

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การสร้างเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพาเพื่อวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์นั้นต้องทดสอบผลกระทบที่มีต่อสัญญาณเอาต์พุตนอกเหนือจากความเข้มแสงอาทิตย์ ได้แก่ อุณหภูมิ มุมโคซายน์ หลังจากนั้นปรับปรุงให้ผลกระทบนั้นลดลงจึงจะสามารถนำเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ไปใช้ทดสอบภาคสนามได้ มีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

ผลทดสอบผลของอุณหภูมิที่มีต่อสัญญาณเอาต์พุตเบื้องต้น

หลังจากทำการวางเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพาที่โปรแกรมให้เครื่องตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิรวมถึงแรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวต้านทาน 100 โอห์ม ทุกๆ 1 วินาที ทดสอบรับแสงจากหลอดฮาโลเจน โดยปรับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมให้อุณหภูมิของโมดูลโซลาร์เซลล์มี ค่าประมาณ 25 องศาเซลเซียสโดยยังไม่เปิดหลอดฮาโลเจน โดยนำไพรานอมิเตอร์ CM11 มาวางให้ใกล้กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพาให้มากที่สุด แล้วเปิดหลอดฮาโลเจน ปรับระดับความสูงให้ไพรานอมิเตอร์วัดความเข้มแสงได้คงที่ ประมาณ 1000 W/m^2 ผลของการวัดแรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวต้านทาน 100 โอห์ม เมื่ออุณหภูมิของโมดูลโซลาร์เซลล์ เพิ่มขึ้นจาก 25 - 55 องศาเซลเซียส ได้ผลดังตารางที่ 4

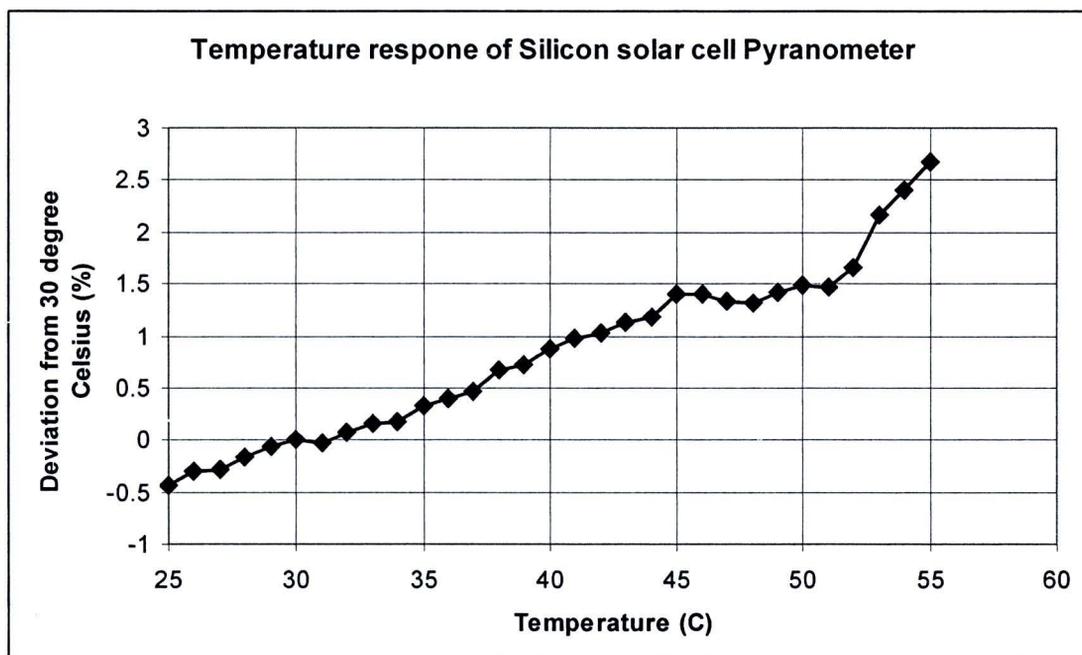
ตาราง 4 ผลการทดสอบผลของอุณหภูมิที่มีต่อเอาต์พุต

Temperature (C)	Output (mV)	Deviation from 30 C (%)
25	740.01	-0.436
26	740.98	-0.305
27	741.13	-0.285
28	741.98	-0.172
29	742.73	-0.070
30	743.25	0.000
31	743.01	-0.032

ตาราง 4 (ต่อ)

Temperature (C)	Output (mV)	Deviation from 30 C (%)
32	743.82	0.077
33	744.46	0.163
34	744.59	0.180
35	745.69	0.328
36	746.19	0.395
37	746.66	0.459
38	748.17	0.662
39	748.57	0.716
40	749.73	0.871
41	750.48	0.973
43	751.69	1.135
44	752.07	1.187
45	753.63	1.396
46	753.70	1.406
47	753.17	1.335
48	753.08	1.322
50	754.25	1.480
51	754.17	1.469
52	755.54	1.653
53	759.34	2.164
54	761.18	2.413
55	763.14	2.676





ภาพ 46 ผลการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต (%) เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปเทียบกับที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

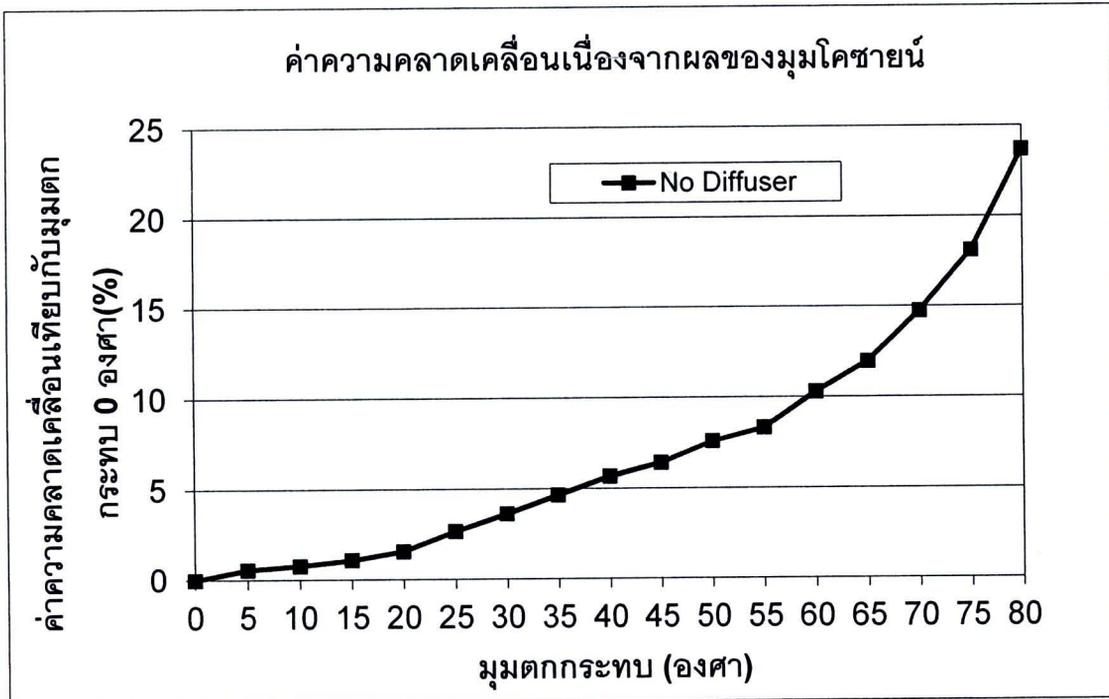
จากการทดสอบได้ผลดังแสดงในภาพ 46 จะเห็นได้ว่าเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่ทำการทดสอบให้สัญญาณเอาต์พุตเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสมีค่าของสัญญาณเอาต์พุตต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสประมาณ 0.5% และที่ 35 องศาเซลเซียสมีระดับสัญญาณสูงกว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสประมาณ 0.5% และจะมีขนาดของสัญญาณเอาต์พุตสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยแล้วมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณ 0.1% ต่อองศาเซลเซียส ซึ่งการใช้งานในสภาพแวดล้อมเมืองไทยโดยเฉลี่ยแล้วช่วงกลางวันจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส [2] ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าผลคลาดเคลื่อนของการวัดอันเนื่องมาจากอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง $\pm 0.5\%$ องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก(WMO) กำหนดความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากผลของอุณหภูมิไพรานอมีเตอร์ระดับชั้น 2 ไว้ไม่เกิน $\pm 5\%$ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพา ได้มาตรฐานในด้านความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากผลของอุณหภูมิ ตามข้อกำหนดมาตรฐานของ WMO

ผลทดสอบผลของมุมโคซายน์ที่มีต่อสัญญาณเอาต์พุตเบื้องต้น

การทดสอบผลของมุมโคซายน์ โดยทดสอบรับแสงจากหลอดฮาโลเจน ติดตั้งโมดูลโซลาร์เซลล์ไว้บนชุดอุปกรณ์ปรับมุมตกกระทบของแสง แล้วเปิดหลอดฮาโลเจน ปรับระดับความสูงให้ไพรมานอิมิตเตอร์ CM11 วัดความเข้มแสงให้คงที่ 600 W/m^2 แล้วบันทึกสัญญาณจากเอาต์พุตของโมดูลโซลาร์เซลล์ ทุกๆ 1 วินาที โดยปรับมุมตกกระทบให้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ครั้งละ 5 องศา จนถึง 80 องศา และบันทึกเมื่ออุณหภูมิของเซ็นเซอร์คงที่ $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 5

ตาราง 5 ข้อมูลการทดสอบผลของโคซายน์ที่มีต่อเอาต์พุตของโมดูลโซลาร์เซลล์
ค่าความคลาดเคลื่อนเทียบกับมุมตกกระทบ 0 องศา

Angle	Module Solar cell		
	Output (V)	Error (V)	Error (%)
0	2.1523	0.0000	0.0000
5	2.1401	-0.0122	0.5668
10	2.1356	-0.0167	0.7759
15	2.1289	-0.0234	1.0872
20	2.1186	-0.0337	1.5658
25	2.0951	-0.0572	2.6576
30	2.0743	-0.0780	3.6240
35	2.0521	-0.1002	4.6555
40	2.0298	-0.1225	5.6916
45	2.0141	-0.1382	6.4210
50	1.9887	-0.1636	7.6012
55	1.9730	-0.1793	8.3306
60	1.9307	-0.2216	10.2960
65	1.8945	-0.2578	11.9779
70	1.8351	-0.3172	14.7377
75	1.7626	-0.3897	18.1062
80	1.6423	-0.5100	23.6956

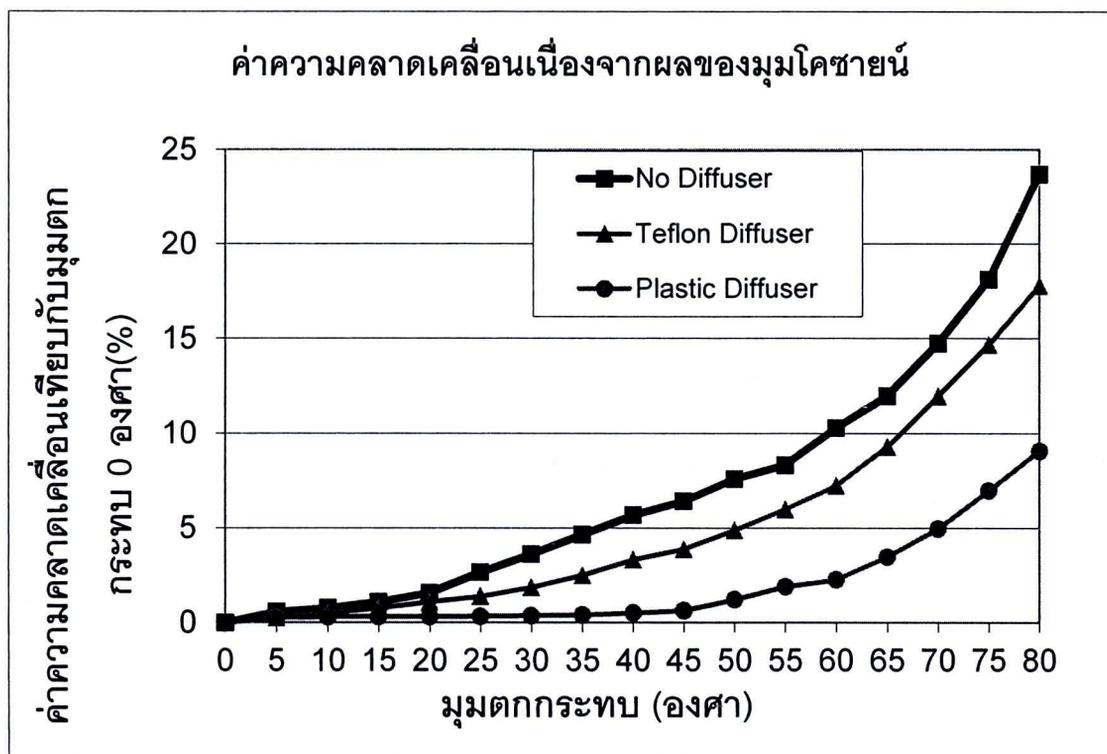


ภาพ 47 ผลการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตเมื่อมุมตกกระทบเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาผลของมุมโคชาयน์จากตารางที่ 5 แล้วพบว่าอัตราการตอบสนองต่อรังสีตรงจะลดลงอย่างต่อเนื่องโดยตลอด เมื่อมุมตกกระทบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากภาพที่ 47 ที่มุมตกกระทบ 80 องศา มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผลของมุมโคชาयน์ประมาณ -23% ซึ่งสูงกว่าข้อกำหนดของ WMO ที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน $\pm 15\%$ ดังนั้นจากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติโมดูลโซลาร์เซลล์ ด้านการตอบสนองมุมโคชาयน์จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุง การแก้ไขปรับปรุงผู้วิจัยเลือกใช้วิธีนำตัวกระจายแสงปิดทับโมดูลโซลาร์เซลล์ ในงานวิจัยนี้เลือกตัวกระจายแสง 2 แบบคือ ตัวกระจายแสงที่ทำจากเทพลอน และตัวกระจายแสงที่ทำจากพลาสติกผลการทดสอบผลของมุมโคชาयน์หลังการปรับปรุง ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ข้อมูลการทดสอบผลของโคชายน์ที่มีต่อเอาต์พุตที่มีตัวกระจายแสง

Angel	Module			Teflon Diffuser			Plastic Diffuser		
	Output (V)	Error (V)	Error (%)	Output (V)	Error (V)	Error (%)	Output (V)	Error (V)	Error (%)
0	2.152	0.000	0.00	1.885	0.000	0.00	1.815	-0.000	0.00
5	2.140	-0.012	0.56	1.880	-0.005	0.26	1.810	-0.005	0.28
10	2.136	-0.017	0.77	1.875	-0.010	0.51	1.809	-0.006	0.31
15	2.129	-0.023	1.08	1.870	-0.014	0.76	1.809	-0.006	0.32
20	2.119	-0.034	1.56	1.864	-0.020	1.08	1.809	-0.006	0.32
25	2.095	-0.057	2.65	1.859	-0.026	1.38	1.809	-0.006	0.34
30	2.074	-0.078	3.62	1.850	-0.035	1.86	1.808	-0.007	0.37
35	2.052	-0.100	4.65	1.838	-0.047	2.49	1.807	-0.008	0.41
40	2.030	-0.123	5.69	1.822	-0.063	3.33	1.805	-0.009	0.51
45	2.014	-0.138	6.42	1.812	-0.073	3.88	1.803	-0.012	0.63
50	1.989	-0.164	7.60	1.793	-0.092	4.88	1.793	-0.022	1.21
55	1.973	-0.179	8.33	1.772	-0.113	5.99	1.780	-0.034	1.89
60	1.931	-0.222	10.29	1.748	-0.137	7.24	1.774	0.041	2.27
65	1.895	-0.258	11.97	1.710	-0.175	9.30	1.752	-0.063	3.48
70	1.835	-0.317	14.73	1.660	-0.225	11.95	1.725	-0.090	4.96
75	1.763	-0.390	18.10	1.609	-0.276	14.66	1.688	-0.127	6.98
80	1.642	-0.510	23.69	1.550	-0.335	17.76	1.650	-0.165	9.07



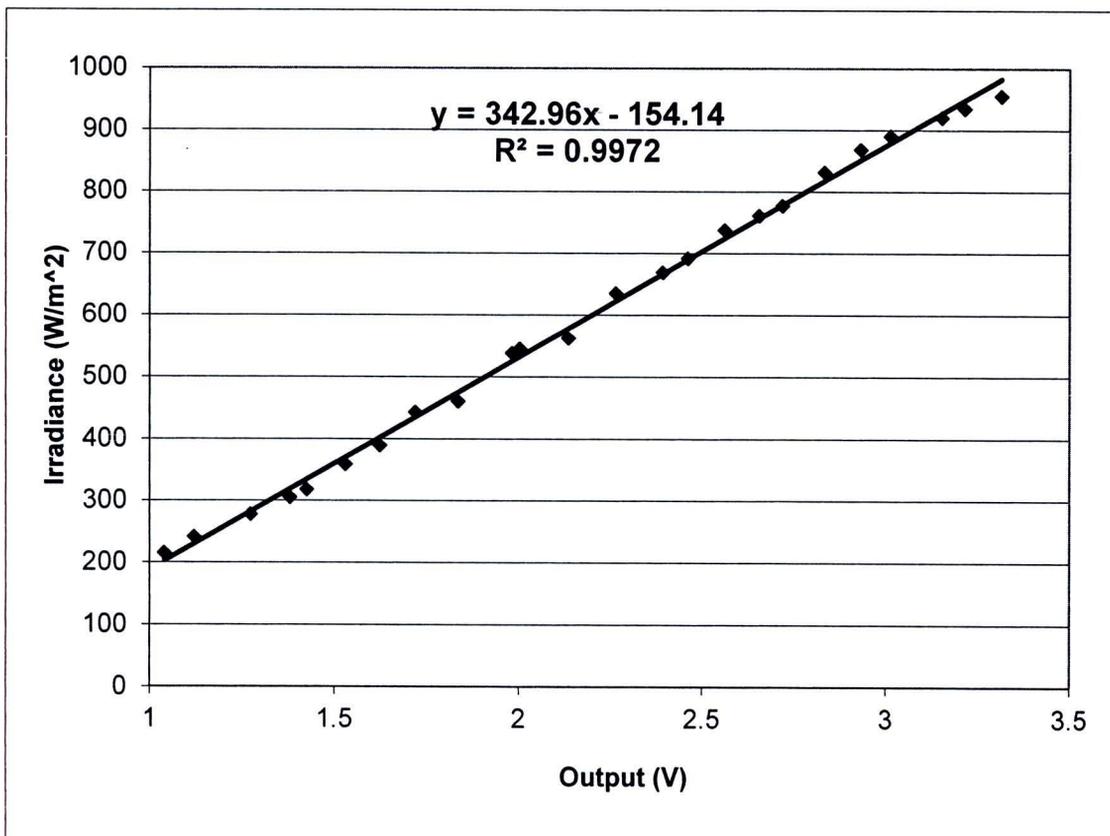
ภาพ 48 เปรียบเทียบผลของมุมโคชาयน์ของตัวกระจายแสง

เมื่อพิจารณาผลของมุมโคชาयน์เปรียบเทียบกันแล้ว พบว่าอัตราการตอบสนองต่อรังสีตรงจะลดลงอย่างต่อเนื่องโดยตลอด มีมุมตกกระทบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยที่ตัวกระจายแสงเทพลอน ที่มุมตกกระทบ 80 องศา มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผลของมุมโคชาयน์ประมาณ -17% ส่วนตัวกระจายแสงแบบพลาสติก ที่มุมตกกระทบ 80 องศา มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผลของมุมโคชาयน์ประมาณ -9% ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของ WMO ที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน $\pm 15\%$ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ตัวกระจายแสงพลาสติกปิดทับโมดูลโซลาร์เซลล์ เพื่อสร้างเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพาต่อไป

ผลทดสอบเพื่อหาค่าปรับเทียบค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

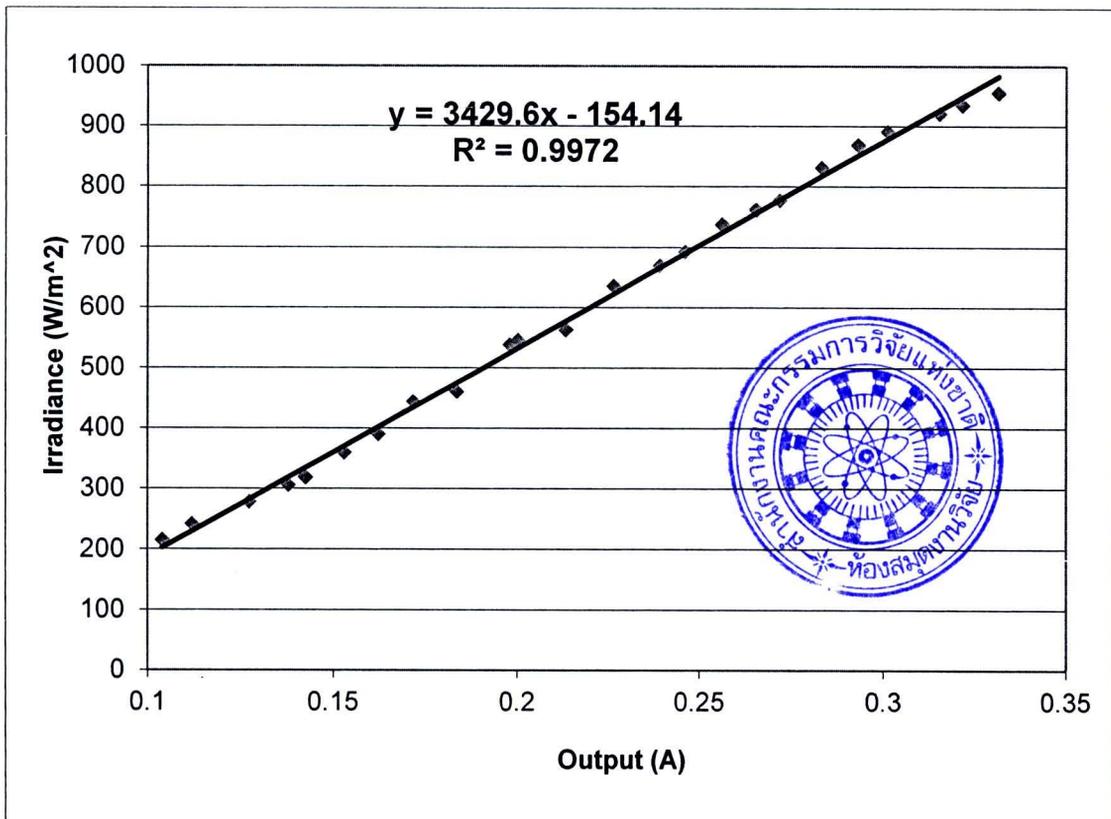
หลังสร้างเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพาเรียบร้อยแล้ว จึงทำการปรับเทียบเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์เพื่อหาค่าปรับเทียบ (Calibration factor) การแปลงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานที่ได้จากเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ ไปเป็นค่ารังสีดวงอาทิตย์ในหน่วย W/m^2 โดยใช้ไพรานอมิเตอร์อ้างอิงของบริษัท Kipp & Zonen Model CM11 เป็นไพรานอมิเตอร์ที่จัดอยู่ใน Secondary Standard ทำการติดตั้งเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นอยู่ข้างไพรานอมิเตอร์อ้างอิงเริ่มวัดในช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00-16.30 น. ในวันที่ 25 มีนาคม 2555 เป็นวันที่ท้องฟ้าเปิดตรวจวัดและบันทึกค่าทุก 10 นาที อ่านค่าที่ได้ในหน่วย W/m^2 สำหรับไพรานอมิเตอร์ CM11 และ V สำหรับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพา

ค่าที่บันทึกได้จากการปรับเทียบเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์เมื่อนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และแรงดันไฟฟ้าได้กราฟดังภาพ 49



ภาพ 49 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 10 โอห์ม

จากค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานที่ได้นำมาแปลงเป็นกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเขียนกราฟความสัมพันธ์ที่กับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นดังภาพ 50



ภาพ 50 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

จากภาพ 49 ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะได้สมการความสัมพันธ์เป็นค่าเปรียบเทียบในการแปลงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานที่ได้จากเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ ไปเป็นค่ารังสีดวงอาทิตย์ ในหน่วย W/m² ของเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น คือ

$$y = 342.96 (x) - 155.14 \quad (14)$$

y คือ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

x คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่เครื่องวัดได้

ผลทดสอบการใช้งานภาคสนามของเครื่องวัดรังสีแสงอาทิตย์แบบพกพา

ผลการทดสอบวัดค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในภาคสนาม หลังจากปรับเทียบเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ ทดสอบโดยตั้งเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพาไว้ข้างไพรานอมิเตอร์ บริเวณคาตฟ้าตึกวิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ตั้งแต่เวลา 08.00 ถึง 16.30 น. ระหว่างวันที่ 26-30 มีนาคม 2555 รวม 5 วัน โดยวัดค่าทุก 15 นาที นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วเฉลี่ยในช่วงเวลา 15 นาที จากนั้นนำค่าเฉลี่ยบันทึกลงในหน่วยความจำ SD card ขณะเดียวกันก็ให้ไพรานอมิเตอร์ CM11 วัดและบันทึกค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในเวลาเดียวกัน

ตาราง 7 ผลการทดสอบวัดรังสีดวงอาทิตย์วันที่ 26 มีนาคม 2555

Time	Irradiance (W/m ²) CM11	Irradiance (W/m ²) SC Pyranometer	Error (W/m ²)	Error (%)
8.00	348.88	358.55	9.67	2.77
8.15	411.10	421.32	10.22	2.49
8.30	460.50	477.44	16.94	3.68
8.45	518.36	532.34	13.98	2.70
9.00	571.66	591.18	19.52	3.41
9.15	620.56	632.92	12.36	1.99
9.30	667.47	673.34	5.87	0.88
9.45	719.00	714.87	-4.13	-0.57
10.00	753.13	740.68	-12.45	-1.65
10.15	793.15	784.06	-9.09	-1.15
10.30	821.44	806.06	-15.38	-1.87
10.45	848.66	834.95	-13.71	-1.62
11.00	880.52	863.00	-17.52	-1.99
11.15	899.80	881.94	-17.86	-1.98
11.30	923.35	912.01	-11.34	-1.23
11.45	936.79	920.16	-16.63	-1.78

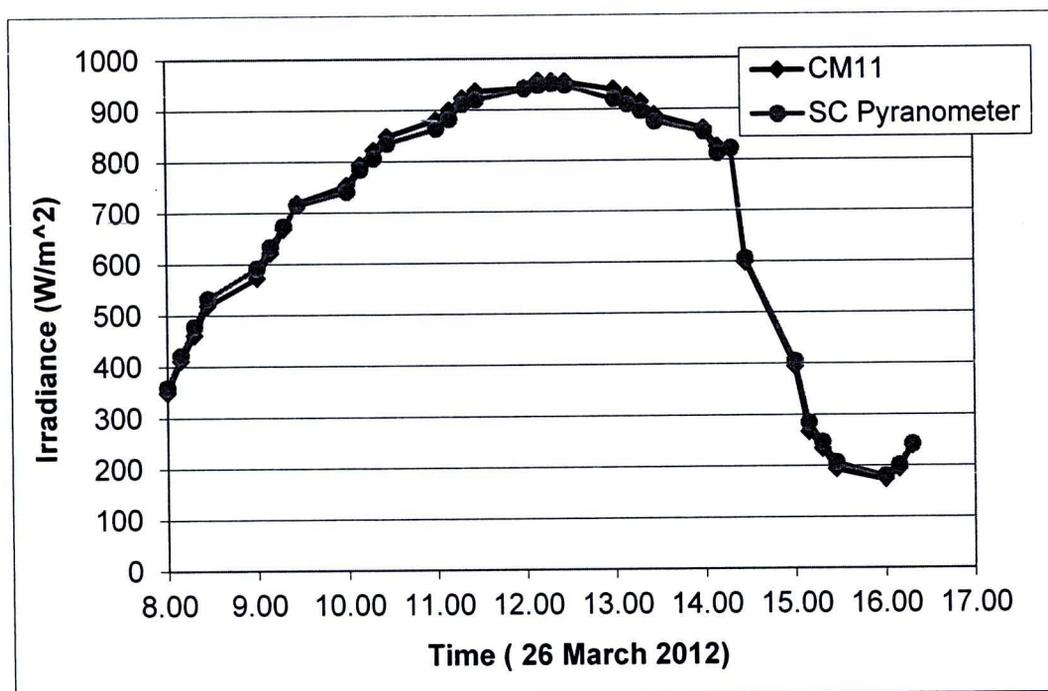
ตาราง 7 (ต่อ)

Time	Irradiance (W/m ²) CM11	Irradiance (W/m ²) SC Pyranometer	Error (W/m ²)	Error (%)
12.00	942.28	940.85	-1.43	-0.15
12.15	956.89	947.61	-9.28	-0.97
12.30	955.71	951.27	-4.44	-0.46
12.45	954.67	947.70	-6.97	-0.73
13.00	939.56	920.53	-19.03	-2.03
13.15	926.93	909.87	-17.06	-1.84
13.30	914.45	896.66	-17.79	-1.95
13.45	889.30	876.13	-13.17	-1.48
14.00	862.06	856.00	-6.06	-0.70
14.15	825.97	812.73	-13.24	-1.60
14.30	821.18	822.52	1.34	0.16
14.45	598.20	605.56	7.36	1.23
15.00	393.91	404.19	10.28	2.61
15.15	266.09	284.28	18.19	6.84
15.30	233.05	246.56	13.51	5.80
15.45	193.69	206.49	12.80	6.61
16.00	173.11	179.81	6.70	3.87
16.15	194.19	201.08	6.89	3.55
16.30	238.86	242.09	3.23	1.35
ค่าเฉลี่ย	670.13	668.48	1.65	-0.25

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์รวมด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิกอนแบบพกพาเปรียบเทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 วันที่ 27 – 30 มีนาคม 2555 บันทึกผลลงในภาคผนวก ง

ตาราง 8 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 26 มีนาคม 2555

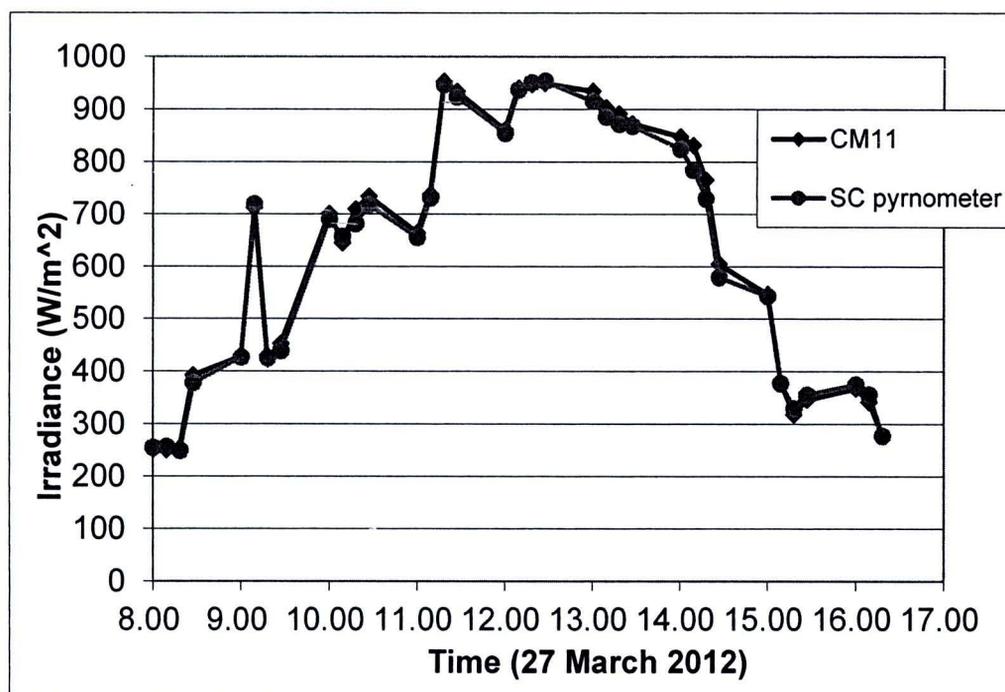
ช่วงความเข้มรังสี ดวงอาทิตย์ (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
200-400	10.16	4.17
401-600	13.60	2.70
601-800	-1.49	-0.10
801-1,000	-11.74	-1.31
ค่าเฉลี่ยรายวัน	1.65	-0.25



ภาพ 51 กราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์ ในวันที่ 26 มีนาคม 2555

ตาราง 9 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 27 มีนาคม 2555

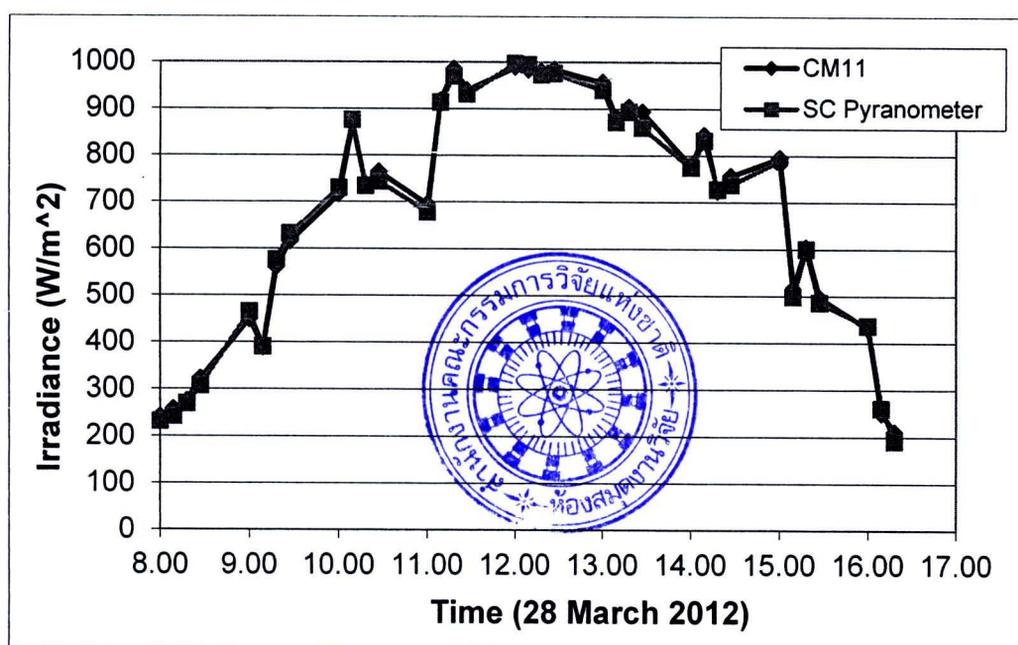
ช่วงความเข้มรังสี ดวงอาทิตย์ (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
200-400	3.01	1.00
401-600	-8.29	-1.51
601-800	-10.91	-1.47
801-1,000	-12.53	-1.44
ค่าเฉลี่ยรายวัน	-7.11	-1.12



ภาพ 52 กราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์ ในวันที่ 27 มีนาคม 2555

ตาราง 10 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 28 มีนาคม 2555

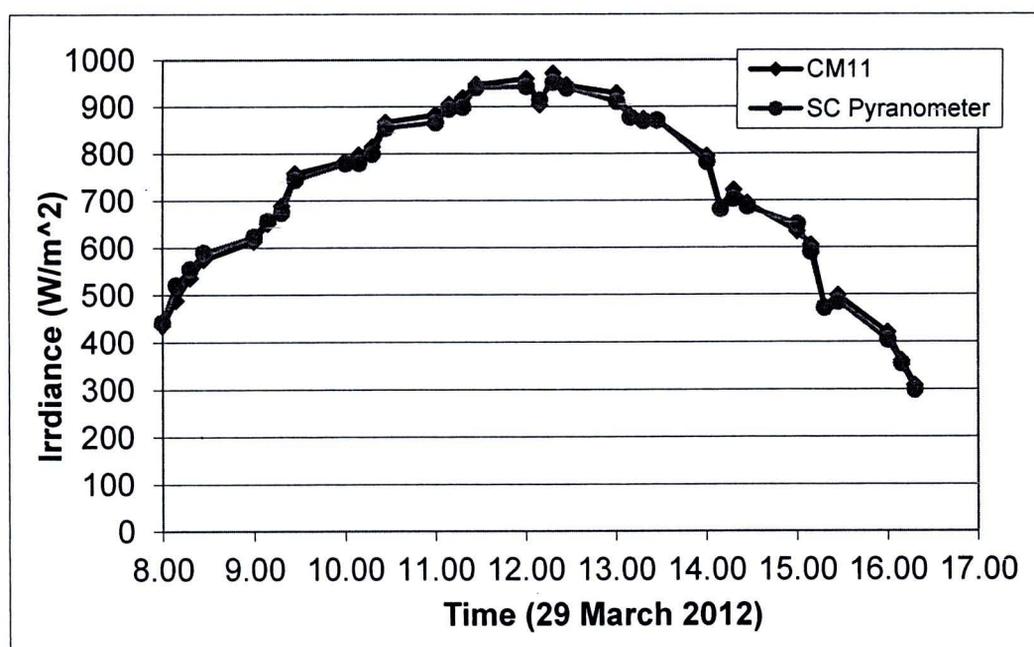
ช่วงความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (W/m ²)	ค่าความคลาดเคลื่อน (W/m ²)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
200-400	-7.46	-3.00
401-600	0.80	0.23
601-800	-3.85	-0.46
801-1,000	-7.77	-0.85
ค่าเฉลี่ยรายวัน	-5.23	-0.77



ภาพ 53 กราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์ วันที่ 28 มีนาคม 2555

ตาราง 11 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 29 มีนาคม 2555

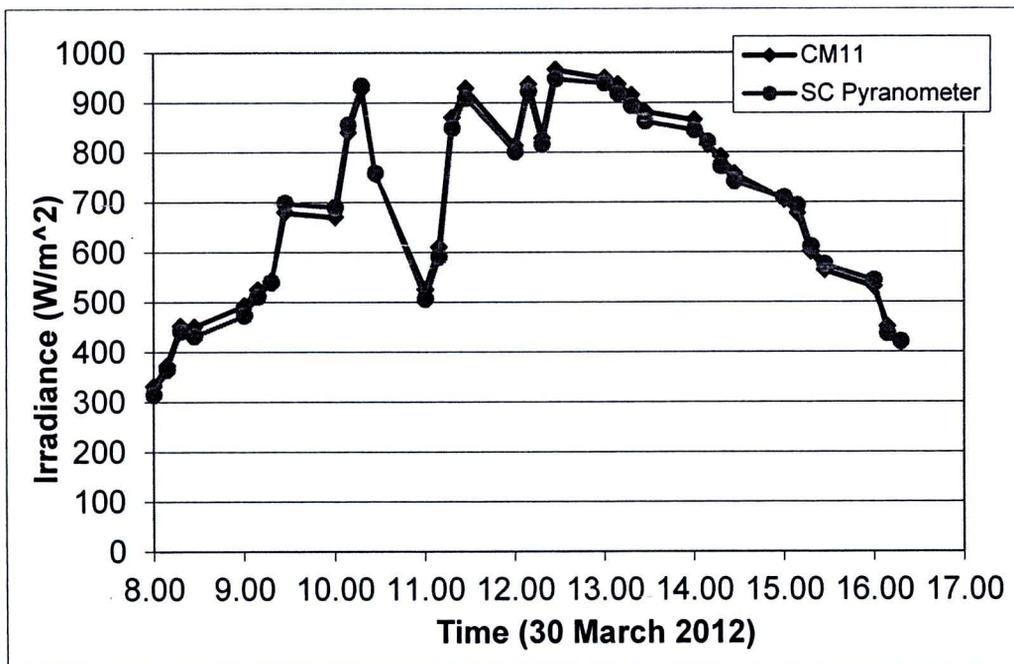
ช่วงความเข้มรังสี ดวงอาทิตย์ (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
200-400	-7.58	-2.31
401-600	3.44	0.64
601-800	-5.17	-0.63
801-1,000	-9.67	-1.06
ค่าเฉลี่ยรายวัน	-5.14	-0.71



ภาพ 54 กราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์ วันที่ 29 มีนาคม 2555

ตาราง 12 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดในแต่ละช่วงของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เทียบกับไพรานอมิเตอร์ CM11 ในวันที่ 30 มีนาคม 2555

ช่วงความเข้มรังสี ดวงอาทิตย์ (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (W/m^2)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
200-400	-12.33	-3.60
401-600	-5.40	-1.20
601-800	0.99	0.18
801-1,000	-11.06	-1.22
ค่าเฉลี่ยรายวัน	-6.60	-0.95



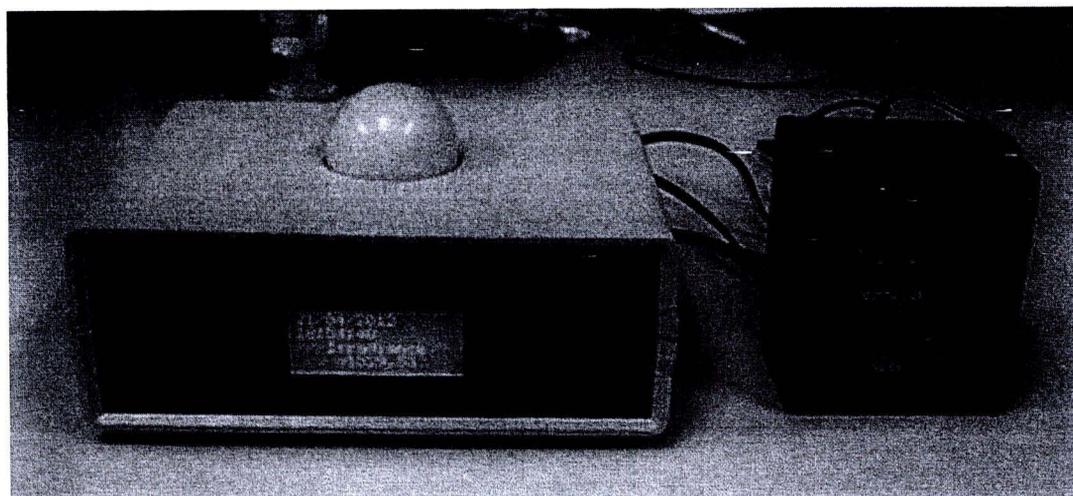
ภาพ 55 กราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากไพรานอมิเตอร์ CM11 กับเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์ วันที่ 30 มีนาคม 2555

ผลการทดสอบเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพาวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ได้ผลดังตารางที่ 7-12 และภาพ 51-55 เครื่องวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์บันทึกผลลงในหน่วยความจำภายนอก SD card มีขนาดของไฟล์ข้อมูลในแต่ละวัน 4 กิโลไบต์ เมื่อบันทึกข้อมูลทุก ๆ 15 นาที

คุณสมบัติเฉพาะของเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพา

ตาราง 13 แสดงคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ชนิดของเซ็นเซอร์	โซลาร์เซลล์แบบซิลิคอน
ลักษณะการใช้งาน	ใช้วัดรังสีรวม Global Radiation
ช่วงที่วัดได้	200 ถึง 1000 W/m ²
ความละเอียดของเวลาการวัด	1 วินาที
ความละเอียดของค่าที่วัด	0.01 W/m ²
ค่าความผิดพลาดรายวันสูงสุด	± 1.12%
อุณหภูมิการใช้งาน	0-55 องศาเซลเซียส
ส่วนประกอบของวงจร	Opamp OP07, AVR ATmega128
แรงดันไฟฟ้า	12 V
แบตเตอรี่	12 V (Option)
อัตราการใช้กระแสไฟฟ้า	150 mA
ขนาด (กว้างxยาวxสูง)	17x22x14 cm
น้ำหนัก (ไม่รวมแบตเตอรี่)	700 g



ภาพ 56 เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์แบบพกพา