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์	กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ	รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง	กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย
ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม			
62.74 %	250.96 W	637.55 W	237.55 W
ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ			
62.74 %	250.96 W	637.55 W	237.55 W

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า กำลังงานไฟฟ้าจากที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังงานไฟฟ้าที่เหลือ กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องชดเชย รวมกำลังงานไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง จะพบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมและค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือเท่ากัน ดังนั้นโปรแกรมสามารถใช้งานแทนการคำนวณด้วยมือได้

4.2 การทดลองและผลการทดลอง

ในหัวข้อนี้ จะเป็นการกล่าวถึงการทดลอง การเปลี่ยนแปลงองศาของโซล่าเซลล์ เพื่อเก็บข้อมูลกำลังงานไฟฟ้า สำหรับเปรียบเทียบระหว่างการรับแสงตั้งฉากกับการรับแสงที่มีมุมรับแสงต่างๆ โดยการเปลี่ยนแปลงองศาของโซล่าเซลล์ทีละ 5 องศา จาก 0 – 45 องศา ในทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และ ทิศตะวันตก โดยจะบอกถึงขั้นตอนวิธีการทดลอง และอุปกรณ์การทดลอง สุดท้ายจะทำการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย

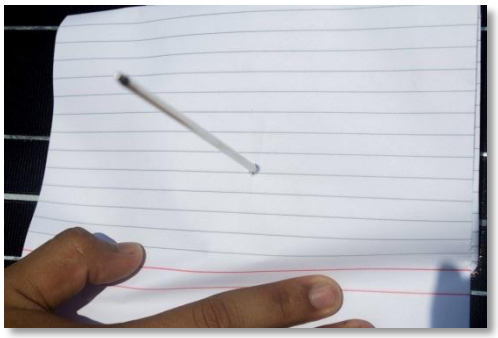
4.2.1 การทดลองระหว่างด้านรับแสงและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์

อุปกรณ์

1. โซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 80 W จำนวน 1 แผง
2. เครื่องมือวัดวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า (PV Analyzer)
3. เครื่องมือวัดกำลังแสง (Solar Power Meter)
4. แอพลิเคชั่นเข็มทิศบนโทรศัพท์
5. แอพพลิเคชั่นวัดมุมเอียงบนโทรศัพท์ (Angle Meter) (บนระบบปฏิบัติการ IOS , Android ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจาก App Store , Play Store)
6. อุปกรณ์กำหนดมุมรับแสงตั้งฉาก(ประยุกต์ใช้ด้วยที่เสียบกระดาษ)

ขั้นตอนการทดลอง

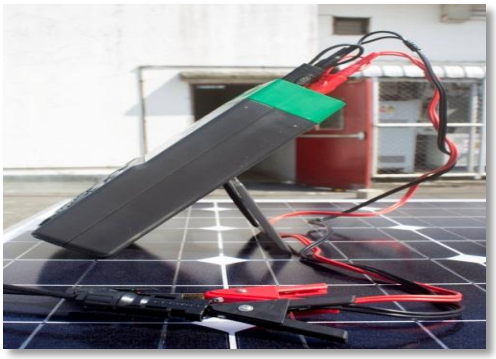
1. ทำการปรับตั้งโซล่าเซลล์ให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ โดยใช้อุปกรณ์กำหนดมุมรับแสงตั้งฉาก ด้วยการวางบนโซล่าเซลล์ โดยให้เงาของอุปกรณ์ทับกันเป็นจุดเดียวพอดี ดังภาพ 4.1 ก.
2. วัดมุมเอียง ใช้แอพพลิเคชั่น Angle Meterโดยการนำ วางทาบบนแผงโซล่าเซลล์ ดังภาพ 4.1 ข.
3. วัดความเข้มแสง ใช้เครื่องมือวัดกำลังแสง Solar Power Meter โดยวัดความเข้มแสงที่กระทบโซล่าเซลล์ โดยกำหนดให้ค่าแสงขณะวัดมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงได้ไม่เกิน ± 3 W/m^2 ดังภาพ 4.1 ค.
4. วัดกำลังงานไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ ใช้เครื่องมือวัดวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า PV Analyzer โดยต่อเข้ากับโซล่าเซลล์ดังภาพ 4.1 ง. แล้วกดปุ่ม Auto scan ดังภาพ 4.1 จ. จะได้ความสัมพันธ์ของ I-V Curve ของการวัดกำลังไฟฟ้าที่มุมตั้งฉาก ดังภาพ 4.1 ฉ.
5. ทำการเพิ่มมุม จากมุมตั้งฉากไป 5 องศา และทำการทดลองซ้ำขั้นตอนที่ 1 - 4 โดยถือว่าเป็นการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่มุมต่าง
6. ทำการทดลองซ้ำขั้นตอนที่ 1 – 5 แต่ในขั้นตอนที่ 5 ปรับมุมรับแสงเพิ่มอีก 5 องศา
7. ทำการทดลองซ้ำขั้นตอนที่ 1 – 6 จนกระทั่งการเพิ่มมุม ตั้งฉากไป 45 องศา
8. นำค่าที่ได้ในการวัดมากเขียนกราฟความสัมพันธ์ของเส้นที่ 1
9. ทำการทดลองซ้ำเพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์เส้นที่ 2



ก. โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์

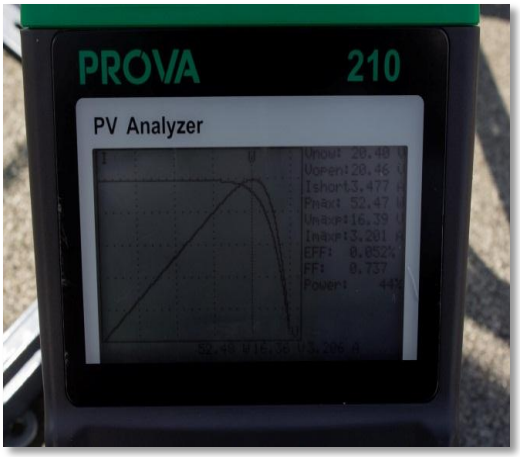
ข.วัดมุมเอียงที่ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์

ค. วัดความเข้มแสง



ง. ต่อสายเครื่องมือวัด PV Analyzer

จ. กดปุ่ม Auto scan วัดกำลังงานไฟฟ้า



ฉ. กำลังงานไฟฟ้าที่เครื่องมือวัดได้

ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการทดลอง

4.2.2 ผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง ผลการทดลองของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา ของด้านรับแสงทิศต่างๆ กับผลการทดลองของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา ของด้านรับแสงทิศต่างๆ ซึ่งผลการทดลอง จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ของด้านรับแสงทิศต่างๆ เมื่อเพิ่มมุมรับแสง

ทำการทดลอง ระหว่างด้านรับแสงจากทิศใต้และมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา โดยเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก* โดยที่ค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ กับค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มาทำผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ที่มุมรับแสงองศาต่างๆ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.4

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้นั้นมีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.1

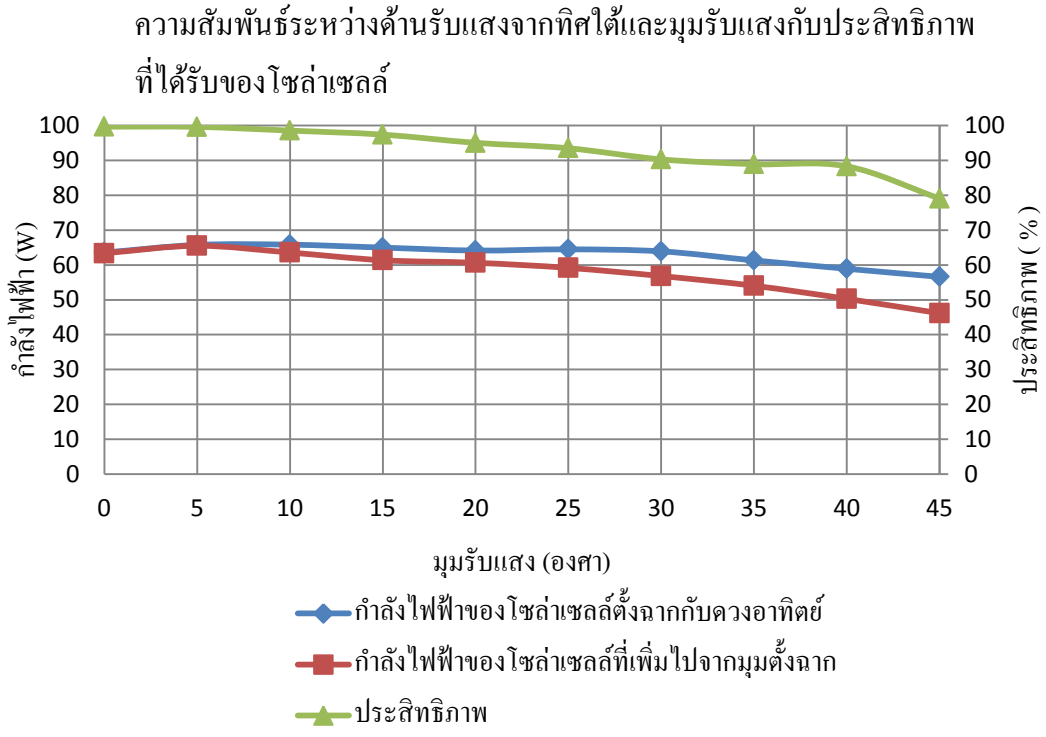
นำค่าที่ได้จากจากตารางที่ 4.4 มาเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศใต้และมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.2

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากมีค่ากำลังไฟฟ้าลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ดังนั้นประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ ประสิทธิภาพที่ได้จะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้น

*โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก คือ องศาที่โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับพระอาทิตย์บวกกับมุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 5 องศา หรือ10องศา

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศใต้และมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์			โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก				
องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 5 (องศา)	องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
51	443	63.57	0	51	442	63.37	99.69
52	403	65.76	5	57	403	65.51	99.62
56	389	64.39	10	66	390	63.46	98.56
42	517	67.24	15	57	517	65.49	97.4
45	505	65.6	20	65	505	62.35	95.05
47	490	64.18	25	72	492	60.01	93.5
37	480	65.07	30	67	480	58.8	90.36
49	447	64.51	35	74	446	57.36	88.92
45	480	65.38	40	85	482	54.47	83.31
42	473	63.53	45	87	476	50.23	79.07



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศใต้และมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

แล้วทำการทดลองซ้ำ ระหว่างด้านรับแสงจากทิศใต้และมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา โดยเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก โดยที่ค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ กับค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มาทำผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ที่มุมรับแสงองศาต่างๆ

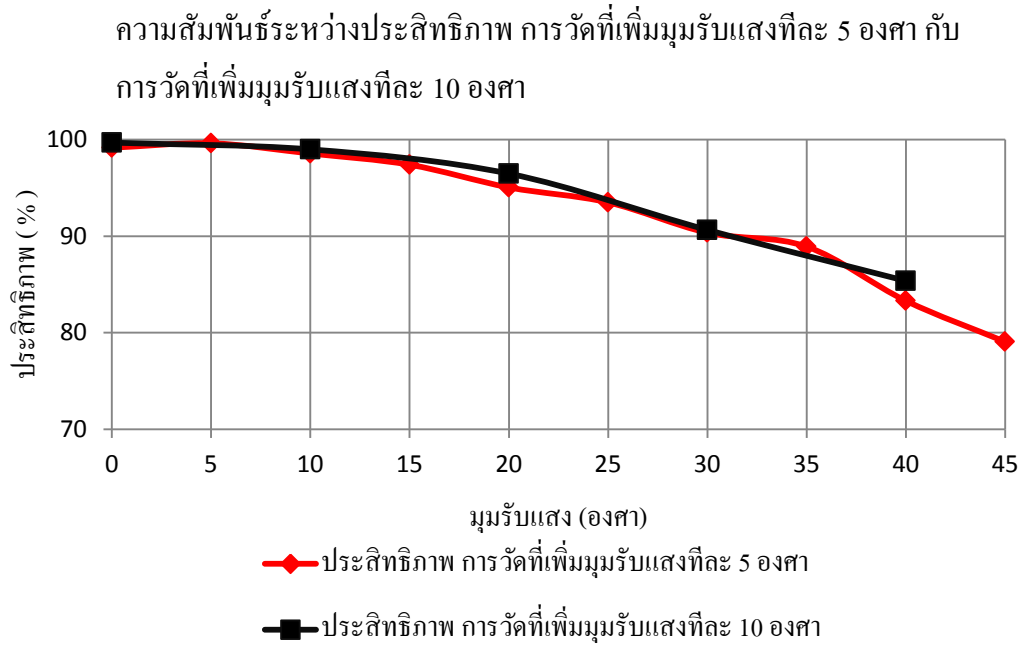
แล้วนำประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริงโดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศใต้และมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา

โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์			โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก				
องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 10 (องศา)	องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
51	443	63.57	0	51	442	63.37	99.69
47	450	64.42	10	57	450	63.77	98.99
49	445	62.56	20	69	445	60.36	96.48
49	444	63.75	30	79	445	57.79	90.65
51	440	65.26	40	91	441	55.71	85.37

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้นั้นมีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 10 องศา

นำประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ ของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา จากตารางที่ 4.5 มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศใต้ ของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา จากตารางที่ 4.4 เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา กับการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา ด้านรับแสงจากทิศใต้

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา นั้นประสิทธิภาพมีการลดลงใกล้เคียงกัน กับประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา ทุกจุด จึงเป็นการยืนยันว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง

ทำการทดลอง ระหว่างด้านรับแสงจากทิศเหนือและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา โดยเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก โดยที่ค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ กับค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มาทำผลต่าง

เป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือที่มุมรับแสงองศาต่างๆ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.6

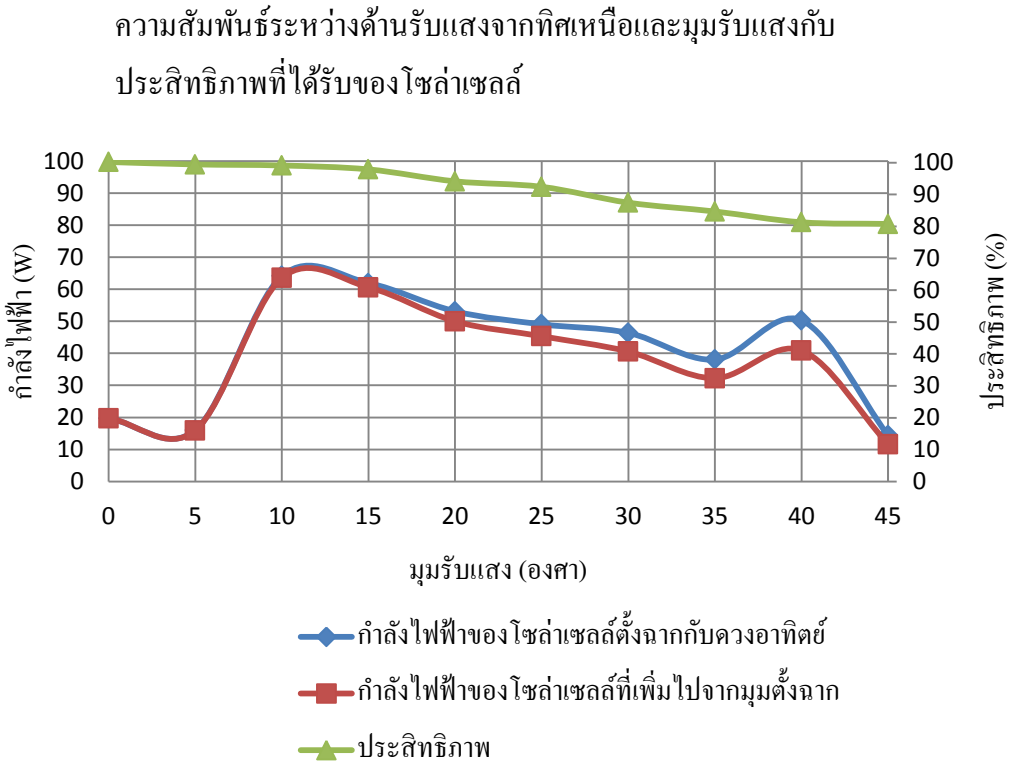
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศเหนือและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์			โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก				
องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 5 (องศา)	องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
38	109	19.66	0	38	109	19.71	100.2
40	78	16.03	5	35	78	15.94	99.44
48	459	64.12	10	38	460	63.55	99.11
48	461	61.91	15	33	461	60.6	97.88
62	305	53.11	20	42	303	50	94.14
58	322	49.05	25	33	322	45.33	92.42
59	286	46.38	30	29	287	40.56	87.45
65	224	38.05	35	30	224	32.22	84.68
62	286	50.28	40	22	287	40.88	81.3
65	60	14.36	45	20	62	11.6	80.78

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือนั้นมีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.2

นำค่าที่ได้จากจากตารางที่ 4.6 มาเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศใต้และมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.4

กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มีค่ากำลังไฟฟ้าลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ดังนั้นประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ ประสิทธิภาพที่ได้จะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้น ตามภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศเหนือและมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

จากภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากมีค่ากำลังไฟฟ้าลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ดังนั้นประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ ประสิทธิภาพที่ได้จะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้น

แล้วทำการทดลองซ้ำ ระหว่างด้านรับแสงจากทิศเหนือและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา โดยเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก โดยที่ค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ กับค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มาทำผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือที่มุมรับแสงองศาต่างๆ

แล้วนำประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ10 องศา มาเปรียบเทียบกับ ประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริงโดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศเหนือและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา

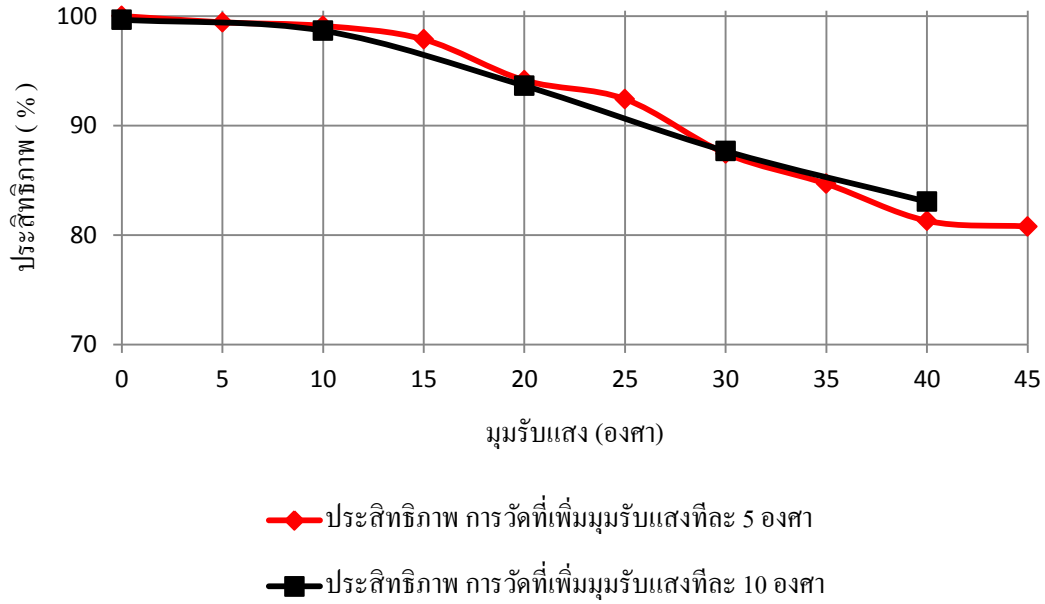
โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์			โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก				
องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 10 (องศา)	องศา	กำลังแสง (W/m^2)	กำลังไฟฟ้า (W)	ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
63	250	50.1	0	63	249	49.94	99.68
63	254	50.37	10	53	257	49.7	98.67
62	301	53.32	20	42	302	49.93	93.64
64	269	48.67	30	34	267	42.67	87.67
62	286	48.85	40	22	287	40.57	83.05

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือนั้นมีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 10 องศา

นำประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือ ของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา จากตารางที่ 4.7 มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศเหนือของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา จากตารางที่ 4.6 เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.5

ประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา นั้นประสิทธิภาพมีการลดลงใกล้เคียงกัน กับประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา ทุกจุด จึงเป็นการยืนยันว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง ตามภาพที่ 4.5

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา กับ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา กับ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา ด้านรับแสงจากทิศเหนือ

ทำการทดลอง ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันออกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา โดยเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสง กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก โดยที่ค่ากำลังแสงของซ่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ กับค่ากำลังของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มาทำผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออกที่มุมรับแสงองศาต่างๆ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.8

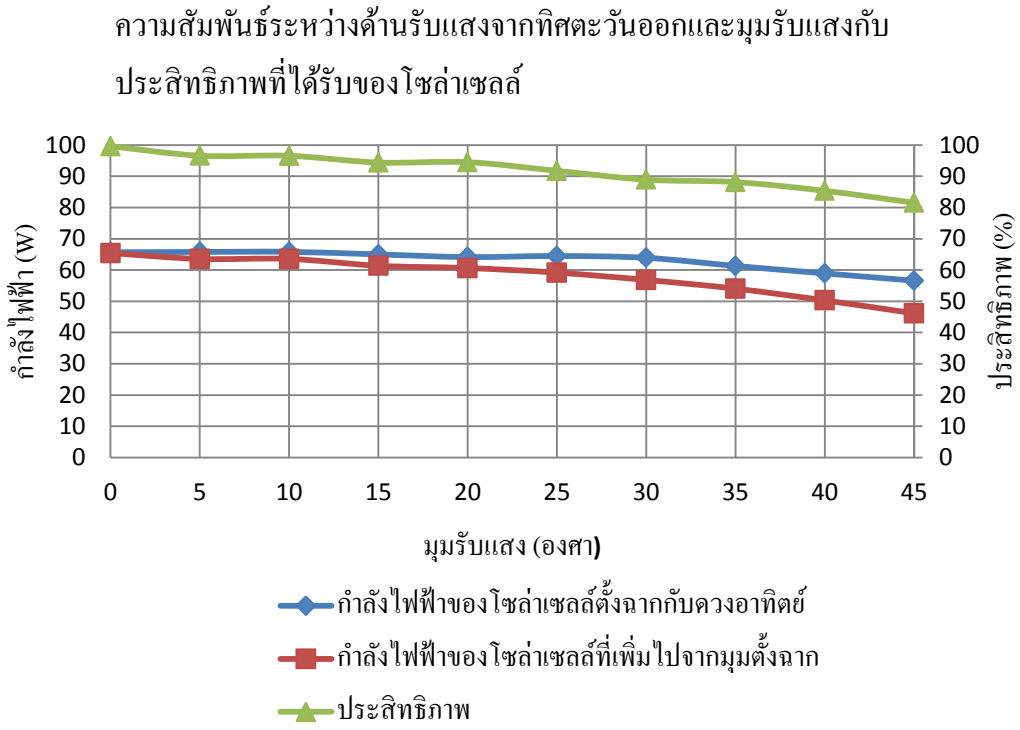
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันออกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์										
องศา	38	44	37	38	33	38	38	48	55	57
มุมรับแสง(องศา)	0	33	0	0	2	7	15	42	29	31
กำลังแสง(W/m^2)	510	472	502	514	509	512	474	426	355	346
กำลังไฟฟ้า (W)	65.68	65.79	65.83	64.99	64.15	64.49	63.91	61.31	58.92	56.59
โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก										
มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 5 (องศา)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
องศา(องศา)	38	44	37	38	36	40	43	50	55	57
มุมรับแสง(องศา)	0	28	10	15	22	18	15	7	11	14
กำลังแสง(W/m^2)	509	472	503	514	512	510	477	426	358	345
กำลังไฟฟ้า(W)	65.43	63.55	63.57	61.36	60.63	59.17	56.83	54.04	50.29	46.15
ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)	99.62	96.6	96.57	94.41	94.51	91.75	88.92	88.14	85.35	81.55

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออกนั้นมีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.3

นำค่าที่ได้จากจากตารางที่ 4.8 มาเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันออกและมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มีค่ากำลังไฟฟ้าลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ดังนั้นประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก ประสิทธิภาพที่ได้จะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้น ตามภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันออกและมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

แล้วทำการทดลองซ้ำ ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันออกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา โดยเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสง กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก โดยที่ค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์กับค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มาทำผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออกที่มุมรับแสงองศาต่างๆ

แล้วนำประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ10 องศา มาเปรียบเทียบกับ ประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริงโดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.9

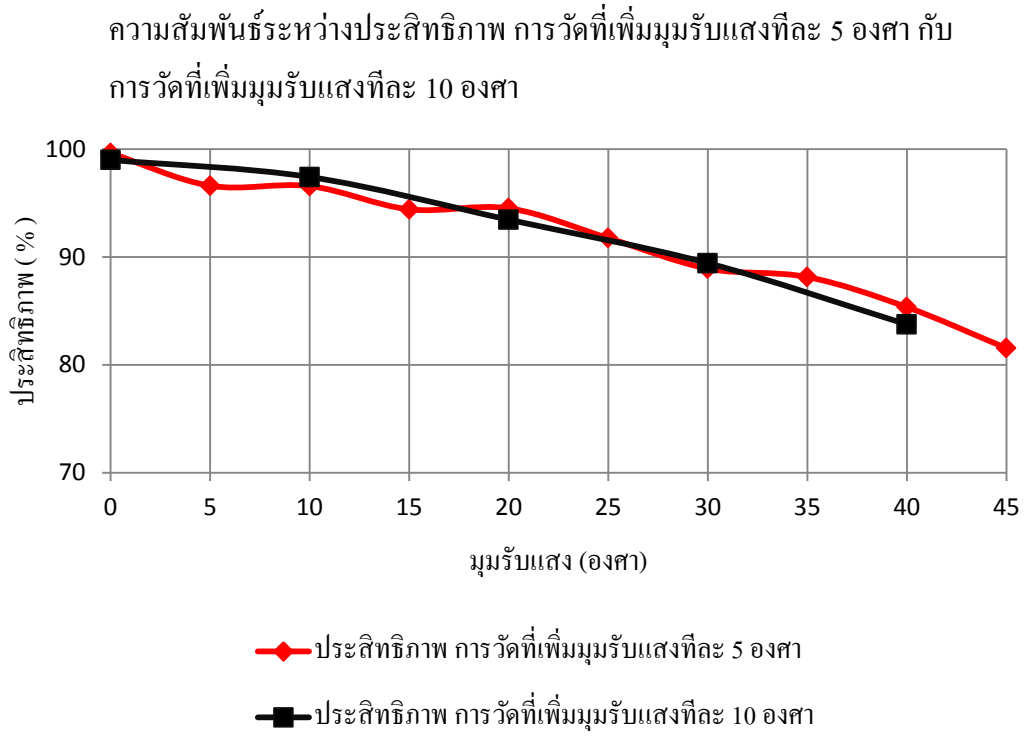
ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันออกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา

โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์					
องศา	38	37	36	38	55
มุมรับแสง (องศา)	0	0	2	15	29
กำลังแสง (W/m^2)	507	507	512	480	355
กำลังไฟฟ้า (W)	64.57	65.71	64.59	63.65	59.2
โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก					
มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 10 (องศา)	0	10	20	30	40
องศา	38	37	36	43	55
มุมรับแสง (องศา)	0	10	22	15	11
กำลังแสง (W/m^2)	506	505	510	479	357
กำลังไฟฟ้า (W)	63.92	64.01	60.36	56.92	49.58
ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)	98.99	97.41	93.45	89.43	83.75

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออกนั้นมีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 10 องศา

นำประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก ของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา จากตารางที่ 4.9 มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก ของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา จากตารางที่ 4.8 เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.7

ประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา นั้นประสิทธิภาพมีการลดลงใกล้เคียงกัน กับประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา ทุกจุด จึงเป็นการยืนยันว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง ตามภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา กับ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา ด้านรับแสงจากทิศตะวันออก

ทำการทดลอง ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันตกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา โดยเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสงกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก โดยที่ค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ กับค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากมาทำผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตกที่มุมรับแสงองศาต่างๆ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.10

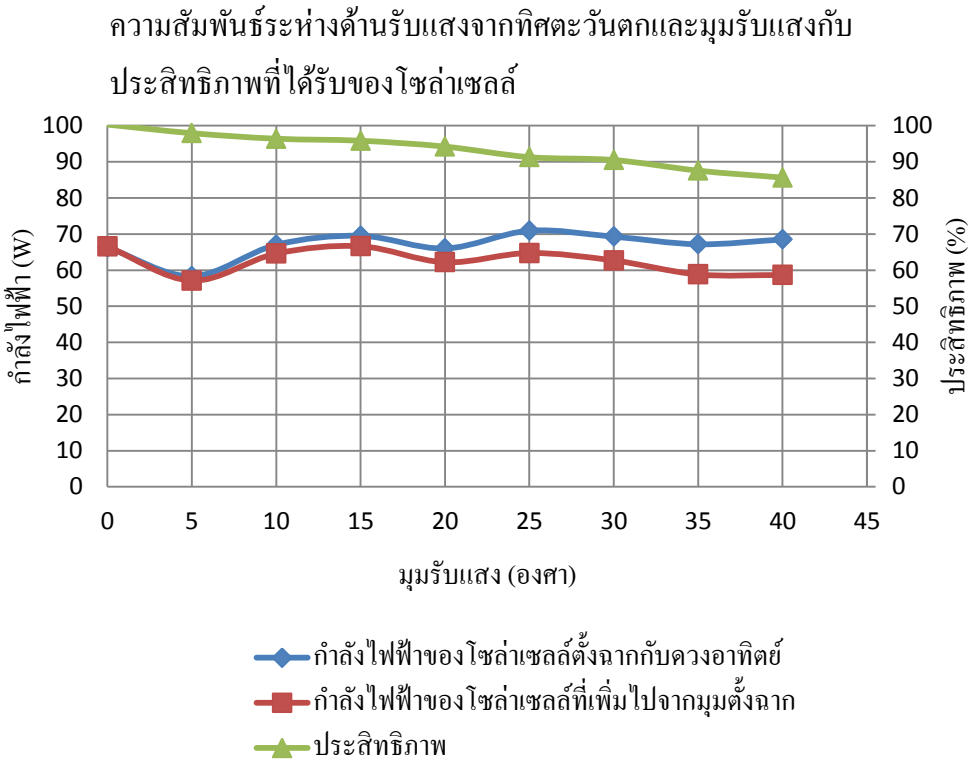
ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันตกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์									
องศา	37	50	34	36	36	36	34	36	42
มุมรับ (องศา)	17	42	5	10	8	9	14	18	20
กำลังแสง (W/m^2)	522	364	484	505	501	516	506	490	489
กำลังไฟฟ้า (W)	66.30	58.32	67.01	69.51	66	70.92	69.27	67.17	68.49
โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก									
มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 5(องศา)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
องศา(องศา)	37	50	34	35	36	36	34	36	42
มุมรับแสง(องศา)	17	37	5	5	12	16	16	17	20
กำลังแสง(W/m^2)	524	364	484	505	502	516	507	493	491
กำลังไฟฟ้า (W)	66.54	57.11	64.59	66.62	62.18	64.74	62.68	58.81	58.65
ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)	100.3	97.93	96.39	95.84	94.21	91.29	90.49	87.55	85.63

ประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตกนั้น มีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 3.4

นำค่าที่ได้จากจากตารางที่ 4.10 มาเขียนกราฟแสดงผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันตกและมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มีค่ากำลังไฟฟ้าลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 5 องศา ดังนั้นประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตก ประสิทธิภาพที่ได้จะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้น ตามภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันตกและมุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา

แล้วทำการทดลองซ้ำ ระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันตกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะเพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา โดยเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้า ของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และเก็บค่าองศา,มุมรับแสง,กำลังแสง,กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก โดยที่ค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ กับค่ากำลังแสงของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉากนั้น ± กันไม่เกิน 3 W/m^2 เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์และกำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก มาทำผลต่างเป็นเปอร์เซ็นต์ จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตกที่มุมรับแสงองศาต่างๆ

แล้วนำประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ10 องศา มาเปรียบเทียบกับ ประสิทธิภาพการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริงโดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.11

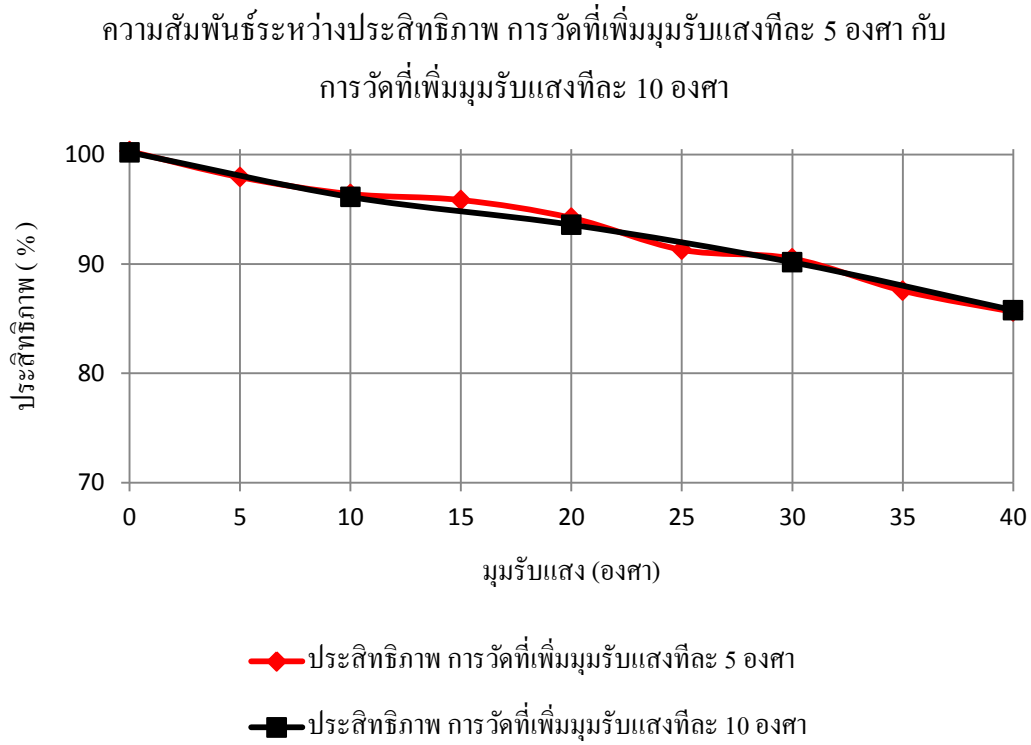
ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองระหว่างด้านรับแสงจากทิศตะวันตกและมุมรับแสงกับกำลังไฟฟ้าที่ได้รับของโซล่าเซลล์ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา

โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์					
องศา	34	36	36	34	42
มุมรับแสง(องศา)	0	3	8	14	20
กำลังแสง(W/m^2)	477	490	503	507	488
กำลังไฟฟ้า(W)	68.64	65.19	67.87	69.65	68.01
โซล่าเซลล์ที่เพิ่มไปจากมุมตั้งฉาก					
มุมรับแสงที่เพิ่มทีละ 10 (องศา)	0	10	20	30	40
องศา(องศา)	34	34	36	34	42
มุมรับแสง(องศา)	0	7	12	16	20
กำลังแสง(W/m^2)	479	487	503	507	490
กำลังไฟฟ้า (W)	68.81	62.66	63.51	62.79	58.33
ผลต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)	100.2	96.12	93.58	90.15	85.77

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตกนั้นมีประสิทธิภาพลดลง ตามมุมรับแสงที่เพิ่มขึ้นทีละ 10 องศา

นำประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตก ของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา จากตารางที่ 4.11 มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ด้านรับแสงจากทิศตะวันตก ของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา จากตารางที่ 4.10 เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.13

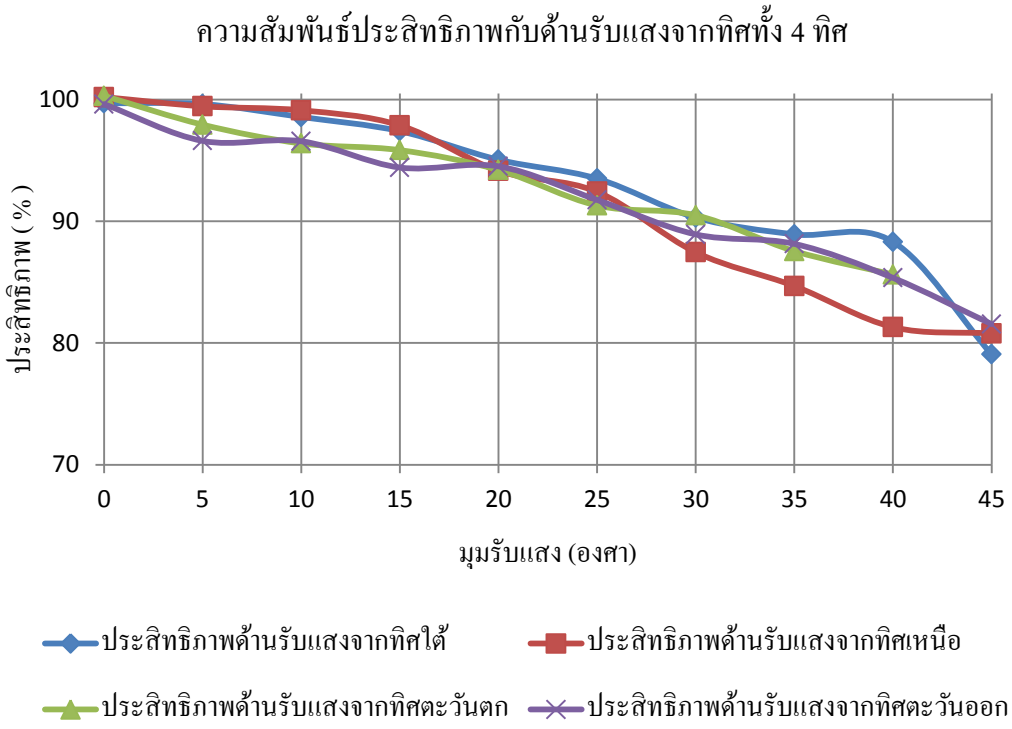
ประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา นั้นประสิทธิภาพมีการลดลงใกล้เคียงกัน กับประสิทธิภาพของการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา ทุกจุด จึงเป็นการยืนยันว่าประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ5 องศา นั้นสามารถใช้ได้จริง ตามภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา กับ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 10 องศา ด้านรับแสงจากทิศตะวันตก

จากการทดลอง การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา ในด้านรับแสงจากทิศทั้ง 4 ทิศ เป็นการหนีแนวตั้งฉากในระยะที่เท่าๆกันทำให้ผลประสิทธิภาพมีค่าเท่ากัน เมื่อนำเส้นประสิทธิภาพ ของด้านรับแสงจากทิศทั้ง 4 ทิศ มาเขียนรวมกัน จะมีค่าใกล้เคียงกัน และจะนำประสิทธิภาพ ของด้านรับแสงจากทิศทั้ง 4 ทิศ มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อที่จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับโปรแกรมในหัวข้อที่ 4.3

นำประสิทธิภาพ จากตารางที่ 4.4 , 4.6 , 4.8 และ 4.10มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ประสิทธิภาพกับด้านรับแสงจากทิศทั้ง 4 ทิศ โดยจะนำเสนอใน ภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ประสิทธิภาพกับด้านรับแสงจากทิศทั้ง 4 ทิศ การวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา หนีแนวตั้งฉากในระยะที่เท่าๆกัน

จากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพกับด้านรับแสงจากทิศทั้ง 4 ทิศ จากการทดลองการวัดที่เพิ่มมุมรับแสงทีละ 5 องศา ที่หนีแนวตั้งฉากในระยะที่เท่าๆกันนั้น ประสิทธิภาพทุกจุดมีการลดลงที่ใกล้เคียงกัน

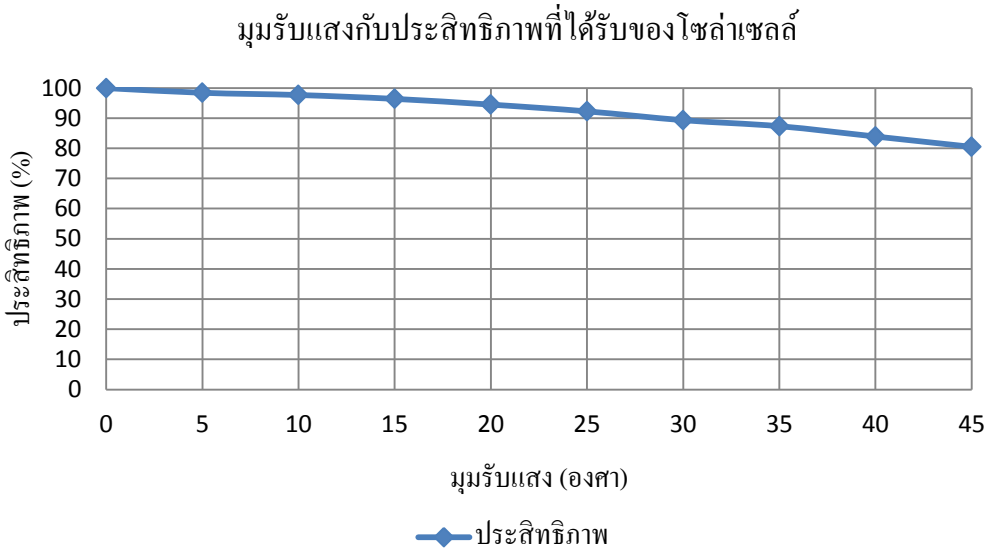
นำประสิทธิภาพ จากตารางที่ 4.4 , 4.6 , 4.8 และ 4.10 ของด้านรับแสงจากทิศทั้ง 4 ทิศ มาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าเฉลี่ยจากประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศต่างๆ โดยจะนำเสนอใน ตารางที่ 4.12

ค่าเฉลี่ยจากประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศต่างๆ จะถูกนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับโปรแกรมในหัวข้อที่ 4.3 ตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยจากประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศต่างๆ

มุมรับแสง (องศา)	ประสิทธิภาพทิศใต้	ประสิทธิภาพทิศเหนือ	ประสิทธิภาพทิศตะวันออก	ประสิทธิภาพทิศตะวันตก	ค่าเฉลี่ย
0	99.69 %	100.2 %	99.62 %	100.3 %	99.95 %
5	99.62 %	99.44 %	96.6 %	97.93 %	98.4 %
10	98.56 %	99.11 %	96.57 %	96.39 %	97.66 %
15	97.4 %	97.88 %	94.41 %	95.84 %	96.38 %
20	95.05 %	94.14 %	94.51 %	94.21 %	94.48 %
25	93.5 %	92.42 %	91.75 %	91.29 %	92.24 %
30	90.36 %	87.45 %	88.92 %	90.49 %	89.31 %
35	88.92 %	84.68 %	88.14 %	87.55 %	87.32 %
40	83.31 %	81.3 %	85.35 %	85.63 %	83.9 %
45	79.07 %	80.78 %	81.55 %		80.47 %

นำค่าเฉลี่ยจากประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศต่างๆ จากจากตารางที่ 4.12 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ มุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้รับของโซล่าเซลล์ โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์มุมรับแสงกับประสิทธิภาพที่ได้ของโซล่าเซลล์ จากการนำประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศต่างๆ มาเฉลี่ย

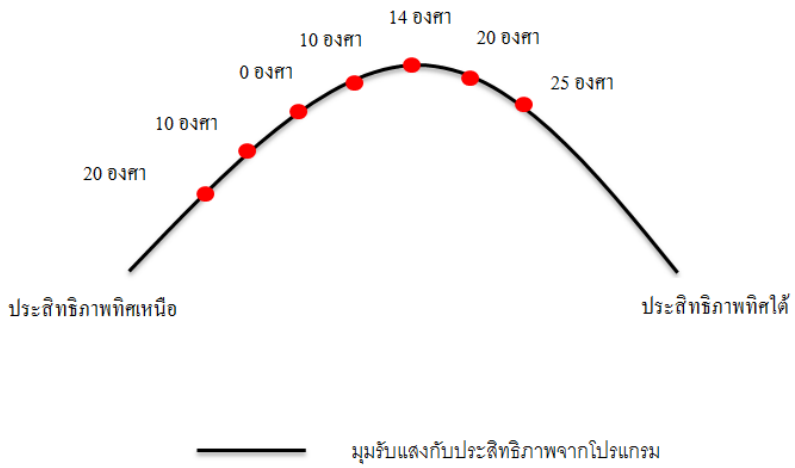
จากภาพที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพที่ได้นั้นมีการลดลง เมื่อเพิ่มมุมการรับแสง และยิ่งเพิ่มมุมการรับแสงเพิ่มมากขึ้นเท่าไหร่ ประสิทธิภาพจะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง

4.3 การเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรม

ในหัวข้อนี้จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรม เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมนั้นสามารถใช้ได้จริง

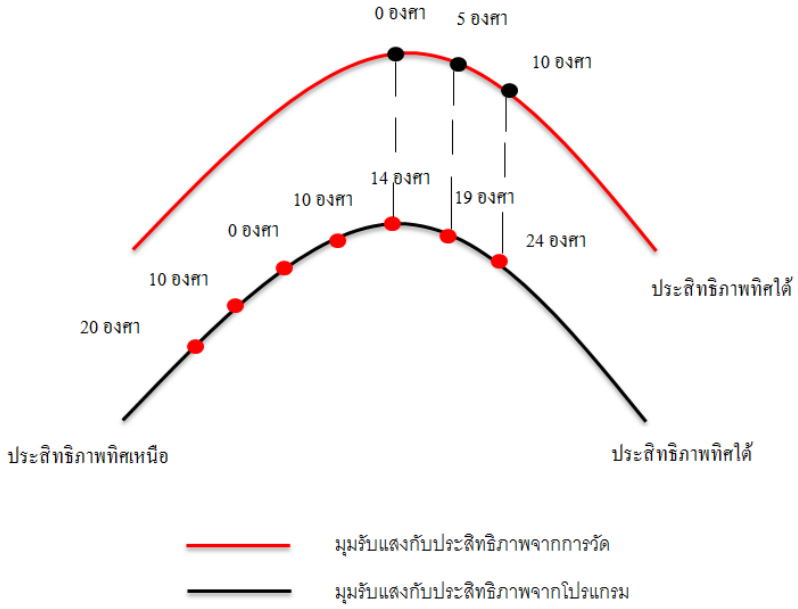
4.3.1 ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้

การคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้นั้น โปรแกรมจะเริ่มที่มุมรับแสง 0 องศา ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสงขึ้นไปจนถึง มุมรับแสงที่ 14 องศา จะได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด และถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสงขึ้นไปอีก จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง ตามเส้นประสิทธิภาพของทางทิศใต้ ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 มุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้

ในการทดลองวัดจริงนั้น ไม่สามารถหามุมรับแสงที่ 0 องศาของโปรแกรมได้ จึงทำการปรับโซล่าเซลล์ให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ การที่โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์นั้น จะสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด ดังนั้น มุมรับแสง 0 องศาของการวัด เปรียบเสมือน มุมรับแสงที่ 14 องศา จากโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ มุมรับแสง 5 องศาของการวัด เปรียบเสมือน มุมรับแสงที่ 19 องศา จากโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ และมุมรับแสงที่ 10 องศาของการวัด เปรียบเสมือน มุมรับแสงที่ 24 องศา จากโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 มุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการวัดเปรียบเทียบกับมุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้

ทำการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรม โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.13

ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองนั้น ประสิทธิภาพมีการลดลง ใกล้เคียงกันกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรม ตามตารางที่ 4.13

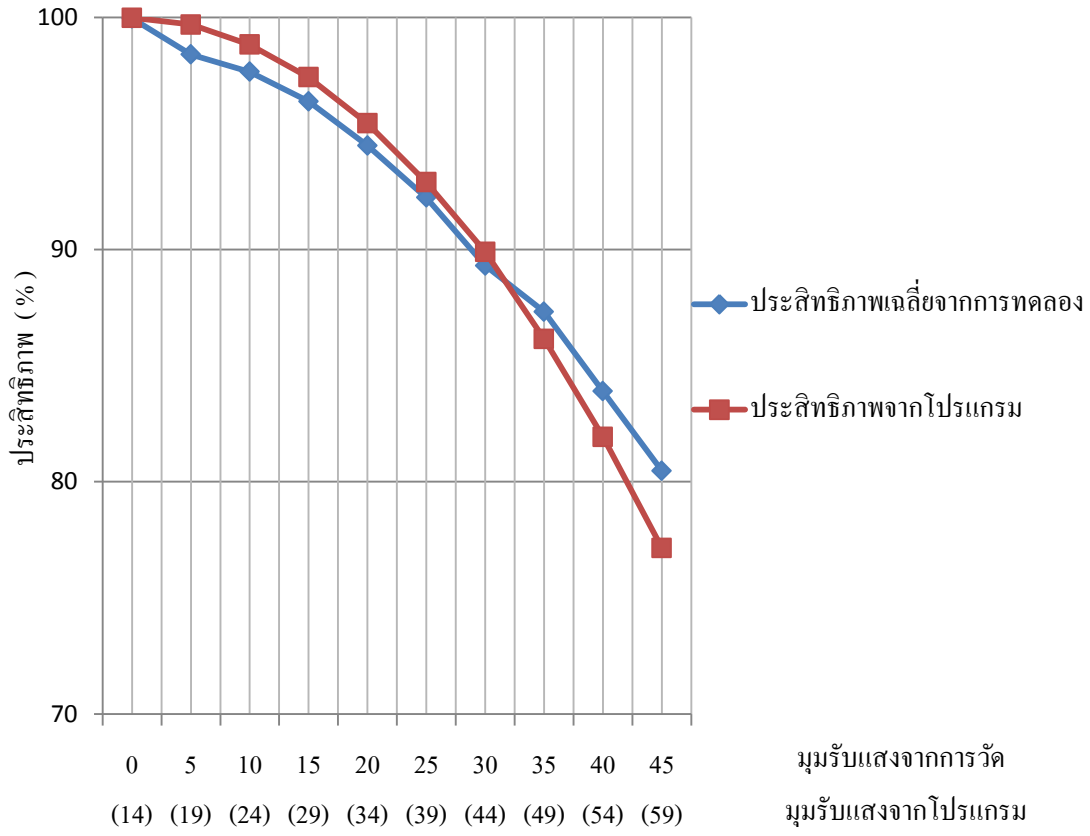
ตารางที่ 4.13 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้

มุมรับแสงจากการวัด (องศา)	ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลอง (%)	มุมรับแสงจากโปรแกรม (องศา)	ประสิทธิภาพจากโปรแกรม (%)
0	99.95	14	99.98
5	98.4	19	99.69
10	97.66	24	98.83
15	96.38	29	97.42
20	94.48	34	95.44
25	92.24	39	92.9
30	89.31	44	89.9
35	87.32	49	86.15
40	83.9	54	81.93
45	80.47	59	77.15

นำค่าที่ได้จากจากตารางที่ 4.13 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมนั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.15

ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองนั้น ประสิทธิภาพมีการลดลง ไปในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ ตามภาพที่ 4.15

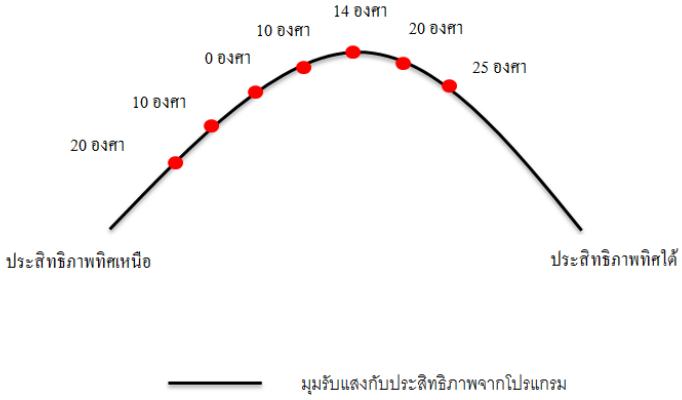
ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้



ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้

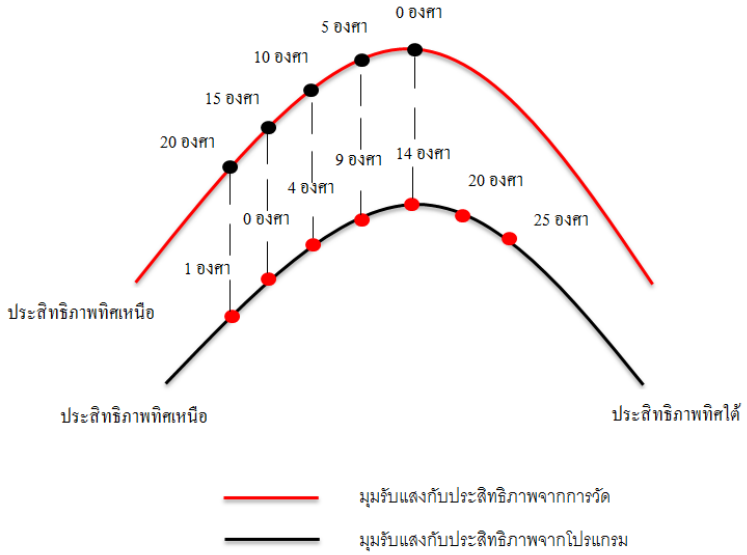
4.3.2 ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

การคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือนั้น โปรแกรมจะเริ่มที่มุมรับแสง 0 องศา ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสง จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง และประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อมุมรับแสงเพิ่มขึ้น ตามเส้นประสิทธิภาพของทางทิศเหนือ ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 มุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

ในการทดลองวัดจริงนั้น ไม่สามารถหามุมรับแสงที่ 0 องศาของโปรแกรมได้ จึงทำการปรับโซล่าเซลล์ให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ การที่โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์นั้น จะสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด ดังนั้น มุมรับแสง 0 องศาของการวัด เปรียบเสมือน มุมรับแสงที่ 14 องศา จากโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ มุมรับแสง 5 องศาของการวัด เปรียบเสมือน มุมรับแสงที่ 9 องศา จากโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ เมื่อถึงมุมรับแสงที่ 20 องศาของการวัด เปรียบเสมือน มุมรับแสงที่ 1 องศา จากโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ ดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 มุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการวัดเปรียบเทียบกับมุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

ทำการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.14

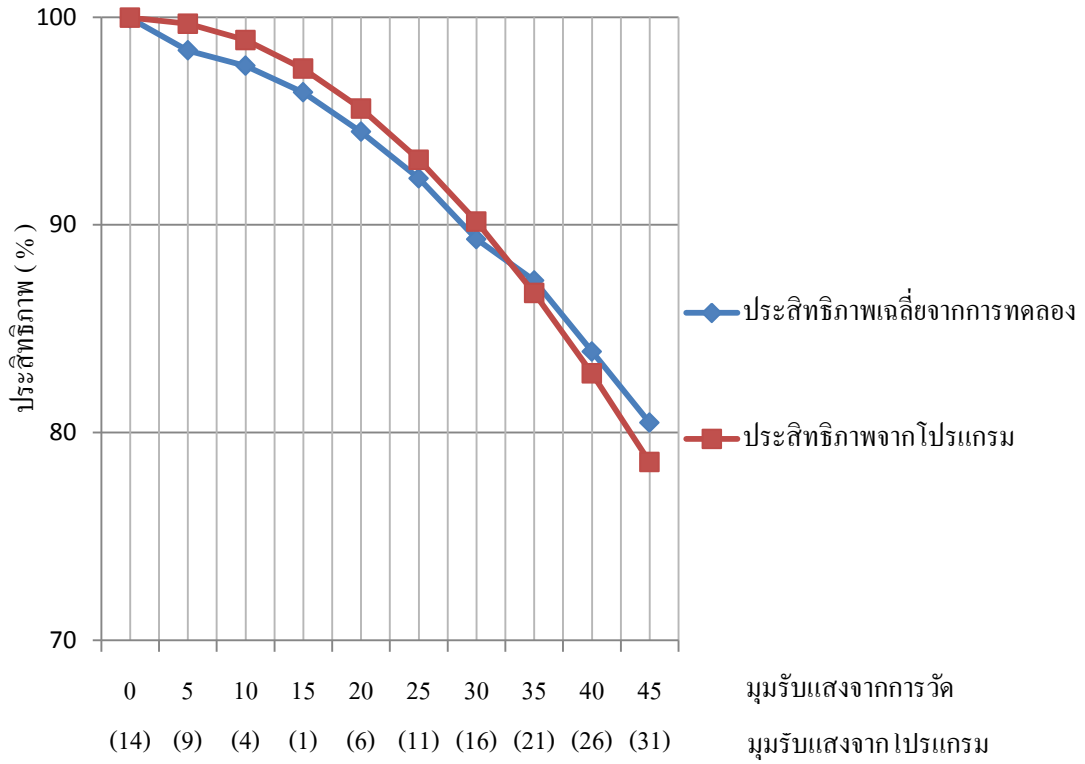
ตารางที่ 4.14 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

มุมรับแสงจากการวัด (องศา)	ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลอง (%)	มุมรับแสงจากโปรแกรม (องศา)	ประสิทธิภาพจากโปรแกรม (%)
0	99.95	14	99.98
5	98.4	9	99.69
10	97.66	4	98.9
15	96.38	1	97.52
20	94.48	6	95.6
25	92.24	11	93.13
30	89.31	16	90.16
35	87.32	21	86.72
40	83.9	26	82.84
45	80.47	31	78.57

จากตารางที่ 4.14 ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองนั้น ประสิทธิภาพมีการลดลง ใกล้เคียงกันกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

นำค่าที่ได้จากจากตารางที่ 4.14 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมนั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.18

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

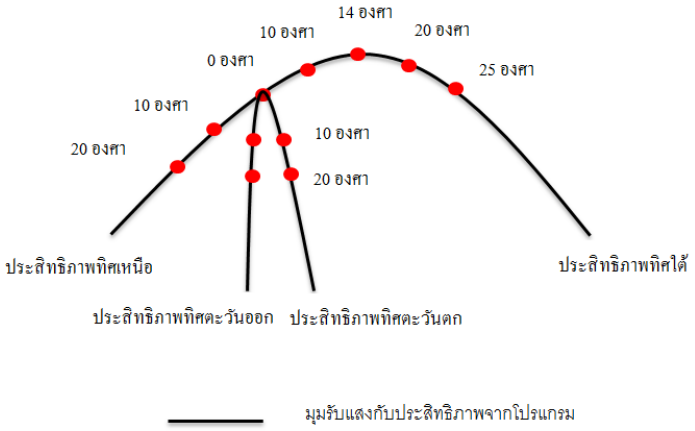


ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

จากภาพที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองนั้น ประสิทธิภาพมีการลดลง ไปในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศเหนือ

4.3.3 ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก

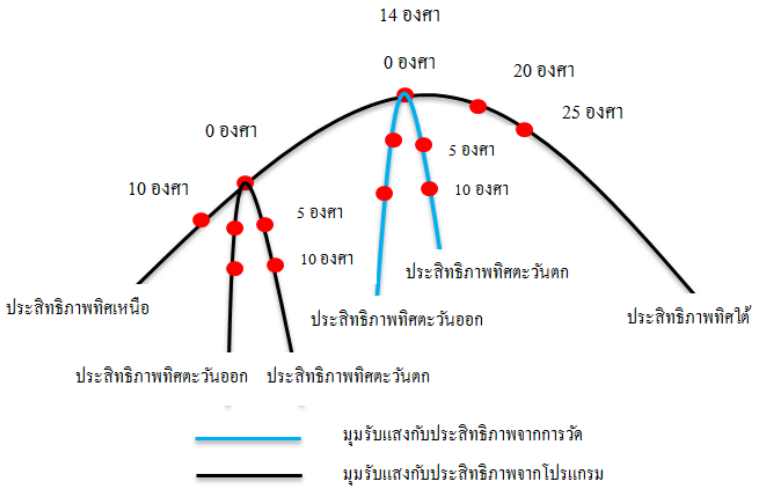
การคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตกนั้น โปรแกรมจะเริ่มที่มุมรับแสง 0 องศา ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสง จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง ประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อมุมรับแสงเพิ่มขึ้น ตามเส้นประสิทธิภาพของทางทิศตะวันออก – ตก ดังภาพที่ 4.19



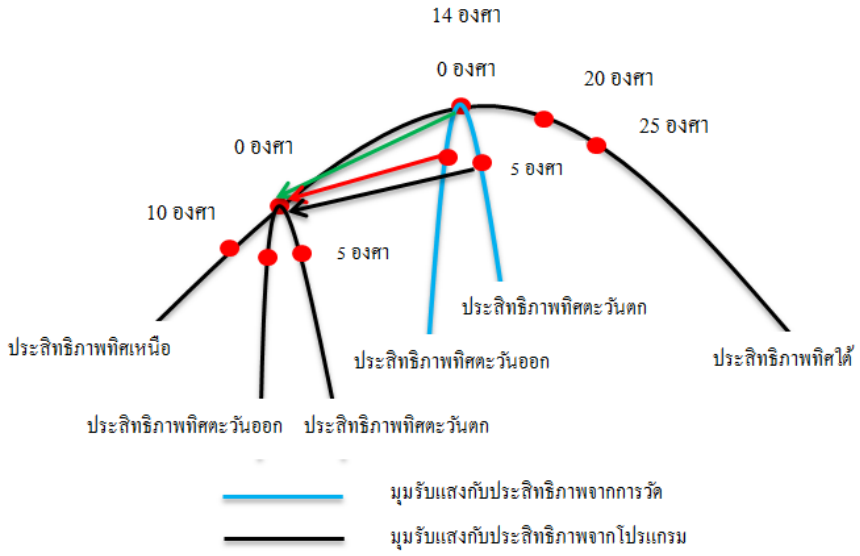
ภาพที่ 4.19 มุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตก

ในการทดลองวัดจริงนั้น ไม่สามารถหามุมรับแสงที่ 0 องศาของโปรแกรมได้ จึงทำการปรับโซล่าเซลล์ให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ การที่โซล่าเซลล์ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์นั้น จะสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด ดังนั้น มุมรับแสง 0 องศาของการวัด เปรียบเสมือน มุมรับแสงที่ 14 องศาจากโปรแกรมในมุมมองของทิศใต้ มุมรับแสง 5 องศาของการวัด เป็นมุมรับแสง 5 องศาของการวัดลงมาจาก ที่จุดมุมรับแสง 14 องศา และมุมรับแสง 10 องศาของการวัด เป็นมุมรับแสง 10 องศาของการวัด ลงมาจาก ที่จุดมุมรับแสง 14 องศา ซึ่งไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับโปรแกรมได้ เพราะมุมรับแสง 5 องศาและมุมรับแสง 10 องศา ของโปรแกรมนั้น ลงมาจากที่จุดมุมรับแสง 0 องศา ตามภาพที่ 4.20

ถ้าต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการวัดที่จุดมุมรับแสง 14 องศา กับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก จะต้องนำประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลอง ที่มุมรับแสงทุกองศา มาคูณกับประสิทธิภาพของด้านรับแสงจากทิศเหนือที่มุมรับแสง 0 องศา หรือ ประสิทธิภาพของด้านรับแสงจากทิศใต้ ที่มุมรับแสง 0 (ในที่นี้ขอเลือกประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศเหนือที่มุม 0 องศา) ตามภาพที่ 4.21 ถึงจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการวัดกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตกได้



ภาพที่ 4.20 มุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการวัดเปรียบเทียบกับมุมรับแสงกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก



ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลอง ที่มุมรับแสงทุกองศา คูณกับประสิทธิภาพของด้านรับแสงจากทิศเหนือ ที่มุมรับแสง 0 องศา

แสดงการคำนวณประสิทธิภาพของโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก โดยนำสมการที่ 3.3 ซึ่งเป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ด้านรับแสงทิศตะวันออก – ตะวันตก มาทำการคำนวณโดยเปลี่ยนมุมรับแสงเพิ่มทีละ 5 องศา ตามตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก จากการคำนวณโดยเปลี่ยนมุมรับแสงเพิ่มทีละ 5 องศา

มุมรับแสง (องศา)	ประสิทธิภาพของด้านรับแสงตะวันออก – ตะวันตก (%)
0	100.01
5	99.71
10	98.97
15	97.85
20	96.39
25	94.66
30	92.70
35	90.56
40	88.30
45	85.97

จากตารางที่ 4.15 จะได้ประสิทธิภาพของด้านรับแสงทิศตะวันออก – ตะวันตก คำนวณโดยเปลี่ยนมุมรับแสงเพิ่มทีละ 5 องศา จะเห็นได้ว่า ถ้าทำการเพิ่มมุมรับแสง ประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง และประสิทธิภาพจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อมุมรับแสงเพิ่มขึ้น

แล้วนำประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศตะวันออก – ตะวันตก จากการคำนวณ ที่มุมรับแสงทุกองศา จากตารางที่ 4.15 คูณกับสมการที่ 3.2 ประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศเหนือ หรือสมการที่ 3.1 ประสิทธิภาพด้านรับแสงจากทิศใต้ ที่มุมรับแสง 0 องศาเท่านั้น จึงจะได้ประสิทธิภาพของโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.16 (ในที่นี้ขอเลือกประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศเหนือที่มุม 0 องศา)

ตารางที่ 4.16 การคำนวณประสิทธิภาพของโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก

ประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศเหนือที่มุม 0 องศา (%)	ประสิทธิภาพของทิศตะวันออก – ตะวันตก (%)	ประสิทธิภาพของโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก (%)
97.83	100.01	97.84
97.83	99.71	97.55
97.83	98.97	96.82
97.83	97.85	95.73
97.83	96.39	94.30
97.83	94.66	92.60
97.83	92.70	90.68
97.83	90.56	88.59
97.83	88.30	86.38
97.83	85.97	84.10

จากตารางที่ 4.16 จะได้ประสิทธิภาพของโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก

แสดงการคำนวณประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 14 องศา ให้มาอยู่ที่จุดมุมรับแสง 0 องศา เพื่อนำไปเทียบกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก โดยนำประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 14 องศา มุมรับแสงทุกองศา มาคูณกับประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศเหนือที่มุม 0 องศา โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 การคำนวณประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 14 องศา ให้มาอยู่ที่จุดมุมรับแสง 0 องศา

ประสิทธิภาพด้านรับแสงทิศเหนือที่มุม 0 องศา (%)	ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลอง (%)	ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา (%)
97.83	99.54	97.38
97.83	98.4	96.26
97.83	97.66	95.54
97.83	96.38	94.29
97.83	94.48	92.43
97.83	92.24	90.24
97.83	89.31	87.37
97.83	87.32	85.43
97.83	83.9	82.08
97.83	80.47	78.72

จากตารางที่ 4.17 จะได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา

นำประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา จากตารางที่ 4.17 มาทำการเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก จากตารางที่ 4.18 โดยจะนำเสนอในตารางที่ 4.18

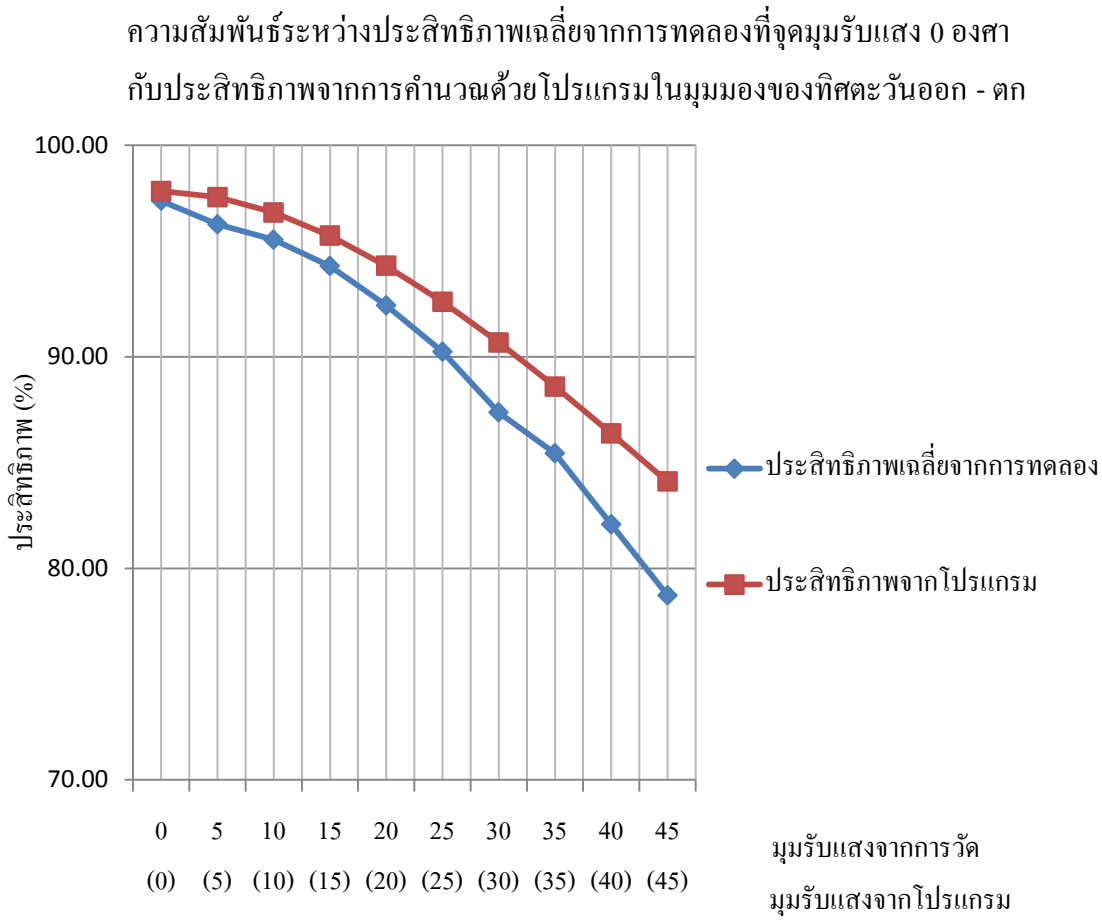
ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา นั้น ประสิทธิภาพมีการลดลงใกล้เคียงกันกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก ตามตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา กับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก

มุมรับแสงการวัด (องศา)	ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา (%)	มุมรับแสงจากโปรแกรม (องศา)	ประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมทิศตะวันออก – ตะวันตก (%)
0	97.38	0	97.84
5	96.26	5	97.55
10	95.54	10	96.82
15	94.29	15	95.73
20	92.43	20	94.3
25	90.24	25	92.6
30	87.37	30	90.68
35	85.43	35	88.59
40	82.08	40	86.38
45	78.72	45	84.1

นำค่าที่ได้จากจากตารางที่ 4.18 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา กับประสิทธิภาพของโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตกเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมนั้นสามารถใช้ได้จริง โดยจะนำเสนอในภาพที่ 4.22

ประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศานั้น ประสิทธิภาพมีการลดลง ไปในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรม ตามภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเฉลี่ยจากการทดลองที่จุดมุมรับแสง 0 องศา กับประสิทธิภาพจากการคำนวณด้วยโปรแกรมในมุมมองของทิศตะวันออก – ตะวันตก

4.4 การประยุกต์ใช้กับหลังคาจริง

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงการนำโปรแกรมคำนวณพลังงานที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ไปใช้คำนวณกับหลังคาจริง เพื่อประเมินพลังงานที่จะได้ จากการติดตั้งโซล่าเซลล์ โดยได้นำโปรแกรมคำนวณพลังงานที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ไปใช้กับด้านรับแสงและมุมรับแสง ของหลังคาแบบปั้นหยาและหลังคาแบบเพิงหมาแหงน

สถานที่หมู่บ้านวรินทร อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี โดยสมมุติความต้องการใช้กำลังงานไฟฟ้าของบ้านหลังนี้ที่ 500 W

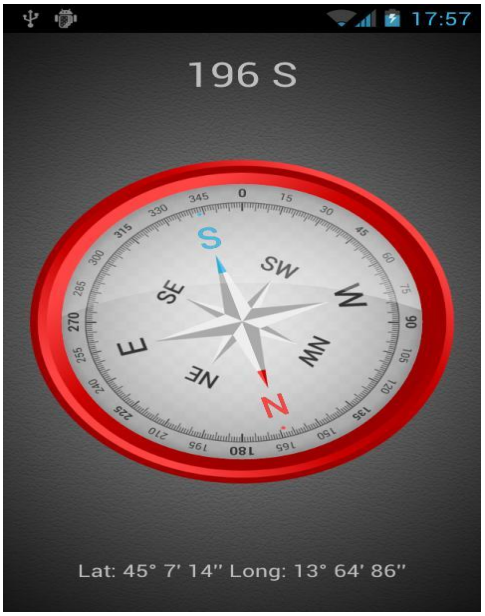
ภาพที่ 4.23 หลังคาทรงปั้นหยาบ้านที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ดูหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์ว่าเป็นแบบใดในตัวอย่างเป็นหลังคาแบบปั้นหยา ดังภาพที่ 4.24 ก. และทำการวัดมุมอะซิมุทของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์ ดังภาพที่ 4.24 ข. โดยมุมองศาของด้านรับแสงจะแสดงเป็นตัวเลขบนแอพพลิเคชั่นเข็มทิศ มุมอะซิมุทของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์นั้นอยู่ที่ 196 องศา ดังภาพที่ 4.24 ค.

ก. ภาพหลังคาที่ต้องการวัดมุมอะซิมุท

ข. จำลองการวิธีการวัดมุมอะซิมุทของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์ [12]

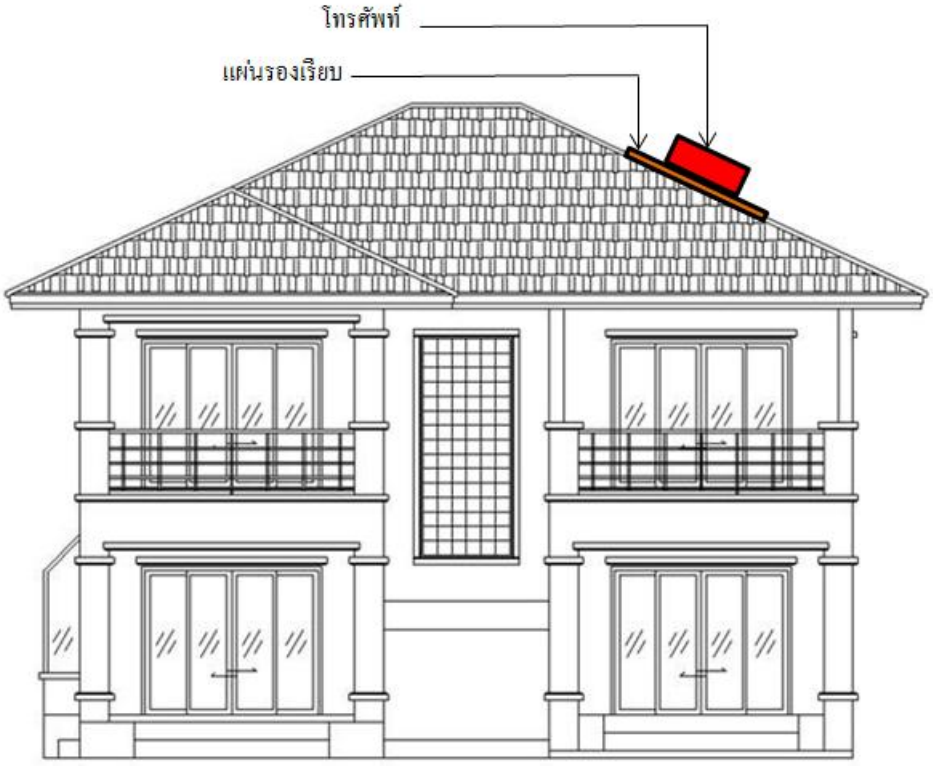


ค. มุมอะซิมุทของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์ บนแอพพลิเคชั่นเข็มทิศ

ภาพที่ 4.24 การวัดมุมอะซิมุทของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์

2.ทำการวัดมุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์โดยใช้แอพพลิเคชั่น Angle Meter มุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์นั้นอยู่ที่ 33 องศา ดังภาพที่ 4.25 ก. โดย ภาพที่ 4.25 ข. เป็นการจำลองวิธีการวัดมุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์

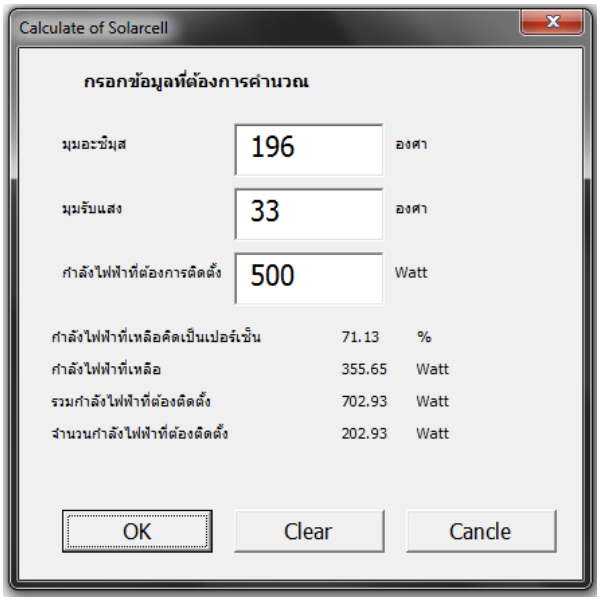
ก. วัดมุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์โดยใช้แอพพลิเคชั่น Angle Meter



ข.จำลองการวิธีการวัดมุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์

ภาพที่ 4.25 การวัดมุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์

3. เมื่อได้องศามุมอะซิมุทและมุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์แล้ว นำข้อมูลป้อนลงโปรแกรมคำนวณพลังงานที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ดังภาพที่ 4.26



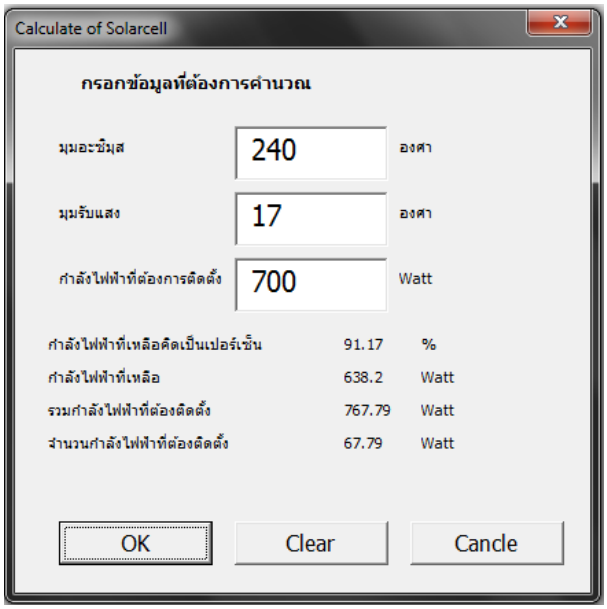
ภาพที่ 4.26 ป้อนข้อมูลลงโปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์

หลังจากที่ทำการป้อนข้อมูล กำลังไฟฟ้า 500 W มุมอะซิมุท 196 องศา และมุมรับแสง 33 องศา ลงสู่โปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ตามภาพที่ 4.26 จะเห็นได้ว่า จะทำให้ทราบ กำลังไฟฟ้าที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้าที่เหลือ รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง และจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง

บ้านแบบหลังคาเพิงหมาแหงน ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์ที่มุมอะซิมุท 240 องศา มุมรับแสงที่ 17 องศา สมมุติความต้องการใช้กำลังงานไฟฟ้าของบ้านหลังนี้ 700 W

ภาพที่ 4.27 บ้านหลังคาแบบเพลิงหมาแหงน [13]

เมื่อได้องศามุมอะซิมุทและมุมรับแสงของหลังคาที่ต้องการติดตั้งโซล่าเซลล์แล้ว นำข้อมูลป้อนลงโปรแกรมคำนวณพลังงานที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 ป้อนข้อมูลลงโปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์

หลังจากที่ทำการป้อนข้อมูล กำลังไฟฟ้า 700 W มุมอะซิมุท 240 องศา และมุมรับแสง 17 องศา ลงสู่โปรแกรมคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ต้องชดเชยของโซล่าเซลล์ ตามภาพที่ 4.28 จะเห็นได้ว่า จะทำให้ทราบ กำลังไฟฟ้าที่เหลือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้าที่เหลือ รวมกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง และจำนวนกำลังไฟฟ้าที่ต้องติดตั้ง