เอกสารอ้างอิง

1. วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, 2542, **Solar Hot Water** [Online], Available : http://www.eppo.go.th [2010, January 4].

2. สุนันท์ ศรัณยนิตย์, **การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer),** พิมพ์ครั้งที่ 3, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

3. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์, 2535, **การออกแบบระบบพลังงานความร้อน (Solar energy thermal process)**, คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

4. เกษม โพธิ์งาม, 2545, **การพัฒนาเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์น้ำหนักเบาที่ใช้ในบ้านพักอาศัย**, คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

5. ชัชวาล ตัณฑกิตติ, 2530, **ขบวนการความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์**, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

6. นักสิทธิ์ คูวัฒนาชัย, 2539, **การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)**, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์พิมพ์ดี, กรุงเทพฯ.

7. จงจิตร์ หิรัญลาภ และคณะ, 2541, **กระบวนการพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปความร้อน Solar energy thermal process**, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

8. Peter, R.H. and Green, D., 1987, **Perry's Chemecal Engineers' Handbook**, 6th ed., Mc Graw Hill, New York.

9. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, สมบูรณ์ เวชกามา, สุวัฒน์ ตรูทัศนวินน์ และวุฒิกรณ์ จริยตันติเวทย์, 2545, "การออกแบบทดสอบและหาแนวทางที่เหมาะที่สุดสำหรับการอบแห้งข้าวเปลือกโดยเทคนิคการทำไหลบนฐานสั่น", **วารสารราชบัณฑิตยสถาน**, ปีที่ 27, ฉบับที่ 1, มกราคม-มีนาคม, หน้า 59-69.

10. จารุวัฒน์ เจริญจิต, 2536, **การเลือกขนาดตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในการกลั่นเอทานอล**, คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

11. เกษม โพธิ์งาม, 2545, **การพัฒนาเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์น้ำหนักเบาที่ใช้ในบ้านพักอาศัย**, คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

12. พิชัย นามประกาย, 2539, **การศึกษาการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลในเครื่องกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับเอทานอล**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

13. ชาญวิทย์ วุฒิวงศานนท์, 2545, **การศึกษาสมรรถนะของแผงรับรังสีแบบแผ่นเรียบให้มีราคาประหยัด**, คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

14. ปิยะ ยิ้มขุนทด, 2548, **เครื่องอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

15. ณัฐวุฒิ ดุษฎี, 2534, **การพัฒนาระบบอบแห้งผลไม้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

16. ชาญ เสนีย์นันท์, 2527, **การประเมินสมรรถนะของรางพาราโบลิคติดตามดวงอาทิตย์,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

17. วิชัย จันทรักษา, 2542, **การพัฒนาเครื่องอบแห้งตะไคร้พลังงานแสงอาทิตย์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

18. ทวีวัฒน์ สุภารส, 2548, "สมรรถนะทางความร้อนของระบบกักเก็บพลังงานในรูปความร้อนสัมผัสเพื่อใช้เป็นพลังงานเสริมในการอบแห้งระหว่างกระบวนการประจุความร้อน และกระบวนการดึงความร้อน", **การประชุมวิชาการครั้งที่ 6**, มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.

19. ชาญวิทย์ อุดมศักดิกุล, 2544, **การพัฒนาเครื่องฟักไข่พลังงานแสงอาทิตย์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

20. จงจิตร์ หิรัญลาภ และคณะ, 2538, **เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายสำหรับประเทศไทย**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

21. ศิริพงษ์ ตรีรัตน์, 2552, **แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เครื่องกลั่นน้ำและผลิตเกลือด้วยพลังแสงอาทิตย์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

22. พิระ วิจะสิกะ, 2552, **การศึกษาการอบแห้งยางพาราแผ่นดิบด้วยพลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

23. กฤษณะ แก้วมณี, 2549, **การศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องกลั่นเอทานอลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภาคผนวก ก.

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 22 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	31.64	61.03	30.81	38.53	46.58	45.4	30.32	30.98	31.03	462	0
2	9:30	33.11	71.21	32.29	43.46	52.98	51.2	29.5	30.49	31.1	631	0
3	10:00	34.26	73.07	33.93	66.45	58.56	57.1	32.46	32.95	32.31	715	0
4	10:30	33.61	77.61	34.59	77.07	56.59	56.4	30.81	31.47	32.84	774	0.901
5	11:00	34.1	79.42	36.73	78.73	60.37	58.4	66.61	32.62	33.91	792	0.917
6	11:30	34.92	79.42	36.89	79.09	61.36	60.4	74.16	33.77	35.99	881	0.929
7	12:00	36.89	81.88	36.73	78.54	63.33	61.4	75.48	35.58	38.8	851	0.937
8	12:30	36.73	82.54	40.01	78.24	63.33	61.5	75.31	38.37	43.96	923	0.941
9	13:00	35.41	81.22	39.85	78.4	60.04	56.6	74.82	41.16	49.19	935	0.941
10	13:30	34.43	80.9	42.31	78.24	60.21	57.4	75.31	44.44	53.41	879	0.937
11	14:00	36.23	79.91	40.34	78.04	58.24	56.3	60.86	45.43	55.49	856	0.929
12	14:30	35.74	78.43	38.7	77.91	57.58	56.1	58.73	46.74	55.89	810	0.945
13	15:00	35.08	74.16	36.4	45.26	55.12	53.8	54.46	47.07	56.56	619	0
14	15:30	34.59	66.77	35.41	42.31	51.18	50	52.32	47.07	55.75	575	0
15	16:00	34.01	65.45	44.42	41.22	50.11	49.42	51.27	44.83	55.18	513	0
average		34.72	75.53	37.29	64.03	57.04	55.43	56.16	38.86	44.09	747.7	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 23 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	31.47	53.97	29.5	34.76	41.82	40.2	31.8	32.29	32.57	507	0
2	9:30	32.77	67.43	32.62	43.46	51.18	50.5	32.95	33.44	33.05	617	0
3	10:00	33.44	76.61	32.46	55.78	53.43	51.3	34.6	33.93	34.25	710	0
4	10:30	33.77	81.06	33.26	78.76	59.55	57.9	75.6	34.59	34.05	765	0.905
5	11:00	34.76	80.4	33.76	78.27	58.07	55.6	75.1	34.92	35.12	898	0.919
6	11:30	34.26	79.25	34.59	77.12	57.09	55	74.71	36.07	37.06	896	0.932
7	12:00	33.61	79.91	36.02	78.78	58.07	55	75.78	40.99	40.34	881	0.942
8	12:30	33.25	79.25	40.71	77.85	57.09	55.1	56.76	41.49	46.3	930	0.95
9	13:00	33.74	78.07	44.64	77.6	59.06	56.9	75.1	46.58	51.85	921	0.956
10	13:30	36.73	80.57	45.46	78.93	60.04	58.4	75.27	49.7	57.4	899	0.96
11	14:00	36.07	79.91	42.47	78.43	58.73	57.1	75.94	50.85	62.89	866	0.963
12	14:30	35.08	78.43	35.28	77.1	58.73	57.7	55.61	52.16	65.7	840	0.963
13	15:00	34.92	73.1	36.35	45.93	56.59	54.8	55.81	52.82	65.7	642	0
14	15:30	34.92	68.09	34.05	44.94	51.18	51.8	57.41	51.5	65.65	586	0
15	16:00	33.93	61.68	33.43	42.8	47.07	45.6	55.77	52.65	65.63	596	0
average		34.18	74.52	36.31	64.7	55.18	53.53	60.55	42.93	48.5	770.3	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 24 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	32.46	58.24	30.65	37.71	44.28	43.6	33.11	33.44	34.38	534	0
2	9:30	31.47	69.24	30.98	40.83	49.86	47.9	33.61	33.93	34.98	641	0
3	10:00	32.78	77.12	31.64	59.71	55.12	53.5	37.05	34.43	35.65	723	0
4	10:30	33.11	79.09	32.78	78.43	55.61	54	77.45	34.59	35.92	785	0.927
5	11:00	34.1	81.22	34.92	78.76	59.55	57.3	77.61	35.25	37.13	795	0.935
6	11:30	34.76	81.39	36.56	78.6	60.04	58.2	76.95	37.05	41.01	874	0.943
7	12:00	34.59	81.72	39.35	78.6	61.03	58.2	77.1	40.17	45.5	863	0.951
8	12:30	35.9	82.04	40.34	78.93	60.37	58.1	77.1	43.13	50.66	925	0.959
9	13:00	34.1	78.76	40.67	78.76	56.92	56.1	67.43	44.77	55.55	935	0.967
10	13:30	34.1	78.12	40.17	77.61	57.41	55.1	60.86	47.23	57.7	829	0.975
11	14:00	35.08	79.25	45.26	78.43	59.22	57.7	65.13	50.68	60.31	854	0.983
12	14:30	34.59	80.24	45.76	78.42	60.7	60	77.94	52.49	60.58	815	0.991
13	15:00	34.92	78.1	39.35	47.93	56.59	54.8	75.81	52.82	62.05	632	0
14	15:30	34.92	68.09	37.05	44.94	51.18	51.8	57.41	51.5	61.88	572	0
15	16:00	34.26	64.97	35.25	43.95	49.37	47.7	56.1	53.31	61.25	536	0
average		34.08	75.84	37.38	65.44	55.82	54.27	63.38	42.99	48.97	754.2	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 8 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.17	42.8	26.38	31.14	33.44	31.47	28.52	28.68	28.35	462	0
2	9:30	28.68	52.65	25.72	34.1	37.88	34.26	28.35	28.68	26.88	516	0
3	10:00	28.35	49.7	27.04	33.28	38.04	35.41	28.19	28.52	27.88	525	0
4	10:30	30.65	55.12	28.19	35.41	40.83	38.86	28.52	29.01	28.08	575	0
5	11:00	29.99	62.01	27.04	37.22	42.97	40.5	28.52	29.17	27.61	696	0
6	11:30	30.98	60.04	29.67	37.88	45.26	43.95	28.52	29.34	29.22	656	0
7	12:00	31.31	79.94	31.64	78.75	55.12	52.16	77.12	29.34	28.69	865	0.955
8	12:30	33.11	80.75	36.4	78.91	57.58	55.12	77.61	32.29	30.5	911	0.943
9	13:00	32.78	72.36	32.62	43.95	52.82	51.83	33.44	30.81	31.43	715	0
10	13:30	31.31	69.57	31.64	54.3	51.18	48.71	33.11	30.98	31.43	672	0
11	14:00	33.28	80.43	36.23	78.24	56.43	54.46	77.61	31.96	32.1	852	0.923
12	14:30	33.77	78.76	35.74	77.83	56.92	55.61	34.59	32.46	33.78	830	0.967
13	15:00	34.43	74.33	36.56	47.23	54.46	53.15	34.92	33.44	34.72	642	0
14	15:30	33.61	66.94	35.25	46.41	50.68	49.7	34.1	32.78	34.24	573	0
15	16:00	33.61	61.68	34.43	43.62	46.74	45.92	34.26	33.28	34.18	414	0
average		31.67	65.81	31.64	50.55	48.02	46.07	40.49	30.72	30.61	660.3	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 9 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.01	52.16	28.19	36.89	40.5	38.53	28.52	29.01	29.89	561	0
2	9:30	30.98	64.8	29.83	41.32	48.71	47.4	28.68	29.67	30.7	646	0
3	10:00	31.96	77.78	30.65	53.97	55.61	53.97	29.17	30.16	30.36	725	0
4	10:30	32.62	79.75	30.49	78.4	55.28	52.65	78.43	30.16	29.42	775	0.915
5	11:00	32.62	79.75	32.46	78.07	56.92	54.95	77.12	30.81	30.43	798	0.925
6	11:30	33.61	80.57	32.13	78.91	59.22	57.09	77.28	31.8	32.77	858	0.933
7	12:00	33.77	80.73	32.46	78.57	59.55	57.09	77.43	33.11	34.45	875	0.939
8	12:30	34.26	81.72	35.08	78.57	59.55	56.43	77.25	36.4	40.08	951	0.943
9	13:00	33.44	80.4	36.89	78.07	59.88	58.07	77.27	39.19	42.56	915	0.945
10	13:30	33.44	80.24	37.38	78.73	58.56	55.61	77.6	41.16	46.04	872	0.945
11	14:00	34.76	78.28	37.88	63	56.1	54.79	76.58	42.97	48.52	752	0.943
12	14:30	34.76	79.76	41.49	79.09	57.58	56.27	55.94	44.11	49.19	830	0.939
13	15:00	34.26	76.46	39.35	51.34	56.92	55.61	54.79	45.43	51.67	672	0
14	15:30	34.76	70.71	37.22	47.23	53.15	52.82	54.3	45.59	52.07	534	0
15	16:00	34.59	62.18	35.25	42.97	47.07	46.41	53.47	45.59	51.67	421	0
average		33.26	75.02	34.45	64.34	54.97	53.18	61.59	37.01	39.99	745.7	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 10 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	30.16	51.83	29.99	38.53	41.98	40.99	35.08	34.26	31.44	538	0
2	9:30	31.14	64.31	31.14	43.95	50.03	49.7	35.08	34.59	32.78	656	0
3	10:00	31.96	72.69	32.46	47.89	54.79	54.62	35.41	34.92	33.51	772	0
4	10:30	33.11	78.52	32.13	77.58	54.3	54.46	77.58	35.08	34.65	784	0.94
5	11:00	32.95	80.58	33.61	78.07	58.4	57.58	77.76	35.58	35.92	798	0.948
6	11:30	33.61	81.22	35.41	78.07	60.7	59.71	77.43	35.9	37.65	880	0.958
7	12:00	33.61	81.39	36.89	78.06	61.85	60.37	77.6	38.04	40.6	957	0.97
8	12:30	34.43	81.22	38.04	78.9	60.7	58.56	77.76	42.14	44.7	945	0.984
9	13:00	33.77	80.24	38.04	78.4	58.4	56.76	77.93	42.97	49.25	945	1
10	13:30	34.1	79.42	38.7	78.9	58.24	56.1	77.93	45.59	53.86	844	1.018
11	14:00	34.26	78.76	38.2	78.57	57.25	55.44	76.15	47.07	58.53	722	0
12	14:30	33.93	78.97	37.55	77.4	57.41	56.1	73.83	48.71	62.73	875	0.945
13	15:00	33.28	75.31	35.41	51.67	55.77	54.46	60.86	48.38	62.26	638	0
14	15:30	33.44	69.73	35.25	47.23	52.32	52.16	59.71	48.88	62.06	558	0
15	16:00	33.28	57.91	32.46	40.34	44.61	44.28	58.73	49.2	61.93	521	0
average		33.14	74.14	35.02	64.9	55.12	54.09	65.26	41.42	46.79	762.2	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 15 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\,in}$	$T_{c\,out}$	$T_{g\,in}$	$T_{g\,out}$	$T_{w\,in}$	$T_{w\,out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	31.64	61.03	30.81	38.53	46.58	45.4	30.32	30.98	31.03	442	0
2	9:30	33.11	71.21	32.29	43.46	52.98	51.2	29.5	30.49	31.1	635	0
3	10:00	34.26	73.07	33.93	66.45	58.56	57.1	32.46	32.95	32.31	713	0
4	10:30	33.61	78.61	77.59	47.07	56.59	56.4	76.81	31.47	32.84	771	0.908
5	11:00	34.1	79.42	36.73	78.73	60.37	58.4	76.61	32.62	33.91	752	0.924
6	11:30	34.92	79.42	36.89	78.09	61.36	60.4	77.16	33.77	35.99	883	0.936
7	12:00	36.89	81.88	36.73	78.24	63.33	61.4	77.48	35.58	38.8	841	0.944
8	12:30	36.73	82.54	40.01	78.24	63.33	61.5	77.31	38.37	43.96	923	0.948
9	13:00	35.41	81.22	39.85	78.4	60.04	56.6	77.82	41.16	49.19	915	0.948
10	13:30	34.43	80.9	42.31	78.24	60.21	57.4	77.31	44.44	50.41	859	0.944
11	14:00	36.23	79.91	40.34	78.24	58.24	56.3	76.86	45.43	51.49	826	0.936
12	14:30	35.74	78.43	38.7	77.91	57.58	56.1	76.73	46.74	51.89	780	0.924
13	15:00	35.08	74.16	36.4	45.26	55.12	53.8	54.46	47.07	51.56	614	0
14	15:30	34.59	66.77	35.41	42.31	51.18	50	52.32	47.07	50.75	574	0
15	16:00	34.01	65.45	44.42	41.22	50.11	49.42	51.27	44.83	50.18	516	0
average		34.72	75.6	40.16	63.36	57.04	55.43	62.96	38.86	42.36	736.3	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 16 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	31.24	61.23	30.75	38.93	46.78	45.44	30.22	30.28	31.03	541	0
2	9:30	33.13	71.54	32.93	43.75	52.38	51.52	29.5	30.49	31.1	625	0
3	10:00	34.56	73.38	33.93	66.92	58.56	57.71	32.46	32.95	32.31	713	0
4	10:30	33.67	78.74	34.69	77.74	56.59	56.74	76.21	31.47	32.84	771	0.905
5	11:00	34.34	79.53	36.69	78.02	60.37	58.48	76.31	32.62	33.91	757	0.925
6	11:30	34.95	79.65	36.39	78.84	61.16	60.48	77.66	33.77	35.99	883	0.941
7	12:00	36.39	81.39	36.74	78.36	63.33	61.74	76.28	35.58	37.8	841	0.953
8	12:30	36.43	81.84	40.21	78.92	63.33	61.55	76.71	38.37	42.96	823	0.961
9	13:00	35.51	81.24	39.86	78.54	60.08	56.36	76.88	41.16	46.19	825	0.965
10	13:30	34.42	80.5	42.41	78.41	60.21	57.74	75.31	44.44	48.41	854	0.965
11	14:00	36.63	79.92	40.36	78.83	58.34	56.3	76.86	45.43	48.49	826	0.961
12	14:30	35.73	78.53	38.37	77.21	57.58	56.91	76.73	46.74	48.89	780	0.953
13	15:00	35.18	74.16	36.84	45.24	55.52	53.82	54.43	47.07	48.56	654	0
14	15:30	34.54	66.37	35.44	42.33	51.18	50.34	52.32	47.07	47.75	574	0
15	16:00	34.31	65.46	44.42	41.42	50.18	49.42	51.27	44.83	47.18	526	0
average		34.74	75.57	37.34	65.56	57.04	55.64	62.61	38.82	40.89	732.9	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 18 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	30.16	51.83	29.99	38.53	41.98	40.99	35.08	34.26	30.42	512	0
2	9:30	31.14	64.31	31.14	43.95	50.03	49.7	35.08	34.59	31.28	643	0
3	10:00	31.96	72.69	32.46	47.89	54.79	54.62	35.41	34.92	32.11	720	0
4	10:30	33.11	78.62	32.13	77.58	54.3	54.46	77.48	35.08	34.05	784	0.904
5	11:00	32.95	79.58	33.61	78.07	58.4	57.58	77.76	35.58	35.22	824	0.924
6	11:30	33.61	81.22	35.41	78.07	60.7	59.71	77.43	35.9	36.95	835	0.94
7	12:00	33.61	81.39	36.89	78.06	61.85	60.37	77.6	38.04	38.6	867	0.952
8	12:30	34.43	81.22	38.04	78.9	60.7	58.56	77.76	42.14	41.7	935	0.96
9	13:00	33.77	80.24	38.04	78.4	58.4	56.76	77.93	42.97	48.25	936	0.964
10	13:30	34.1	79.42	38.7	78.9	58.24	56.1	77.93	45.59	51.86	913	0.964
11	14:00	34.26	78.76	38.2	77.57	57.25	55.44	76.15	47.07	54.53	835	0.96
12	14:30	33.93	78.27	37.55	77.4	57.41	56.1	75.83	48.71	57.73	836	0.952
13	15:00	33.28	75.31	35.41	51.67	55.77	54.46	60.86	48.38	57.26	735	0
14	15:30	33.44	69.73	35.25	47.23	52.32	52.16	59.71	48.88	57.06	634	0
15	16:00	33.28	57.91	32.46	40.34	44.61	44.28	58.73	49.2	56.93	527	0
average		33.14	74.03	35.02	64.84	55.12	54.09	65.38	41.42	44.26	769.1	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 26 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	28.52	54.13	27.04	32.62	39.35	37.2	32.13	31.96	29.04	523	0
2	9:30	29.99	65.95	29.17	35.58	46.41	44.4	32.78	32.78	30.51	613	0
3	10:00	30.65	71.54	30.16	37.71	50.35	49.4	33.77	33.44	31.92	710	0
4	10:30	31.64	78.93	31.29	77.8	54.13	52.7	77.28	33.61	33.52	760	0.997
5	11:00	31.8	79.75	31.8	77.78	55.12	51.8	77.64	34.1	36.39	852	1.003
6	11:30	30.32	79.09	33.96	77.45	53.64	50.4	77.78	34.1	39.34	867	1.007
7	12:00	32.46	80.07	40.43	78.1	56.43	53.3	77.94	36.56	42.96	876	1.009
8	12:30	32.46	80.07	42.58	78.28	55.94	53.1	77.1	39.52	48.79	920	1.009
9	13:00	32.95	80.9	45.4	78.1	56.43	53.6	77.09	43.79	54.74	930	1.007
10	13:30	32.13	80.42	44.02	78.12	55.77	52.2	77.92	44.11	60.89	915	1.003
11	14:00	32.13	79.42	40.68	77.12	55.44	53.3	76.83	46.41	65.04	886	0.997
12	14:30	34.59	79.25	35.99	77.95	56.59	55.6	76.46	49.37	67.18	869	0.989
13	15:00	33.44	69.57	34.41	41.82	51.01	50.5	61.68	48.88	67.15	652	0
14	15:30	32.78	67.6	34.26	40.5	48.71	47.1	59.39	49.7	67.08	574	0
15	16:00	32.62	61.85	34.1	40.01	46.25	45.3	57.91	48.88	66.98	536	0
average		31.9	73.9	35.69	61.93	52.1	49.99	64.91	40.48	49.44	765.5	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 26 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	28.52	54.13	27.04	32.62	39.35	37.2	32.13	31.96	29.04	523	0
2	9:30	29.99	65.95	29.17	35.58	46.41	44.4	32.78	32.78	30.51	613	0
3	10:00	30.65	71.54	30.16	37.71	50.35	49.4	33.77	33.44	31.92	720	0
4	10:30	31.64	78.93	32.29	77.8	54.13	52.7	75.28	33.61	33.52	780	0.983
5	11:00	31.8	79.75	31.8	77.78	55.12	51.8	75.64	34.1	36.39	852	0.999
6	11:30	30.32	79.09	31.96	77.45	53.64	50.4	75.78	34.1	39.34	867	1.011
7	12:00	32.46	80.07	34.43	78.1	56.43	53.3	76.94	36.56	42.96	876	1.019
8	12:30	32.46	80.07	35.58	77.28	55.94	53.1	76.1	39.52	48.79	920	1.023
9	13:00	32.95	80.9	36.4	78.1	56.43	53.6	76.09	43.79	54.74	930	1.023
10	13:30	32.13	79.42	39.02	77.12	55.77	52.2	77.92	44.11	60.89	915	1.019
11	14:00	32.13	79.42	39.68	77.12	55.44	53.3	76.83	46.41	65.04	886	1.011
12	14:30	34.59	79.25	40.99	77.95	56.59	55.6	76.46	49.37	67.18	869	0.999
13	15:00	33.44	69.57	35.41	41.82	51.01	50.5	61.68	48.88	67.15	652	0
14	15:30	32.78	67.6	34.26	40.5	48.71	47.1	59.39	49.7	67.08	574	0
15	16:00	32.62	61.85	34.1	40.01	46.25	45.3	57.91	48.88	66.98	536	0
average		31.9	73.84	34.15	61.8	52.1	49.99	64.31	40.48	49.44	767.5	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 28 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	30.81	49.04	31.14	33.93	40.01	38.53	31.64	31.8	33.98	514	0
2	9:30	30.65	56.76	31.31	36.07	44.11	42.8	30.98	31.31	33.11	622	0
3	10:00	30.65	68.91	32.13	41.82	51.5	49.7	31.14	31.64	33.11	723	0
4	10:30	31.64	76.63	31.64	48.06	55.28	54.3	32.29	31.8	33.11	761	0.994
5	11:00	31.96	79.91	31.64	78.1	56.59	53.64	76.95	32.29	33.11	881	1.007
6	11:30	32.46	80.07	32.13	78.43	56.43	53.64	77.43	33.44	35.59	897	1.018
7	12:00	32.46	80.4	35.08	78.1	58.4	55.12	77.61	35.08	39.41	916	1.027
8	12:30	33.28	80.4	42.97	78.93	58.24	55.44	77.43	39.52	44.63	940	1.034
9	13:00	34.1	80.73	39.68	78.6	57.58	55.12	77.76	42.31	49.52	945	1.039
10	13:30	33.77	78.27	39.68	76.27	55.94	55.44	77.15	43.62	52.94	815	1.042
11	14:00	34.26	67.76	36.56	40.83	50.52	50.03	59.55	45.76	54.21	656	0
12	14:30	33.93	59.88	35.9	39.35	47.56	48.38	57.41	47.23	54.95	663	0
13	15:00	34.1	52.82	34.26	37.55	43.29	43.46	55.44	47.56	54.41	553	0
14	15:30	35.25	59.39	36.89	43.29	47.4	47.56	53.64	48.06	53.88	544	0
15	16:00	34.76	58.56	36.4	41.16	46.41	46.91	53.15	47.89	53.68	516	0
average		32.94	68.64	35.16	55.37	51.28	50	57.97	39.29	43.98	729.7	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 5 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.17	51.67	28.68	37.38	40.34	38.37	32.13	31.64	28.07	502	0
2	9:30	30.81	69.07	31.14	43.62	50.68	48.22	32.62	32.62	30.11	651	0
3	10:00	31.64	70.25	30.65	44.93	55.44	53.47	31.8	32.29	31.95	690	0
4	10:30	31.94	81.85	34.59	78.79	59.06	57.09	77.46	32.78	32.32	785	0.968
5	11:00	32.95	80.9	33.11	78.25	59.06	55.94	75.48	33.61	33.19	885	0.99
6	11:30	33.61	80.4	34.1	78.24	59.71	57.41	76.1	34.76	37.32	876	1.008
7	12:00	33.93	81.39	35.74	78.91	61.68	60.37	77.1	35.74	41.93	870	1.022
8	12:30	34.76	81.55	37.22	78.09	58.73	56.92	77.93	39.68	47.39	902	1.032
9	13:00	32.95	78.43	36.89	77.85	56.1	53.64	77.74	40.5	52.74	915	1.038
10	13:30	33.44	79.21	34.92	78.28	52	50.85	77.1	41.98	58.89	923	1.04
11	14:00	33.61	79.06	32.62	78.19	55.1	54.28	77.62	42.97	62.17	872	1.038
12	14:30	32.95	78.97	33.28	77.4	52.31	51.32	76.32	42.97	62.18	864	1.032
13	15:00	31.96	52.16	31.47	35.74	40.5	38.37	51.83	43.79	62.15	747	0
14	15:30	31.64	50.68	30.32	34.43	39.19	37.38	50.85	42.8	62.08	636	0
15	16:00	31.47	44.11	30.65	32.78	36.07	34.76	49.7	43.13	61.98	516	0
average		32.46	70.65	33.03	62.19	51.73	49.89	62.79	38.08	46.96	775.6	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 6 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\,in}$	$T_{c\,out}$	$T_{g\,in}$	$T_{g\,out}$	$T_{w\,in}$	$T_{w\,out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.5	42.64	29.67	31.31	35.41	34.59	33.77	32.78	36.73	513	0
2	9:30	29.99	52.32	30.65	35.41	40.99	39.68	33.93	33.28	36.79	652	0
3	10:00	30.98	53.31	31.47	36.4	42.8	42.14	33.93	33.28	36.12	660	0
4	10:30	31.64	59.71	33.11	39.02	47.4	45.43	34.26	33.93	36.99	655	0
5	11:00	31.31	64.8	34.26	40.01	50.03	48.88	33.93	33.61	37.26	675	0
6	11:30	32.62	57.25	32.46	37.88	46.41	45.26	34.76	34.1	36.59	546	0
7	12:00	32.13	62.34	33.44	41.65	49.53	49.37	34.1	33.77	35.32	663	0
8	12:30	32.95	61.03	33.61	40.67	48.38	47.89	34.59	34.1	35.65	652	0
9	13:00	32.13	58.56	31.64	38.53	45.26	44.28	34.76	34.1	35.05	645	0
10	13:30	32.62	54.13	31.8	37.05	43.46	43.13	34.43	33.77	35.12	621	0
11	14:00	32.29	54.3	31.64	38.04	43.62	42.47	34.26	33.61	34.78	625	0
12	14:30	32.29	54.3	31.8	37.55	43.29	42.47	34.76	34.1	35.45	594	0
13	15:00	31.47	55.12	31.14	38.04	43.13	41.98	33.93	32.95	34.51	617	0
14	15:30	31.8	51.01	31.47	36.4	40.67	40.5	34.59	33.61	35.19	596	0
15	16:00	31.64	52.16	32.29	37.88	41.32	40.83	34.76	33.77	35.39	512	0
average		31.69	55.53	32.03	37.72	44.11	43.26	34.32	33.65	35.8	615.1	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 7 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.99	38.53	28.68	31.47	33.11	31.14	29.83	30.16	31.37	483	0
2	9:30	30.98	43.79	29.99	33.77	36.4	34.76	29.83	30.16	31.17	551	0
3	10:00	31.47	48.88	29.5	35.08	38.2	35.9	29.99	30.65	30.96	621	0
4	10:30	32.29	53.64	30.49	36.73	41.82	39.85	29.67	30.49	31.03	665	0
5	11:00	31.14	56.76	30.49	37.71	43.29	40.67	29.67	30.32	30.43	671	0
6	11:30	32.62	64.31	30.65	39.02	46.25	43.13	29.83	30.81	30.56	696	0
7	12:00	31.47	65.62	30.65	38.7	46.91	44.44	29.67	30.49	31.03	723	0
8	12:30	31.96	61.85	30.32	37.71	44.94	42.64	30.16	30.81	30.7	632	0
9	13:00	31.64	63.33	30.98	38.53	46.25	42.97	30.16	30.98	30.23	685	0
10	13:30	32.13	63.33	30.16	38.86	44.94	43.29	30.49	30.98	29.42	613	0
11	14:00	31.96	56.76	31.14	37.55	43.79	42.14	30.32	30.81	30.96	610	0
12	14:30	33.77	68.42	32.29	46.25	49.86	47.07	30.81	31.14	30.23	684	0
13	15:00	32.95	69.07	34.26	44.77	51.01	50.68	30.65	31.31	31.03	697	0
14	15:30	32.46	67.27	34.1	43.29	47.89	46.41	30.98	31.31	30.9	591	0
15	16:00	32.95	58.4	33.28	38.7	44.11	43.29	30.81	31.47	31.43	523	0
average		31.99	58.66	31.13	38.54	43.92	41.89	30.19	30.79	30.76	629.7	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 20 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\,in}$	$T_{c\,out}$	$T_{g\,in}$	$T_{g\,out}$	$T_{w\,in}$	$T_{w\,out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.01	52.36	28.14	36.95	40.56	38.3	28.29	29.31	29.49	565	0
2	9:30	30.39	64.8	29.83	41.32	48.71	47.4	28.68	29.67	30.7	642	0
3	10:00	31.96	77.78	30.65	53.97	55.61	53.97	29.17	30.16	30.36	725	0
4	10:30	32.22	79.75	30.49	78.4	55.28	52.65	77.43	30.16	29.42	785	0.987
5	11:00	32.62	79.75	32.46	78.07	56.92	54.95	77.12	30.81	30.43	796	0.999
6	11:30	33.61	80.57	32.13	78.91	59.22	57.09	77.28	31.8	32.77	858	1.009
7	12:00	33.77	80.73	32.46	78.57	59.55	57.09	77.43	33.11	34.45	875	1.017
8	12:30	34.26	81.72	35.08	78.57	59.55	56.43	77.25	36.4	40.08	954	1.023
9	13:00	33.39	80.4	36.89	78.07	59.88	58.07	77.27	39.19	42.56	955	1.027
10	13:30	33.44	80.24	37.38	78.73	58.56	55.61	77.6	41.16	46.04	872	1.029
11	14:00	34.76	78.28	37.88	77	56.1	54.79	77.58	42.97	48.52	752	1.029
12	14:30	34.36	79.76	41.49	78.09	57.58	56.27	77.94	44.11	49.19	830	1.027
13	15:00	34.26	76.46	39.35	51.34	56.92	55.61	54.79	45.43	51.67	672	0
14	15:30	34.76	70.71	37.22	47.23	53.15	52.82	54.3	45.59	52.07	534	0
15	16:00	34.59	62.18	35.25	42.97	47.07	46.41	53.47	45.59	51.67	421	0
average		33.16	75.03	34.45	65.21	54.98	53.16	63.04	37.03	39.96	749.1	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 21 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	30.32	47.23	29.5	32.95	37.55	36.89	29.5	29.01	31.43	473	0
2	9:30	31.96	58.56	30.32	35.58	44.94	44.44	29.5	29.34	31.3	538	0
3	10:00	36.56	71.21	31.64	46.74	54.62	53.97	29.01	29.67	30.23	652	0
4	10:30	34.43	81.39	34.1	78.4	60.53	58.07	75.64	30.81	31.57	789	0.996
5	11:00	33.93	80.9	34.92	78.06	60.7	59.55	77.27	30.81	30.16	793	1.008
6	11:30	35.25	80.57	33.44	78.91	60.21	59.06	76.95	31.47	31.5	853	1.018
7	12:00	33.61	81.06	34.26	78.58	61.85	59.39	77.61	33.77	32.84	835	1.026
8	12:30	35.74	81.69	39.52	78.9	65.13	63.16	77.93	37.88	37.26	952	1.032
9	13:00	35.25	78.93	41.32	67.76	58.56	59.88	76.16	38.37	40.21	835	1.036
10	13:30	36.89	80.4	41.16	78.9	62.5	61.52	76.3	41.82	41.68	895	1.038
11	14:00	35.25	79.97	40.83	77.97	57.74	59.71	76.98	41.65	45.03	783	1.038
12	14:30	34.59	78.91	38.73	77.79	52.49	52.32	76.65	43.13	46.31	775	1.036
13	15:00	35.08	67.1	35.9	43.95	51.5	51.67	51.67	43.46	46.17	612	0
14	15:30	34.1	61.03	34.92	40.17	47.4	47.89	51.34	43.79	47.18	532	0
15	16:00	34.76	58.89	35.41	41.16	46.74	47.23	50.35	43.79	46.84	454	0
average		34.51	72.52	35.73	62.39	54.83	54.32	62.19	36.58	37.98	718.1	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 2.5 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 22 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.42	52.67	28.68	38.51	40.34	38.37	32.13	31.64	30.58	573	0
2	9:30	30.55	69.67	30.14	44.62	50.68	48.22	32.62	32.62	31.31	638	0
3	10:00	31.31	79.25	30.65	78.83	55.44	53.47	31.8	32.29	32.78	722	0
4	10:30	31.24	80.85	32.59	78.79	59.05	57.09	77.46	32.78	32.95	775	0.996
5	11:00	32.61	81.46	33.61	78.35	59.06	57.94	76.48	33.61	34.69	798	1.003
6	11:30	33.71	80.47	34.15	78.44	59.71	57.42	77.1	34.76	37.52	858	1.008
7	12:00	33.53	81.19	35.54	78.95	61.68	60.32	77.1	35.74	41.51	845	1.011
8	12:30	34.66	81.75	37.28	78.69	58.73	56.92	77.93	39.68	45.36	951	1.012
9	13:00	32.41	79.73	36.29	78.85	56.1	53.63	77.74	40.5	50.47	935	1.011
10	13:30	33.54	79.91	34.62	78.28	55	53.55	77.1	41.98	55.34	822	1.008
11	14:00	33.64	79.26	32.72	77.38	55.1	54.18	77.62	42.97	59.61	753	1.003
12	14:30	32.54	79.67	33.29	77.4	52.31	51.12	77.32	42.97	59.54	835	0.996
13	15:00	31.56	52.17	31.27	35.74	40.5	38.34	51.83	43.79	59.53	672	0
14	15:30	31.53	50.38	30.36	34.43	39.19	37.68	50.85	42.8	59.44	534	0
15	16:00	31.63	44.11	30.15	32.78	36.07	34.74	49.7	43.13	59.24	411	0
average		32.26	71.5	32.76	64.67	51.93	50.2	62.99	38.08	45.99	741.5	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 1 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	30.16	57.09	29.67	30.73	43.13	41.32	33.93	33.11	29.72	512	0
2	9:30	31.8	70.22	30.98	32.83	50.52	49.2	34.1	33.77	30.45	611	0
3	10:00	32.98	74.63	33.93	36.34	56.27	54.13	34.26	33.77	32.65	725	0
4	10:30	33.44	78.72	34.92	77.24	61.03	59.71	77.27	34.76	35.06	775	1.082
5	11:00	33.77	82.21	35.25	78.07	61.03	59.39	77.76	36.07	38.94	796	1.085
6	11:30	34.76	82.7	36.89	78.57	62.01	60.03	77.25	39.85	43.1	886	1.098
7	12:00	34.43	82.5	40.17	78.75	61.34	59.19	77.09	44.28	47.26	861	1.09
8	12:30	34.59	82.21	44.94	78.75	61.03	59.55	78.03	50.35	52.5	923	1.091
9	13:00	34.43	81.39	46.37	78.4	61.07	59.76	78.16	54.46	58.4	935	1.092
10	13:30	35.41	81.39	46.25	78.58	60.53	59.22	77.43	55.4	64.28	879	1.082
11	14:00	35.58	81.76	42.8	78.49	56.92	56.43	77.97	56.92	69.42	856	1.081
12	14:30	35.25	80.42	34.92	78.18	56.68	55.7	77.88	57.74	69.15	810	1.07
13	15:00	35.41	72.5	34.76	40.5	48.06	47.38	69.6	57.41	69.08	612	0
14	15:30	34.58	57.58	34.08	39.68	46.25	46.07	68.79	58.07	68.91	576	0
15	16:00	34.76	52.18	34.23	38.77	46.17	45.53	68.15	57.92	68.74	516	0
average		35.58	82.7	46.37	78.75	62.01	60.03	78.16	58.07	69.42	935	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 29 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\,in}$	$T_{c\,out}$	$T_{g\,in}$	$T_{g\,out}$	$T_{w\,in}$	$T_{w\,out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.83	56.1	30.16	35.74	43.29	41.82	32.78	32.46	34.65	524	0
2	9:30	31.14	67.76	30.81	39.19	49.37	48.22	33.28	33.11	35.05	653	0
3	10:00	32.46	70.27	31.96	41.63	56.1	56.27	33.11	33.44	34.65	734	0
4	10:30	32.62	81.39	33.11	78.75	60.21	60.04	77.43	33.61	34.85	794	1.077
5	11:00	31.96	80.9	34.92	78.09	60.21	58.4	77.1	34.1	36.06	855	1.088
6	11:30	35.08	82.04	36.23	78.42	60.04	59.22	77.6	35.74	38.94	897	1.089
7	12:00	34.1	80.4	35.08	78.09	57.58	55.94	77.09	38.86	43.56	975	1.09
8	12:30	34.43	81.72	38.86	78.42	59.06	57.41	77.58	43.79	48.79	960	1.071
9	13:00	36.46	79.78	39.19	78.5	54.3	52	77.48	43.47	52.61	783	1.082
10	13:30	38.1	79.54	38.41	77.13	52.32	52	77.86	43.26	54.68	814	1.052
11	14:00	34.92	79.34	36.92	77.67	52.71	52.37	77.41	43.23	54.08	826	1.053
12	14:30	34.76	79.46	35.61	77.71	53.62	54.11	76.61	44.73	54.35	789	1.054
13	15:00	34.26	52.16	33.61	37.88	42.8	42.64	53.64	43.56	53.81	612	0
14	15:30	34.76	50.85	34.26	37.71	41.98	42.14	52.32	41.73	53.54	573	0
15	16:00	34.59	52	34.59	38.86	42.31	42.64	51.5	39.4	53.14	516	0
average		33.96	71.58	34.91	62.25	52.39	51.68	63.52	38.97	45.52	753.7	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 20 ลิตร

วันที่ 30 เดือน พ.ย. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\,in}$	$T_{c\,out}$	$T_{g\,in}$	$T_{g\,out}$	$T_{w\,in}$	$T_{w\,out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	31.47	60.86	31.8	39.52	47.23	47.23	32.46	32.29	34.38	535	0
2	9:30	31.47	75.48	32.29	48.06	55.12	53.97	33.28	33.11	34.85	663	0
3	10:00	32.62	75.57	31.96	49.07	57.74	56.27	78.6	33.28	34.51	714	0
4	10:30	32.78	81.22	34.59	78.42	60.04	59.22	77.94	33.44	35.12	789	1.077
5	11:00	35.08	81.85	36.73	78.57	62.67	60.04	77.75	38.86	39	861	1.086
6	11:30	33.28	80.73	35.25	78.45	56.27	53.97	76.52	37.38	42.96	877	1.095
7	12:00	34.1	80.73	40.5	78.75	61.85	60.21	77.27	41.49	45.9	925	1.095
8	12:30	35.9	80.4	40.83	78.03	58.89	58.24	77.36	43.62	50.73	910	1.01
9	13:00	35.08	81.06	41.82	78.07	61.36	59.39	77.93	44.73	53.07	923	1.08
10	13:30	36.23	81.72	44.61	78.58	61.36	61.03	77.6	43.19	57.3	874	1.079
11	14:00	32.78	79.22	34.59	78.42	55.04	54.22	77.94	44.44	35.12	789	0
12	14:30	35.08	79.85	36.73	78.27	53.67	52.04	77.75	42.86	39	861	0
13	15:00	31.8	63.49	31.8	39.68	47.4	47.56	60.21	41.03	60.17	622	0
14	15:30	34.76	64.97	33.44	42.31	49.37	48.38	60.53	40.49	59.77	571	0
15	16:00	34.76	57.74	33.93	39.35	45.59	46.58	58.73	40.49	59.17	534	0
average		33.81	74.99	36.06	64.24	55.57	54.56	68.12	39.38	45.4	763.2	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 2 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	27.2	51.83	24.57	35.58	38.86	37.88	33.11	32.29	32.84	483	0
2	9:30	29.83	67.1	29.34	43.29	50.52	49.53	30.98	31.96	32.3	551	0
3	10:00	32.13	75.75	31.96	47.75	58.56	57.91	31.8	32.62	33.44	621	0
4	10:30	32.62	81.06	34.43	78.91	57.91	56.43	77.61	32.95	34.38	875	1.088
5	11:00	34.26	81.72	34.92	78.42	60.37	59.22	77.45	33.77	35.92	871	1.098
6	11:30	34.59	81.88	35.9	78.42	60.7	58.4	77.27	35.74	39	896	1.088
7	12:00	34.43	81.55	36.73	78.25	59.22	57.41	77.76	37.88	42.09	963	0
8	12:30	34.92	76.27	37.71	59.39	57.41	56.92	52.16	39.52	45.24	632	0
9	13:00	34.43	69.73	35.41	41.32	52.16	52.49	51.34	40.5	47.18	685	0
10	13:30	34.26	65.3	36.07	40.83	50.03	49.7	50.03	41.82	48.38	613	0
11	14:00	33.28	53.97	33.93	37.55	44.11	44.44	48.55	41.49	46.84	610	0
12	14:30	33.11	53.47	33.44	38.37	43.29	42.8	48.22	41.82	46.98	684	0
13	15:00	33.44	54.95	34.59	39.52	44.44	44.44	47.23	41.98	47.04	697	0
14	15:30	33.93	56.1	34.92	40.5	45.43	45.26	46.91	41.98	46.98	591	0
15	16:00	33.93	55.77	35.41	40.67	45.43	45.76	46.08	42.14	46.98	523	0
average		33.09	67.1	33.96	51.92	51.23	50.57	53.1	37.9	41.71	686.3	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 3 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.34	51.83	27.37	35.41	38.53	37.78	33.11	32.29	30.59	483	0
2	9:30	29.01	64.31	28.35	40.5	46.25	43.79	32.62	31.96	30.66	626	0
3	10:00	29.83	76.13	30.16	62.18	52.98	50.35	32.78	32.62	31.79	716	0
4	10:30	31.47	80.24	32.29	78.43	57.25	54.62	76.8	33.11	32.46	785	1.074
5	11:00	32.95	81.22	34.26	78.24	58.73	55.94	77.94	34.26	36.59	811	1.086
6	11:30	33.11	80.57	33.93	78.75	57.58	54.95	76.1	35.08	40.07	866	1.088
7	12:00	33.61	80.9	36.23	78.65	58.56	56.1	77.94	37.88	45.75	884	1.089
8	12:30	33.28	81.39	37.22	78.24	59.22	56.27	77.93	41.32	50.36	905	1.099
9	13:00	32.95	80.4	37.05	78.4	57.58	53.47	77.76	41.65	56.85	945	1.099
10	13:30	34.26	79.75	37.38	78.09	55.77	52.98	77.37	44.77	61.06	923	1.089
11	14:00	33.61	78.93	37.71	78.33	54.46	52.16	77.22	45.92	64.41	852	1.089
12	14:30	32.78	79.01	37.28	78.73	53.18	51.86	77.58	46.25	66.68	844	1.088
13	15:00	32.29	69.4	31.8	43.29	48.06	44.94	56.1	45.43	66.48	715	0
14	15:30	33.28	64.64	34.1	42.64	47.56	46.08	55.61	47.23	66.45	645	0
15	16:00	32.78	58.07	32.62	40.83	42.64	41.16	54.46	45.76	66.15	537	0
average		32.3	73.79	33.85	64.71	52.56	50.16	64.09	39.7	49.76	769.1	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 25 ลิตร

วันที่ 4 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	28.19	47.89	29.67	35.25	38.53	37.38	35.41	34.26	38.07	494	0
2	9:30	30.81	58.89	30.65	39.35	45.59	43.95	35.41	34.76	37.87	523	0
3	10:00	29.83	71.04	32.13	45.59	53.15	52.49	35.41	34.76	37.53	716	0
4	10:30	30.98	78.36	32.13	44.94	53.47	52.98	76.74	35.25	37.19	764	1.072
5	11:00	31.47	78.95	32.46	77.41	55.94	55.61	76.74	34.92	36.93	817	1.084
6	11:30	31.8	80.07	34.43	78.51	58.56	57.41	77.88	35.41	37.73	875	1.086
7	12:00	31.14	78.93	36.73	78.6	57.09	55.77	76.46	34.59	36.59	864	1.087
8	12:30	34.1	82.21	37.38	78.55	60.7	58.4	77.58	38.37	40.08	935	1.097
9	13:00	33.28	81.55	38.04	78.42	60.21	58.07	77.27	38.37	41.82	915	1.097
10	13:30	33.61	76.63	37.05	49.53	56.1	55.12	46.25	38.37	43.56	733	0
11	14:00	34.43	75.48	36.23	51.83	55.12	54.3	45.76	39.19	43.36	710	0
12	14:30	33.93	76.13	41.49	48.38	56.27	56.59	45.43	39.85	43.96	734	0
13	15:00	34.1	66.45	36.4	44.11	51.01	50.68	44.61	39.85	43.76	645	0
14	15:30	33.44	62.5	34.59	43.62	47.89	46.58	44.44	40.01	43.23	612	0
15	16:00	33.61	59.55	35.74	42.8	46.41	45.76	44.44	40.5	44.3	524	0
average		32.31	71.64	35.01	55.79	53.07	52.07	55.99	37.23	40.4	724.1	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 23 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\,in}$	$T_{c\,out}$	$T_{g\,in}$	$T_{g\,out}$	$T_{w\,in}$	$T_{w\,out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.14	50.83	27.37	35.41	37.53	36.78	29.11	29.29	30.52	531	0
2	9:30	29.51	64.31	28.35	40.5	44.25	43.59	29.62	29.96	30.86	647	0
3	10:00	29.83	67.13	30.16	45.18	52.88	50.25	30.78	30.62	31.59	706	0
4	10:30	31.41	80.24	32.29	78.93	56.25	54.82	76.8	31.11	32.56	775	1.087
5	11:00	32.85	81.22	34.26	78.34	58.73	56.94	77.94	33.26	35.59	851	1.097
6	11:30	33.51	80.57	33.93	78.65	57.58	56.95	77.1	35.08	39.07	846	1.094
7	12:00	34.61	80.9	36.23	78.78	58.56	56.18	77.94	38.88	43.75	834	1.09
8	12:30	34.28	81.19	37.22	78.14	59.22	57.27	77.93	41.32	47.46	905	1.098
9	13:00	33.95	80.42	37.05	78.4	57.58	54.47	77.76	41.45	51.85	945	1.098
10	13:30	33.26	79.35	37.38	78.29	55.17	52.68	77.57	44.77	55.06	943	1.096
11	14:00	33.61	79.93	37.71	78.83	54.46	52.26	77.72	45.62	59.41	852	1.081
12	14:30	32.78	79.01	37.28	78.73	53.18	51.66	77.58	46.25	62.88	844	1.08
13	15:00	32.29	69.4	31.8	43.21	48.06	45.94	58.1	45.23	62.68	715	0
14	15:30	32.68	64.64	34.1	42.44	47.56	46.08	55.91	45.17	62.45	645	0
15	16:00	32.78	58.07	32.62	40.53	42.64	41.16	54.86	45.76	62.25	527	0
average		32.43	73.15	33.85	63.62	52.24	50.47	63.78	38.92	47.2	771.1	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 24 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	29.01	52.16	28.19	36.89	40.5	38.53	28.52	29.01	29.89	525	0
2	9:30	30.98	64.8	29.83	41.32	48.71	47.4	28.68	29.67	30.7	651	0
3	10:00	31.96	77.78	30.65	53.97	55.61	53.97	29.17	30.16	30.36	742	0
4	10:30	32.62	79.75	30.49	78.4	55.28	52.65	77.43	30.16	29.42	755	1.074
5	11:00	32.62	79.75	32.46	78.07	56.92	54.95	77.12	30.81	30.43	854	1.085
6	11:30	33.61	80.57	32.13	78.91	59.22	57.09	77.28	31.8	32.77	836	1.086
7	12:00	33.77	80.73	32.46	78.57	59.55	57.09	77.43	33.11	34.45	854	1.096
8	12:30	34.26	81.72	35.08	78.57	59.55	56.43	77.25	36.4	40.08	915	1.097
9	13:00	33.44	80.4	36.89	78.07	59.88	58.07	77.27	39.19	42.56	943	1.097
10	13:30	33.44	80.24	37.38	78.73	58.56	55.61	77.6	41.16	46.04	943	1.09
11	14:00	34.76	79.28	37.88	78	56.1	54.79	76.58	42.97	48.52	842	1.087
12	14:30	34.76	79.76	41.49	78.09	57.58	56.27	76.94	44.11	49.19	846	1.086
13	15:00	34.26	76.46	39.35	51.34	56.92	55.61	54.79	45.43	51.67	735	0
14	15:30	34.76	70.71	37.22	47.23	53.15	52.82	54.3	45.59	52.07	644	0
15	16:00	34.59	62.18	35.25	42.97	47.07	46.41	53.47	45.59	51.67	537	0
average		33.26	75.09	34.45	65.28	54.97	53.18	62.92	37.01	39.99	774.8	

ตารางบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ปริมาณสารเอทานอล 3 ลิตร ความเข้มข้น 99.8% ปริมาณน้ำ 30 ลิตร

วันที่ 25 เดือน ธ.ค. พศ. 2553 เวลาเริ่มทดลอง 09.00 - 16.00 นาฬิกา

Temperature / Time		ambient	Collector					Heat exchanger		Water	Radiation	
		T_a	T_c	$T_{c\ in}$	$T_{c\ out}$	$T_{g\ in}$	$T_{g\ out}$	$T_{w\ in}$	$T_{w\ out}$	T_{wa}	I_T	$\dot{m}$
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	W/m^2	kg/hr
1	9:00	28.04	47.88	29.97	35.24	38.82	37.88	35.21	34.26	38.02	454	0
2	9:30	30.31	58.59	30.65	39.35	45.59	43.95	35.25	34.73	37.37	526	0
3	10:00	29.84	71.04	32.43	45.59	53.15	52.49	35.56	34.86	37.53	736	0
4	10:30	30.38	79.36	32.13	77.94	53.47	52.98	76.74	35.25	37.19	798	1.048
5	11:00	31.57	79.95	32.46	77.41	55.94	55.61	76.79	34.92	36.93	817	1.48
6	11:30	31.8	80.07	34.43	78.51	58.56	57.41	77.08	35.41	37.73	875	1.483
7	12:00	31.14	78.53	36.73	77.76	57.09	55.77	76.46	34.59	36.59	884	1.486
8	12:30	34.1	82.21	37.88	78.55	60.37	58.4	76.58	38.33	40.08	965	1.489
9	13:00	33.28	81.55	38.04	78.42	60.21	58.07	77.27	38.87	41.82	915	1.492
10	13:30	33.61	76.64	37.45	49.53	56.31	55.12	46.23	38.97	43.56	733	0
11	14:00	34.43	75.48	36.23	51.83	55.12	54.03	45.76	39.79	43.36	710	0
12	14:30	33.93	76.33	41.49	48.38	56.27	56.59	45.43	39.85	43.96	734	0
13	15:00	34.1	66.45	36.34	44.11	51.01	50.68	44.61	39.85	43.76	645	0
14	15:30	33.44	62.35	34.59	43.62	47.89	46.58	44.42	40.06	43.23	616	0
15	16:00	33.31	59.56	35.64	42.88	46.41	45.53	44.14	40.54	44.73	554	0
average		32.22	71.73	35.1	57.94	53.08	52.07	55.84	37.35	40.39	730.8	

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ

การคำนวณสัมประสิทธิ์การถ่ายเทพลังงานความร้อนของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์

จากการออกแบบ และสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผนเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน มีแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ขนาด 1.6 m^2 ด้านบนปิดด้วยกระจกใสชั้นเดียวการหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมดของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ คุณลักษณะของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ มีดังนี้

แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ขนาด	1.6 m^2
ค่าการส่งออก ε ของแผ่นกระจก	0.85
ค่าการส่งออก ε ของแผ่นดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์	0.96
อุณหภูมิอากาศ	34 °C
ความเร็วลมเฉลี่ย	6 m/s
ค่าการนำฉนวน	0.024 W/m^2 °C
อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์	75 °C

พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับ สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมจากสมการ (2.26)

$$U_t = \left[\frac{1}{h_{p-c}+h_{r,p-c}}+\frac{1}{h_w+h_{r,c-s}}\right]^{-1}$$

สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างแผงรับพลังงานความร้อนกับแผ่นกระจกจากสมการ (2.23)

$$h_{r,p-c} = \frac{\sigma(T_p^2+T_c^2)(T_p+T_c)}{\frac{1}{\varepsilon_p}+\frac{1}{\varepsilon_c}-1}$$

$$= \frac{5.669\,x\,10(75^2+55^2)(75\ \ +55\ \ )}{\frac{1}{0.96}+\frac{1}{0.85}-1}$$

$$h_{r,p-c} = 0.052 \quad W/m^2\,^\circ C$$

อุณหภูมิของท้องฟ้าคำนวณได้จากสมการ (2.21)

$$T_s = T_{air} - 6$$

$$= 34 - 6$$

$$T_s = 28 \quad ^\circ C$$

สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างแผ่นกระจกกับแสงอาทิตย์ จากสมการ (2.24)

$$h_{r,c-s} = \varepsilon_c \sigma (T_c^2 + T_s^2)(T_c + T_s)$$

$$= 0.85x(5.669x10^{-8})(55^2 + 28^2)\,(55+28)$$

$$= 0.015 \quad W/m^2\,^\circ C$$

สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีระหว่างแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์กับแผ่นกระจก จากสมการ (2.25)

$$h_{p-c} = \frac{(1 - 0.0018(\bar{T} - 10))1.14(\Delta T)^{0.31}}{1^{0.07}}$$

$$= \frac{(1-0.0018(75-10))1.14(15)^{0.31}}{1^{0.07}}$$

$$h_{p-c} = 2.33 \quad W/m^2\,^\circ C$$

สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเนื่องจากลม จากสมการ (2.22)

$$h_w = 5.7 + 3.8v$$

$$= 5.7 + (3.8 \times 6)$$

$$h_w = 28.5 \quad W/m^2\,^\circ C$$

ดังนั้นสามารถหาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมได้

$$U_t = \left[\frac{1}{h_{p-c} + h_{r,p-c}} + \frac{1}{h_w + h_{r,c-s}} \right]^{-1}$$

$$= \left[\frac{1}{2.33 + 0.052} + \frac{1}{28.5 + 0.015}\right]^{-1}$$

$$= 3.20 \quad W/m^2\,^\circ C$$

พลังงานความร้อนที่เครื่องผลิตน้ำร้อนได้รับ โดยพลังงานความร้อน จากสมการ (2.30)

$$Q_u = A_c F' [I_T(\tau\alpha)_e - U_L(T_{pm} - T_a)$$

และสำหรับตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ที่ไม่คิดการดูดกลืนที่แผ่นปิดโปร่งแสง จากสมการ (2.9)

$$(\tau\alpha)_e \approx 1.01\,(\tau\alpha)$$

$$\approx 1.01(0.85x0.96)$$

$$(\tau\alpha)_e \approx 0.82$$

อุณหภูมิของของไหลทำงานเฉลี่ย (T_{fim}) แผงรับรังสีคำนวณได้จากสมการ (2.32)

$$T_{fim} \cong (T_{fo} + T_{fi})/2$$

$$\cong (80 + 36)/2$$

$$\cong 58$$

ดังนั้นพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เครื่องผลิตน้ำร้อนได้รับ

$$Q_u = 1.6\,[886x0.83) - 3.20(58-34)]$$

$$= 1054.4 \quad W/m^2$$

ค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ จะเป็นดัชนีที่ใช้บอกความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์คำนวณได้จากสมการ (2.34)

$$\eta_{th} = \frac{Q_u}{I_T A_c} \times 100$$

$$= \frac{1054.4}{(886 \times 1.6)} \times 100$$

$$= 74\%$$

การคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

จากผลการทดลองเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

น้ำในถังเก็บน้ำร้อนมีปริมาตร 20 ลิตร

ค่าเฉลี่ยจำเพาะที่ความดันคงที่ $C_{p,w}$ = 4.18 kJ/kg °K

$T_{initial,s}$ = 29 °C (เวลา 09.00 น.)

$T_{initial,s}$ = 69 °C (เวลา 16.00 น.)

ปริมาณความร้อนในถังเก็บน้ำร้อน หาได้จากสมการ (2.37)

$$Q_s = m_{w,s} \times C_{p,w} \times (T_{end,s} - T_{initial,s})$$

$$= 20 \times 4180 \times (69-29)$$

$$Q_s = 3344 \text{ kJ}$$

ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบทำน้ำร้อน จากสมการ (2.38)

$$\eta_t = \frac{Q_s}{H_{tot}} \times 100$$

$$= \frac{3344}{11273} \times 100$$

$$= 30\%$$

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การลงทุนออกแบบสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน โดยทำการจัดสร้างจากวัสดุและอุปกรณ์ที่จัดหาซื้อได้ง่ายและมีขายทั่วไป โดยได้ลงทุนไปเป็นจำนวนเงิน 14,170 บาท มีอายุการใช้งานคาดว่าประมาณ 10 ปี ไม่คิดมูลค่าซาก ซึ่งสามารถวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้ดังนี้

รายการค่าวัสดุ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา
1.	เหล็กแผ่นขนาด 3 mm	2 แผ่น	2,400 บาท
2.	เหล็กฉากขนาด 1 1/2”	2 เส้น	380 บาท
3.	เหล็กฉากขนาด 1 1/2”	2 เส้น	300 บาท
4.	กระจกใสขนาด 6 mm	6 ฟุต	540 บาท
5.	แผงคอนเด็นเซอร์	4 แผง	4,800 บาท
6.	ท่อทองแดง 3/8”	1 ม้วน	800 บาท
7.	ข้องอทองแดง 3/8” 90 องศา	5 ตัว	250 บาท
8.	ข้องอทองแดง 3/8” 45 องศา	5 ตัว	250 บาท
9.	ข้อต่อสามทาง 3/8”	4 ตัว	200 บาท
10.	แฟร์นัททองแดง 3/8”	8 ตัว	400 บาท
11.	ฉนวนกันความร้อนแบบท่อ 1/4”	3 เส้น	150 บาท
12.	ฉนวนกันความร้อนแบบแผ่น 1”	1 แผ่น	1,200 บาท
13.	สีสเปร์	2 กระป๋อง	200 บาท
14.	เอทานอล 99.80 %	12 ขวด	1,800 บาท
15.	ล้อ ขนาด 4”	4 ตัว	400 บาท
	รวม		**14,170 บาท**

วิธีการประเมินโดยคิดระยะเวลาการคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / (รายได้เฉลี่ยตลอดปี – ค่าใช้จ่ายตลอดปี)

กรณีที่ 1 วิเคราะห์ระหว่างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องทำน้ำอุ่น ขนาด 3500 W

กำหนดให้ค่าใช้จ่ายจากกระแสไฟฟ้าของเครื่องผลิตน้ำร้อนเป็นรายได้เฉลี่ยตลอดปี โดยเฉลี่ยใช้งาน 8 เดือน/ปี เครื่องทำน้ำอุ่น ขนาด 3500 W ใช้งาน 1.5 ชั่วโมง/วัน เป็นเวลา 8 x 30 วัน/ปี เท่ากับ 240 วัน/ปี คิดที่ค่าไฟฟ้า 3.5 บาท/หน่วย

รายได้เฉลี่ยตลอดปี $= \left[(3.5 \times 1.5)\left(\frac{\text{unit}}{\text{day}}\right)(8 \times 30)\left(\frac{\text{day}}{\text{year}}\right)\right] \times (3.5)\left(\frac{\text{bath}}{\text{unit}}\right)$

$=$ 4,410 บาท / ปี

ค่าใช้จ่ายตลอดปี = 0 (ไม่มีค่าใช้จ่ายตลอดปี)

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / (รายได้เฉลี่ยตลอดปี – ค่าใช้จ่ายตลอดปี)

$= \left[\frac{14,170}{4,410 - 0}\right]$

= 3.21 ปี

ดังนั้นระยะเวลาการคืนทุน เท่ากับ 3 ปี 2 เดือน

อัตราการคืนทุน = รายรับ – (ค่าเสื่อมราคา + ค่าใช้จ่ายรายปี) / ต้นทุน

ค่าเสื่อมราคารายปี = ต้นทุน / อายุการใช้งาน

$= \left[\frac{14,170}{10}\right]$

= 1,417 บาทต่อปี

$= \left[\frac{4,410 - (1,417 + 0)}{14,170}\right]$

= 0.21

ดังนั้นอัตราการคืนทุน เท่ากับ 21%

กรณีที่ 2 วิเคราะห์ระหว่างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อนกับเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้ปั๊มน้ำขนาด 330 W

กำหนดให้ค่าใช้จ่ายจากกระแสไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำร้อนเป็นรายได้เฉลี่ยตลอดปี โดยเฉลี่ยใช้งาน 8 เดือน เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้ปั๊มน้ำขนาด 330 W ใช้งาน 7 ชั่วโมง/วัน เป็นเวลา 8 x 30 วัน/ปี คิดที่ค่าไฟฟ้า 3.5 บาท/หน่วย

รายได้เฉลี่ยตลอดปี $= \left[(0.33 \times 7)\left(\frac{\text{unit}}{\text{day}}\right)(8 \times 30)\left(\frac{\text{day}}{\text{year}}\right)\right] \times (3.5)\left(\frac{\text{bath}}{\text{unit}}\right)$

$=$ 1940.4 บาท / ปี

ค่าใช้จ่ายตลอดปี $=$ 0 (ไม่มีค่าใช้จ่ายตลอดปี)

ระยะเวลาคืนทุน $=$ เงินลงทุน / (รายได้เฉลี่ยตลอดปี – ค่าใช้จ่ายตลอดปี)

$= \left[\frac{14,170}{1,940.4 - 0}\right]$

$=$ 7.30 ปี

ดังนั้นระยะเวลาการคืนทุน เท่ากับ 7 ปี 3 เดือน

อัตราการคืนทุน $=$ รายรับ – (ค่าเสื่อมราคา + ค่าใช้จ่ายรายปี) / ต้นทุน

ค่าเสื่อมราคารายปี $=$ ต้นทุน / อายุการใช้งาน

$= \left[\frac{14,170}{10}\right]$

$=$ 1,417 บาทต่อปี

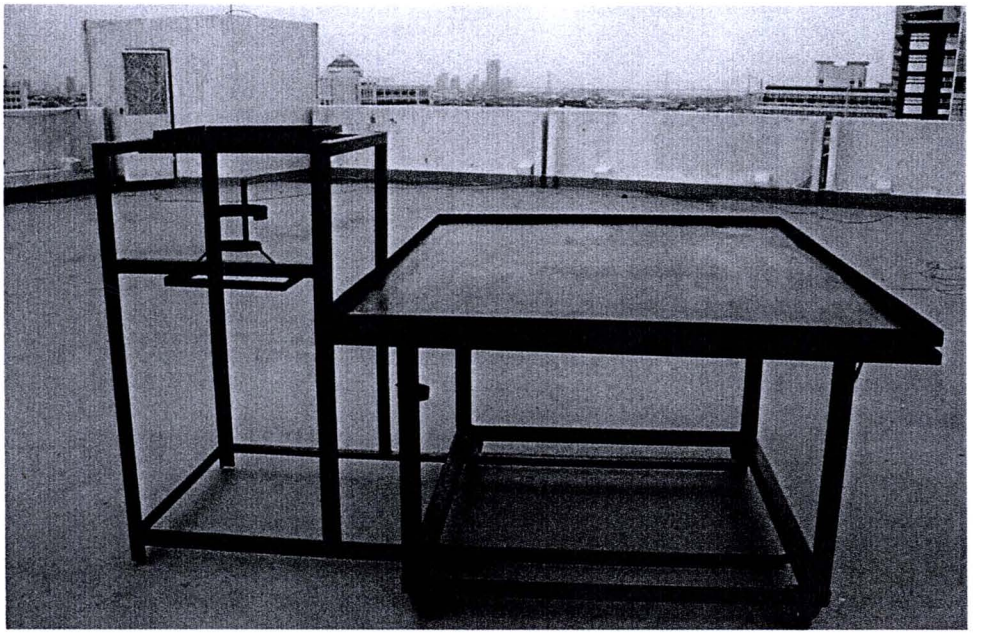
$= \left[\frac{1,940.4 - (1,417 + 0)}{14,170}\right]$

$=$ 0.036

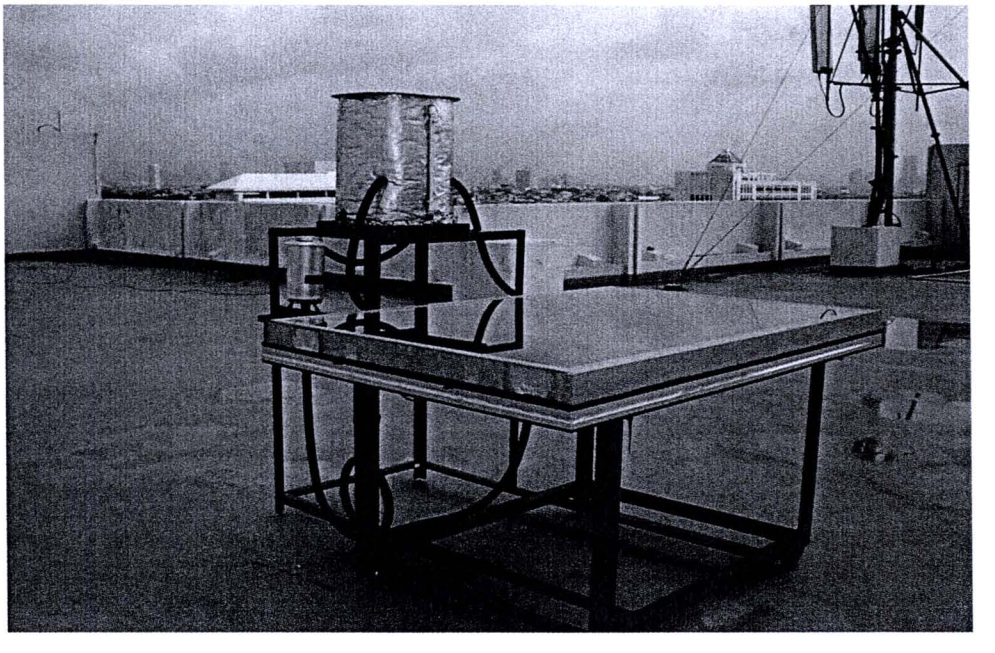
ดังนั้นอัตราการคืนทุน เท่ากับ 3.60 %

ภาคผนวก ค.

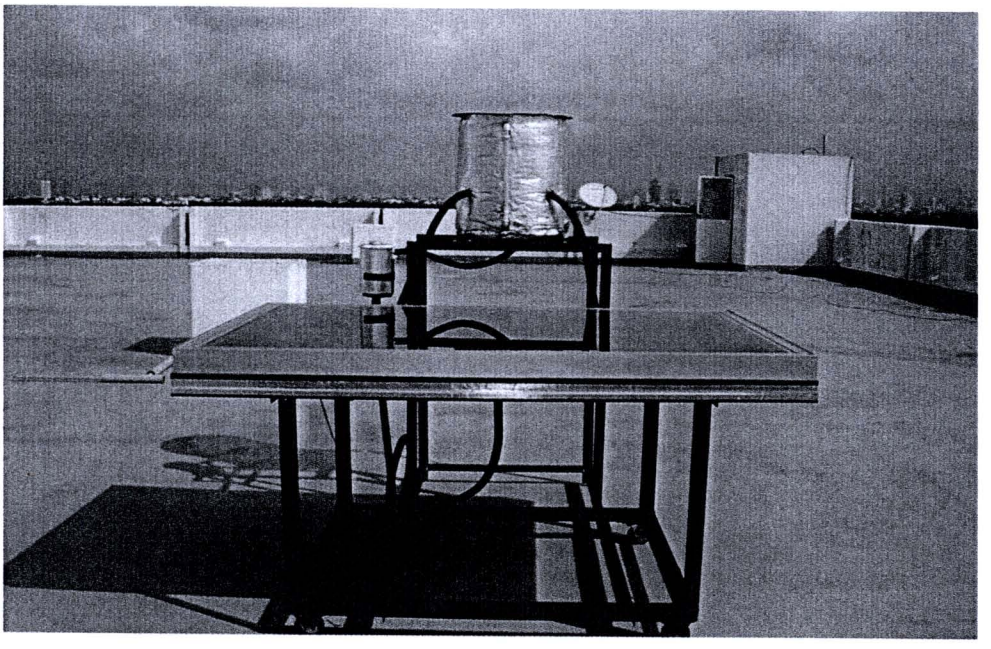
รูปเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ
โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



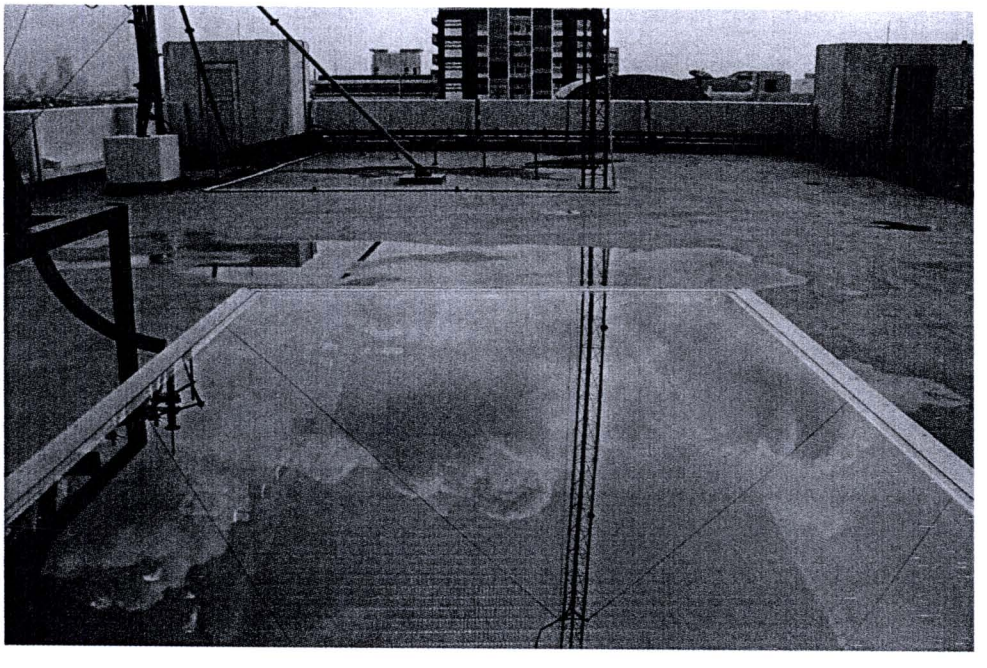
รูปที่ ค.1 โครงสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



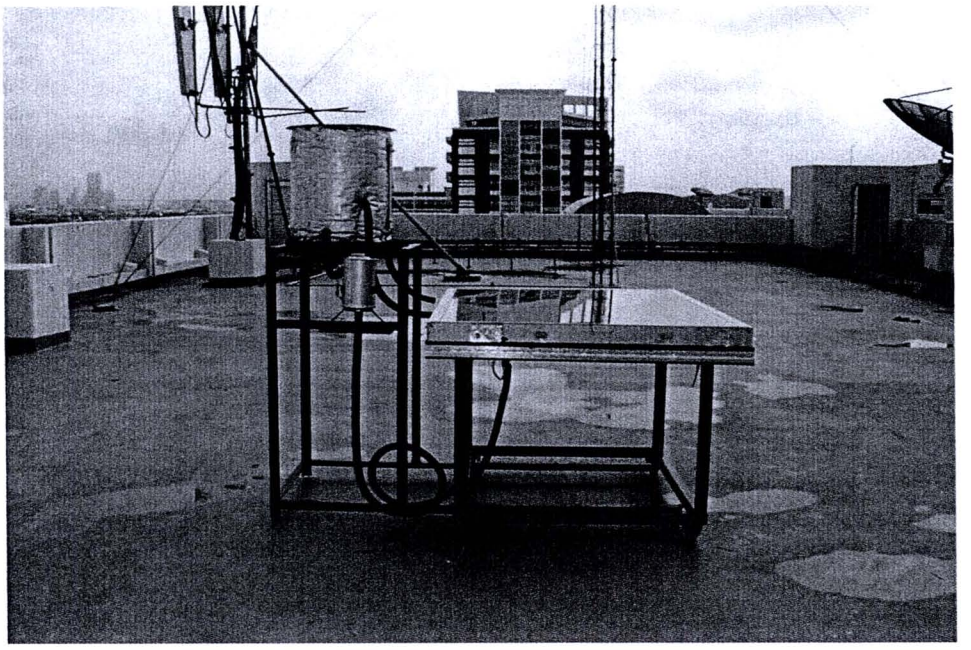
รูปที่ ค.2 เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



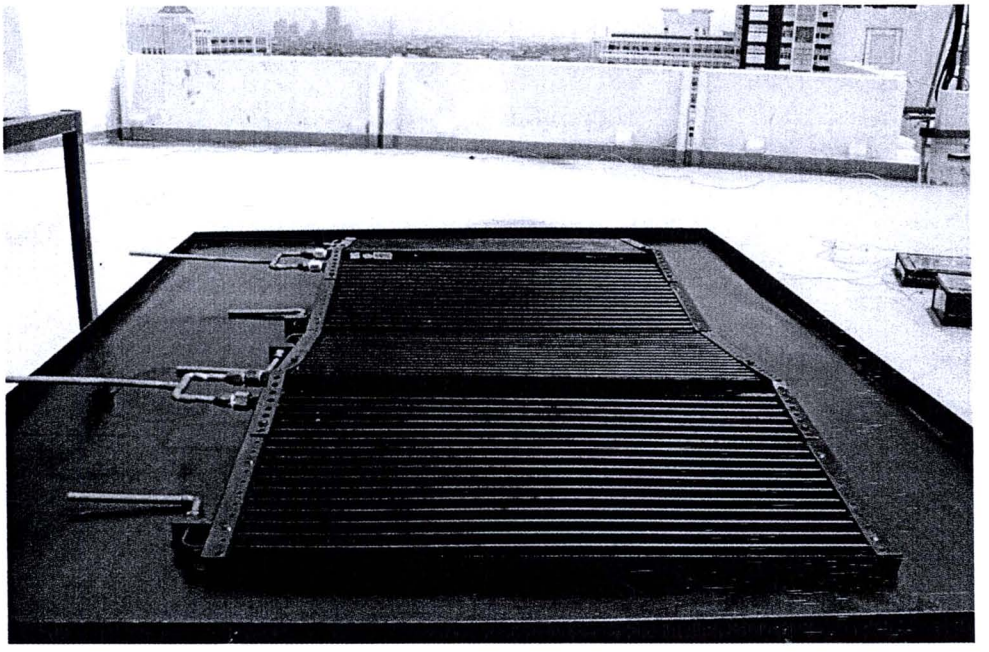
รูปที่ ค.3 ด้านหน้าของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



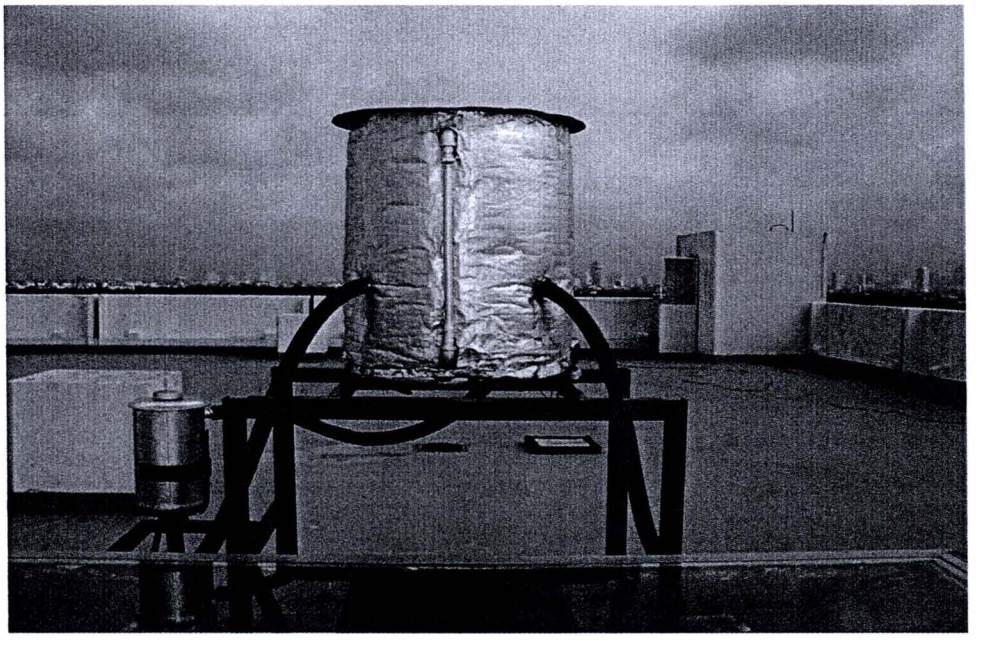
รูปที่ ค.4 ด้านบนของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



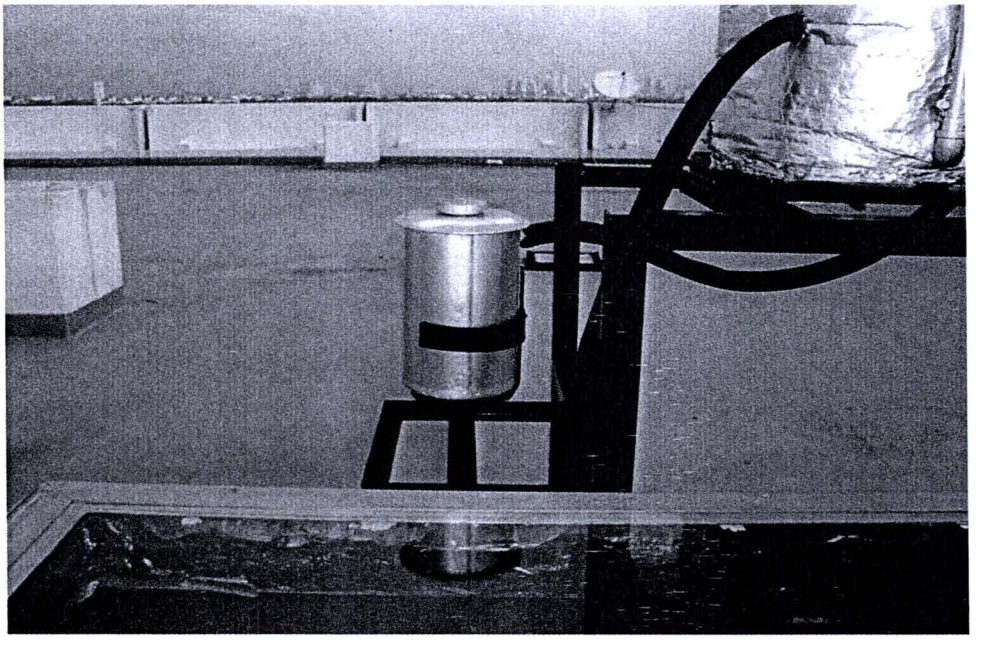
รูปที่ ค.5 ด้านบนของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



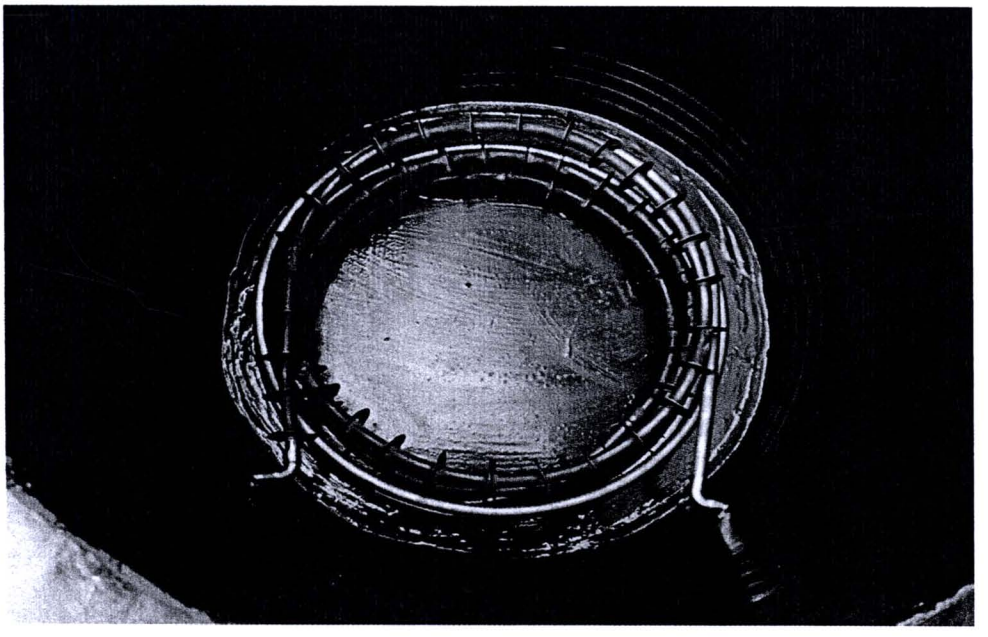
รูปที่ ค.6 แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ ค.7 ถังน้ำร้อน



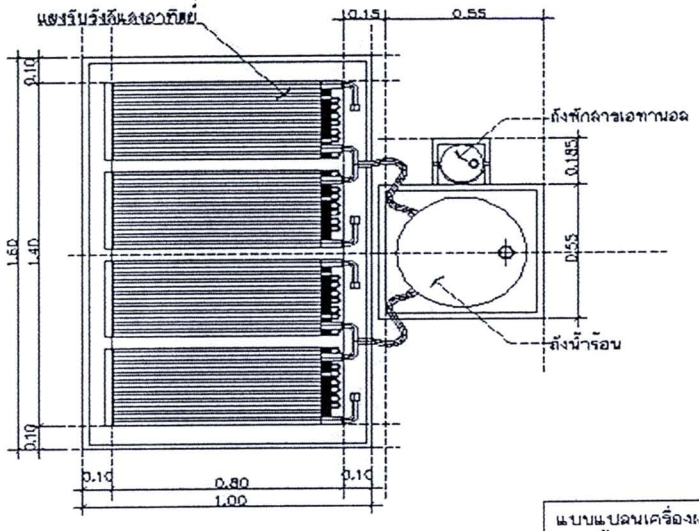
รูปที่ ค.8 ถังพักสารเอทานอล



รูปที่ ค.9 ขดท่อแลกเปลี่ยนความร้อน

ภาคผนวก ง.

แบบแปลนเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ
โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน



สัญลักษณ์การมองรูปด้าน

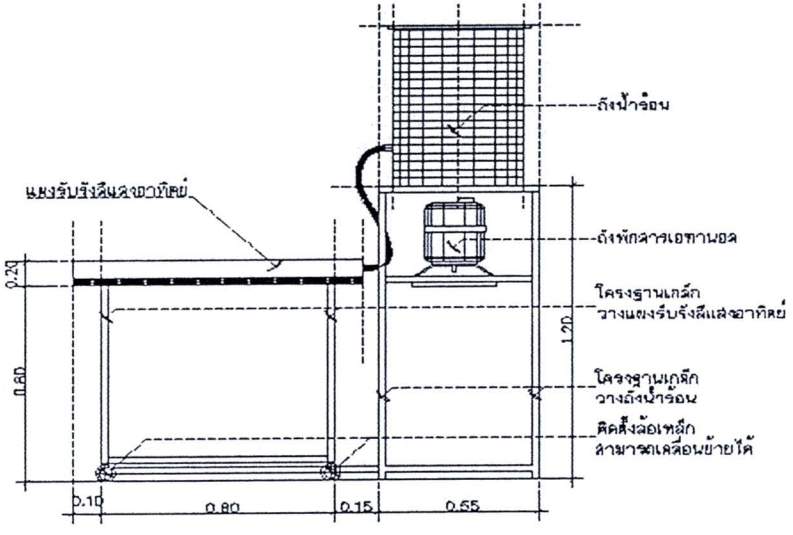
แบบแปลนเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ
โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

มาตราส่วน 1:20

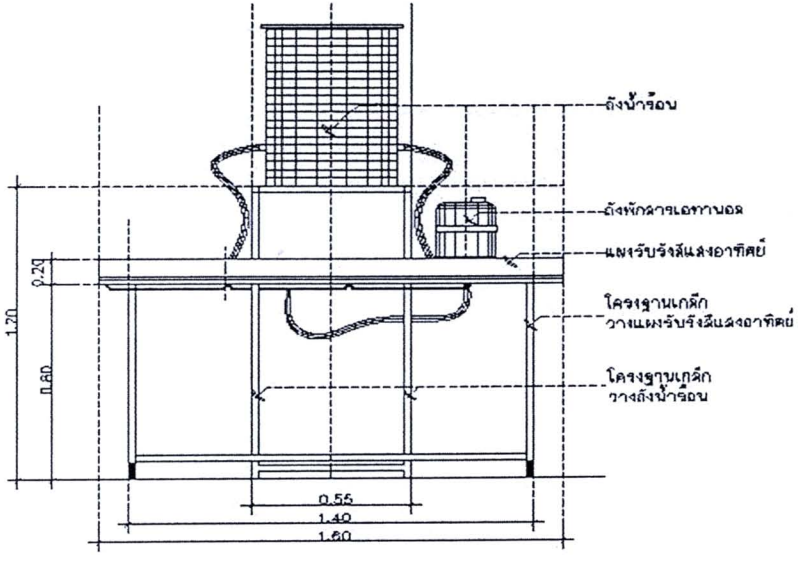
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

แบบ: ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงาน
แสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

เขียนแบบ : นายจรูวัศ์ ดธรินทร์



รูปด้าน 1

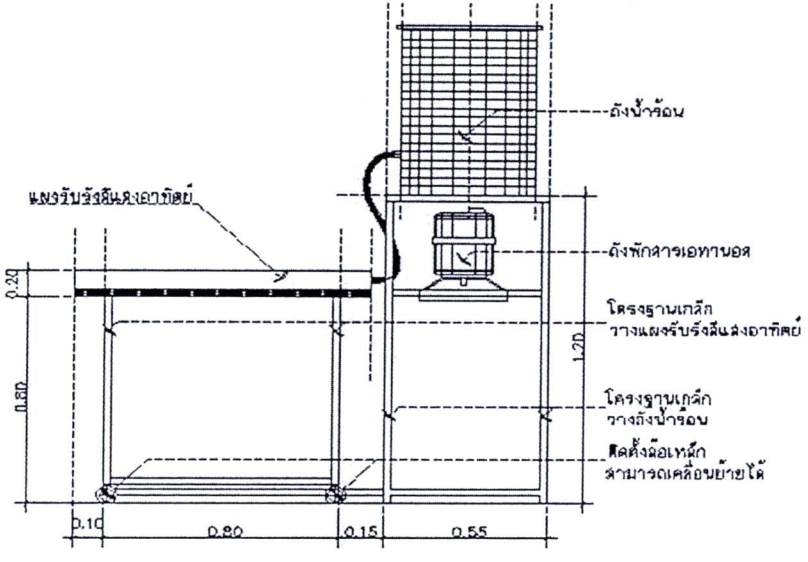


รูปด้าน 2

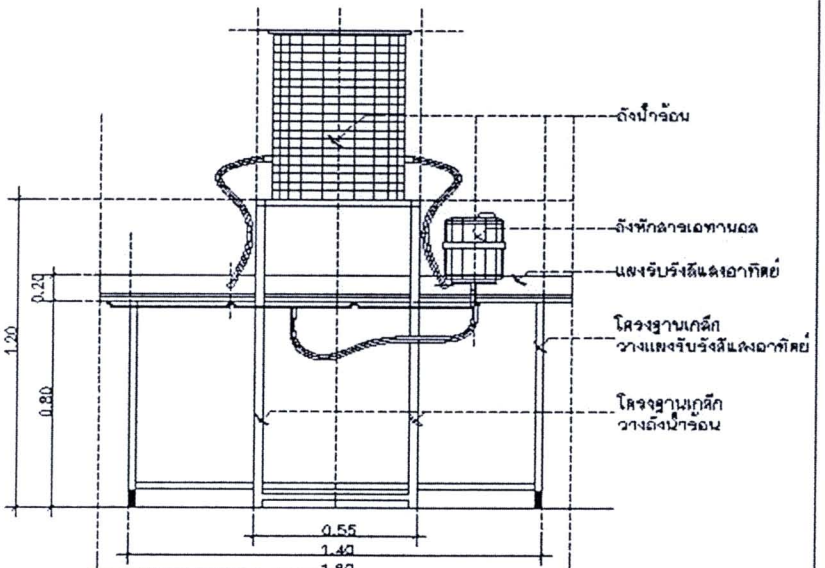
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

แบบ: ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงาน
แสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

เขียนแบบ : นายครูวัศร์ สธรินทร์



รูปด้าน 3



รูปด้าน 4

	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	แบบ: ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนด้วยงาน และอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารเปลี่ยนความร้อน
	เขียนแบบ : นายศรุวิศว์ สุวินทร์

ภาคผนวก จ.

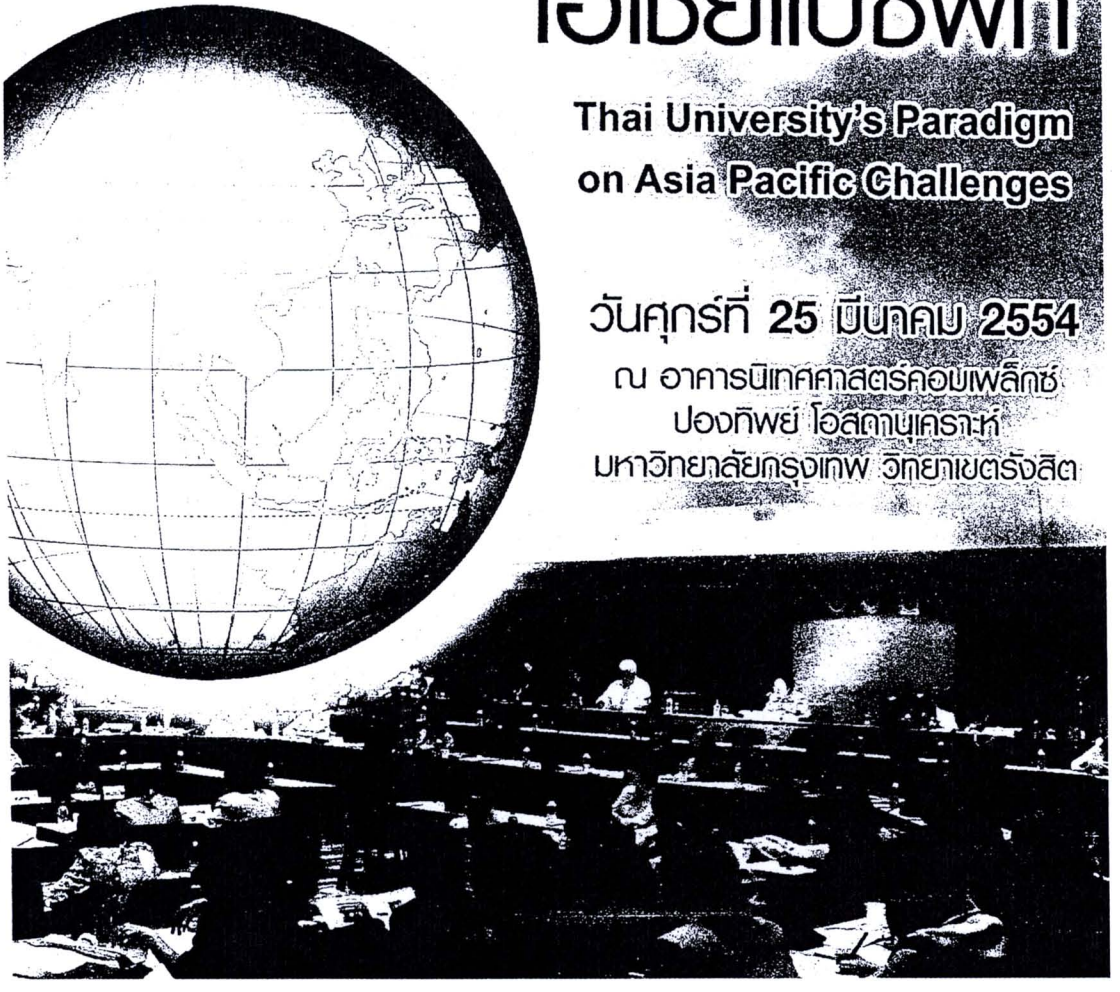
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ
BANGKOK UNIVERSITY RESEARCH CONFERENCE

กระบวนทัศน์ มหาวิทยาลัยไทย บนความท้าทายของ เอเชียแปซิฟิก

Thai University's Paradigm on Asia Pacific Challenges

วันศุกร์ที่ 25 มีนาคม 2554
ณ อาคารนิเทศศาสตร์คอมเพล็กซ์
ปองทิพย์ โอสถานุเคราะห์
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต



สารบัญ

สารจากอธิการบดี (3)

กำหนดการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ (5)

ตารางการนำเสนอผลงาน (7)

ผลงานนักวิชาการ-นักวิจัย

กลุ่มสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ 3

กมลชนก บัวดี จิรายุ ศรีละบุตร ประจักษ์ ทูลกสิกร กิตติพงษ์ สุวิโร และ ประชุม คำพุฒ

เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน 4

จรุวัตร์ คชรินทร์ ทวีวัฒน์ สุภารส สุจินต์ จิระชีวะนันท์ และ มานนท์ สังข์กลิ่นหอม

การอบแห้งกุ้งด้วยพลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานความร้อน 6

ทเนจ นาคปนคำ ทวีวัฒน์ สุภารส สุจินต์ จิระชีวะนันท์ สุภาณี จอมคำสิงห์ ศุภชัย ปัญญาวีร์ และ ณัฐพล รุ่นประแสง

การพัฒนาโปรแกรมวินิจฉัยโรคเบื้องต้นบนโทรศัพท์มือถือพีดีเอ 8

ปิยะ วราบุญทวีสุข ฤทัย เตชะบูรณเทพาภรณ์ และ ธรากร ปราชญ์เมธีกุล

การออกแบบเส้นทางเดินและควบคุมเครื่องซีเอ็นซีโดยตัวควบคุมพีไอดีด้วยวิธีการแบ่งช่วงย่อย 9

รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และจิตสราญ สีกู่กา

การศึกษาและออกแบบสำหรับระบบทางกลของกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กแกนตั้ง โดยอาศัยหลักการทางด้านพลศาสตร์ของไหลช่วยในการคำนวณ 10

วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล

การควบคุมความร้อนผ่านกรอบอาคารด้วยม่านปรับแสงอัตโนมัติ 12

สุรชาติ ปัญญา ทวีวัฒน์ สุภารส ดาริกา สนามพล ธีรรัตน์ ใยสว่าง ศุภชัย ปัญญาวีร์ และ ณัฐพล รุ่นประแสง

เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน

A Flat Plate Solar Hot Water Using Ethanol for Heat Exchange

จรุวัตร์ คชรินทร์[1] ทวีวัฒน์ สุภารส[2] สุจินต์ จิระชีวะนันท์[3] และ มานนท์ สังข์กลิ่นหอม[4]

[1] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2, 3, 4] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน โดยมีแผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบติดตั้งแผงคอนเดนเซอร์ จำนวน 4 แผง มีขนาดพื้นที่ 0.914 m^2 ด้านบนปิดด้วยกระจกหนา 5 mm จำนวน 1 ชั้น มีถังน้ำร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 cm สูง 50 cm หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน และมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนขดคอยล์อยู่ภายในถังน้ำร้อน โดยใช้สารเอทานอลเป็นสารทำงานไหลเวียนภายในระบบแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำในสภาพที่เดือดกลายเป็นไอ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับ และสารเอทานอลจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลวเมื่อผ่านน้ำ ไหลกลับเข้าสู่ถังพักก่อนที่จะไหลกลับไปยังแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ จากผลการทดลองการสร้างแผงรับรังสีสามารถทำให้อุณหภูมิสูงได้ถึง 82 องศาเซลเซียส จึงทำให้สารเอทานอลสามารถเดือดกลายเป็นไอขับดันตัวเองให้ไหลเวียนภายในระบบผลิตน้ำร้อน สามารถทำให้น้ำภายในถังเก็บมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 69 องศาเซลเซียสโดยการถ่ายเทความร้อนได้ดีอยู่ในช่วงระหว่างเวลา 12.00-13.30 นาฬิกา และจากผลการทดลองยังสามารถนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณ เพื่อหาสมรรถนะทางความร้อนของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ โดยได้ค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีแสงอาทิตย์สูงสุด ที่ 77 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถนำผลการทดลองที่ได้มาคิดคำนวณ เพื่อหาสมรรถนะทางความร้อนของระบบทำน้ำร้อน โดยได้ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบทำน้ำร้อนที่ 30 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การออกแบบ, เอทานอล, สมรรถนะ, แผงรับรังสีแสงอาทิตย์, การแลกเปลี่ยนความร้อน

Abstract

The research is about the design and construction of a solar hot water sheet using ethanol as a heat exchanger material and determine its performance as a solar water heater. The solar panel (Solar Collector) condenser consists of four panels 0.914 m^2 in area, covered with thick glass top 5 mm layer, in a hot water tank 40 cm diameter and 50 cm high covered with insulation. Also, heat exchanger coils are within the tank. The substance of ethanol as working fluid circulating within the heat exchange system to a state of boiling water into steam. The water temperature increases respectively. Ethanol will be condensed into a liquid when passing water flows back into the tank room before flowing back to the solar panel. The result of solar radiation can cause high temperatures to 82 degrees Celsius; so the substance of ethanol can be boiled into steam to flow within the hot water system in addition, it can cause the water inside the tank temperature to reache 69 degrees Celsius of heat transfer, well in a range between

12.00 to 13.30 PM. Experimental results obtained are there calculated to determine the thermal performance of solar collector panels. By the efficiency of solar radiation, solar maximum and 77 percent can lead to results obtained as calculated. We can determine the thermal performance of the heating system, the coefficient of thermal efficiency of the heating system at 30 percent.

Keywords: A design, Ethanol, Performance, Solar Collector, Heat exchanger

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อสกุล นายจรุวัตร์ คชรินทร์

วัน เดือน ปีเกิด 1 กันยายน 2517

ประวัติการศึกษา

ระดับอาชีวศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคชุมพร พ.ศ. 2536
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคยานยนต์
วิทยาลัยเทคนิคตรัง พ.ศ. 2538

ระดับปริญญาตรี ประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคยานยนต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมวัน พ.ศ. 2540

ระดับปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2554

ประวัติการทำงาน อาจารย์ 1 ระดับ 3 สาขาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคพังงา พ.ศ. 2540

ครู ค.ศ.2 สาขาช่างยนต์
วิทยาลัยเทคนิคระนอง พ.ศ. 2546

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ จรุวัตร์ คชรินทร์, สุจินต์ จิระชีวะนันท์ และ มานนท์ สังข์กลิ่นหอม, 2554, “การผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน”, **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ : กระบวนทัศน์ มหาวิทยาลัยไทยบนความท้ายทายของเอเชียแปซิฟิก**, 25 มีนาคม 2554, ณ อาคารนิเทศศาสตร์คอมเพล็กซ์ ปองทิพย์ โอสถานุเคราะห์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต, หน้า 4.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า นายจรุวัตร์ คชรินทร์ รหัสประจำตัว 52402401 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี อยู่บ้านเลขที่ 155/19 หมู่ 3 ตำบลบางนอน อำเภอเมือง จังหวัดระนอง รหัสไปรษณีย์ 85000 ขอโอนลิขสิทธิ์ในวิทยานิพนธ์ให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีรศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล ตำแหน่งคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลง ดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ รศ.ทวีวัฒน์ สุภารส อาจารย์ที่ปรึกษา ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตามข้าพเจ้าจะต้องระบุวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบปี (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคตโดยให้

เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วย การบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์

(นายจรูวัตร์ คชรินทร์)

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์

(รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)

ลงชื่อ.....พยาน

(รศ.ทวีวัฒน์ สุภารส)

ลงชื่อ.....พยาน

(นางกิ่งแก้ว ผลตระกูล)