รลข.01

ทะเบียนข้อมูลเลขที่ ว1. 6798

หนังสือรับรองการแจ้งข้อมูล
ลิขสิทธิ์
ออกให้เพื่อแสดงว่า
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ได้แจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ ประเภทงาน วรรณกรรม

ลักษณะงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อผลงาน โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงาน

แสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2) ไว้ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา

ตามคำขอแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 358958 เมื่อวันที่ 18 เดือน กันยายน พ.ศ. 2560

ให้ไว้ ณ วันที่ 21 เดือน กันยายน พ.ศ. 2560

ลงชื่อ.....

นางสาวอำพันธ์ เดชสกุลชัย

นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักลิขสิทธิ์

หมายเหตุ 1. เอกสารนี้มิได้รับรองความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์

2. การเปลี่ยนแปลงรายการข้างต้น ให้ดูด้านหลัง

โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2)

จัดทำโดย

รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพร ไชยญาติ

วิทยาลัยพลังงานทดแทน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มิถุนายน 2559

คำนำ

บทที่ 1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2).....1
บทที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์.....9
2.1 Worksheet.....9
2.1.1 Design Thermal (hour).....9
2.1.2 Average Temp.....74
2.1.3 Average IT.....78
2.1.4 Data.....83
2.2 Modules.....84
2.2.1 Module1.....84
2.2.2 Module2.....90
2.2.3 Module3.....90
2.2.4 Module4.....93

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2) 3
รูปที่ 1.2 การเลือกเดือนและตำแหน่งที่ตั้งของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....4
รูปที่ 1.3 การเลือกลักษณะพื้นสะท้อนของรังสีอาทิตย์ที่มาจากสิ่งแวดล้อม และการคำนวณค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงของเดือนและตำแหน่งที่ตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....4
รูปที่ 1.4 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม.....5
รูปที่ 1.5 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม.....6
รูปที่ 1.6 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนโดยค่ารังสีอาทิตย์ทางทฤษฎี.....7
รูปที่ 1.7 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนโดยค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้จากการตรวจวัด.....7
รูปที่ 1.8 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำแบบแบ่งชั้นของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อน.....8
รูปที่ 1.9 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำแบบแบ่งชั้นของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อน ณ เวลาต่าง ๆ.....8
รูปที่ 2.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2) 10

บทที่ 1
โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2)

โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2) พัฒนาโดยโปรแกรม Microsoft excel ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Basic Application (VBA) เพื่อใช้ในการออกแบบระบบผลิตน้ำร้อนที่ใช้แหล่งความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) และมีการแบ่งชั้นของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อน (Stratified tank) ซึ่งลักษณะของโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งานจะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.1

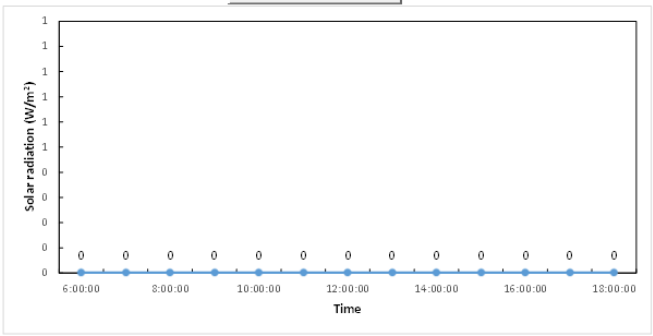
Developed by: Associate Professor Dr.Nattaporn Chaiyat

Benzaky 2016 : Solar Water Heating System (Version 2)

Initial condition

Start water temperature ($T_{HW,Tank}$)		30.00	°C
Year day (for year have 365 day, n) and solar radiation	Input		
		162	
Daily global radiation on a horizontal surface (H)		16.88	MJ/m²·day
Location	Input		
Latitude of solar collector location (ϕ)		13.7800	°N
Longitude of solar collector location (L_{loc})		100.6300	°
Local constant coefficients	a_1	0.7920	
	a_2	-0.2500	
	b_1	0.1890	
	b_2	0.4710	
Attitude (β)		13.7800	°
Azimuth (γ)		0.0000	°
Reflectance of the foreground (ρ)	Input	0.8000	

Calculate solar radiation

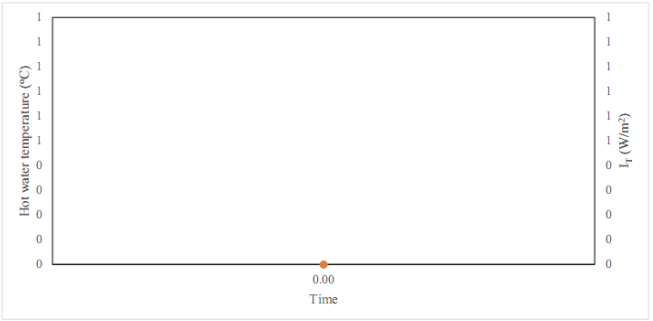


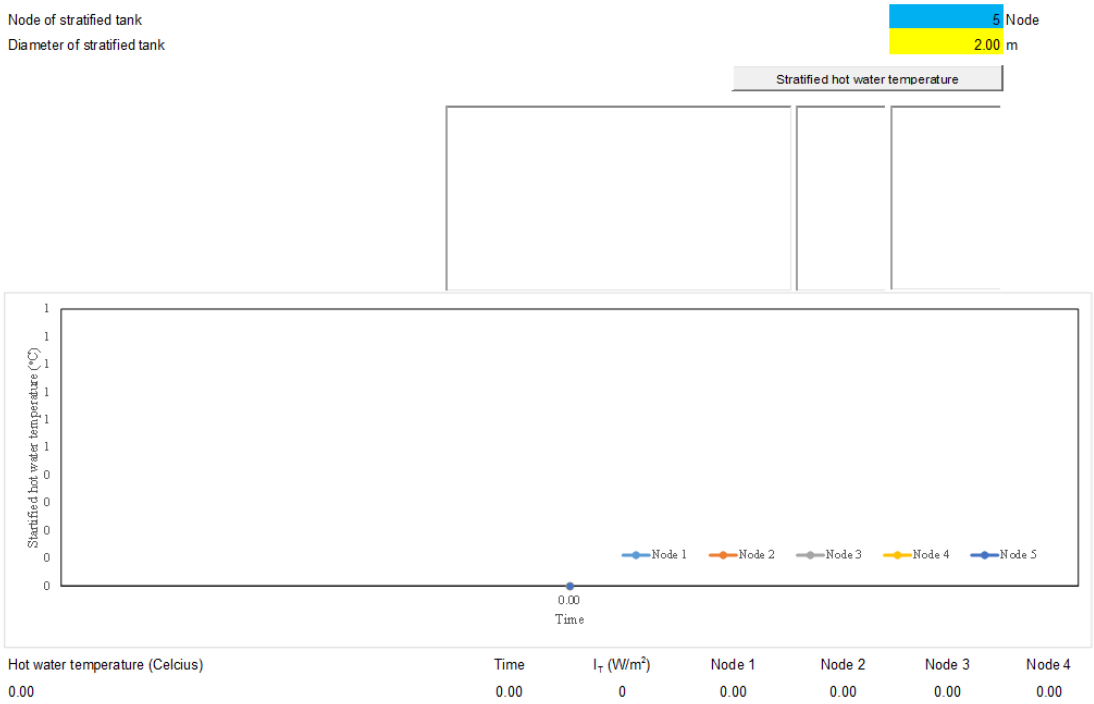
Capacity of storage water tank (V_{Tank})		150.00	L
Type of solar collector	Input		
Heat romove factor ($F_R(\tau\alpha)$)		0.8100	
Heat loss factor (F_RU_L)		2.5500	W/m²·K
Area of solar collector (A_{SC})		2.4000	m²
Mass flow rate of hot water circulate in each solar collector ($\dot{m}_{SC,Unit}$)		0.0430	kg/s
Heat transfer of storage (UA)		3.00	W/K
Number of solar collector (N_{SC})		1.00	Unit
Number of each solar collector row ($N_{SC,Series}$)		1.00	Unit
Number of each solar collector collumn ($N_{SC,Pararell}$)	Calculate number of column		
Volume flow rate of supplied hot water (V_{Sup})	Optimal mass flow rate		L/s
Temperature setting of auxiliary heat (T_{Set})		60.00	°C
Heat rate of auxiliary heat (Q_{Aux})		0.00	kW
Using of useful heat (Q_{Sup} and T_{Sup})	1.00 kW	60.00	°C
Different temperature of supplied hot water		5.00	°C
Different water temperature to cut pump		1.00	°C
Filling water temperature in storage tank		30.00	°C

Clear gharp

Start	Stop	Step	Period
Time			

Calculate hot water temperature | Calculate from measuremented IT

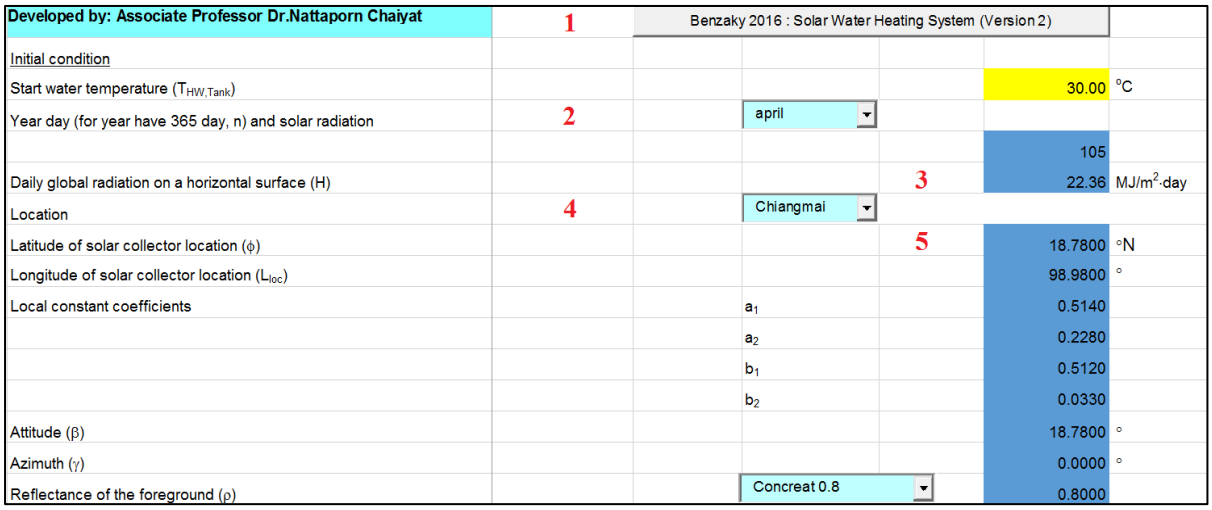




รูปที่ 1.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2)

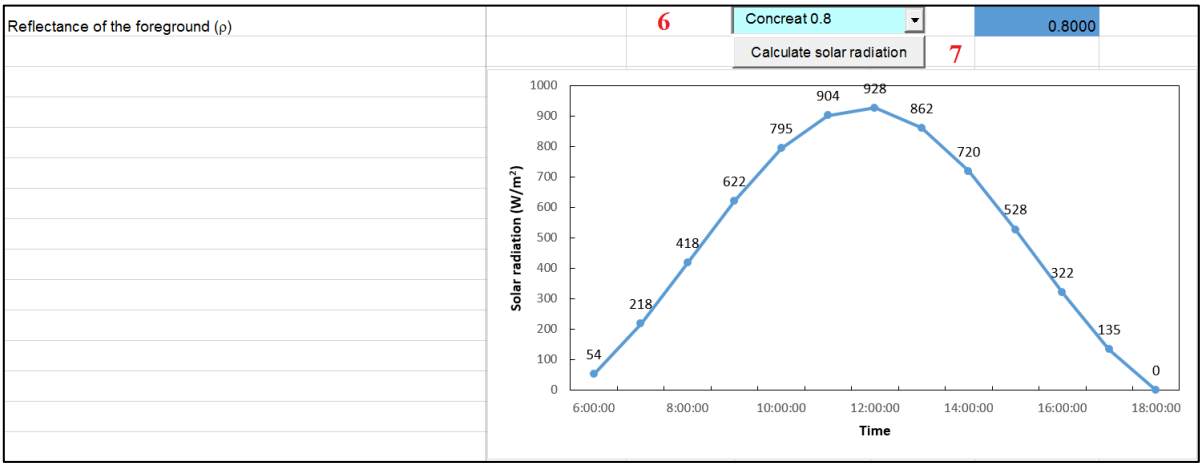
โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2) มีขั้นตอนการใช้งานดังต่อไปนี้

1. กดปุ่ม Benzaky 2016 : Solar Water Heating System (Version 2) (หมายเลข 1) เพื่อเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม และทำการดึงค่าพื้นฐานต่าง ๆ มาไว้สำหรับรองรับการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 1.2
2. ทำการเลือกเดือนในการคำนวณ (หมายเลข 2)
3. ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่ารังสีรวมรายวันในแนวระดับ ให้ทำการแก้ไขค่าในช่อง Daily global radiation on a horizontal surface (H) (หมายเลข 3)
4. ทำการเลือกตำแหน่งที่ตั้งในการคำนวณ (หมายเลข 4)
5. ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าตำแหน่งที่ตั้งในการคำนวณ ให้ทำการแก้ไขค่าในช่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (หมายเลข 5)
   - Latitude of solar collector location (ϕ)
   - Longitude of solar collector location (L_{loc})
   - Local constant coefficients (a_1, a_2, b_1 และ b_2)
   - Attitude (β)
   - Azimuth (γ)



รูปที่ 1.2 การเลือกเดือนและตำแหน่งที่ตั้งของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

6. ทำการเลือกลักษณะพื้นสะท้อนของรังสีอาทิตย์ที่มาจากสิ่งแวดล้อม (คอนกรีต ดินหรือพื้นหญ้า) ในการคำนวณ (หมายเลข 6) ดังแสดงในรูปที่ 1.3
7. ทำการคำนวณค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงของเดือน และตำแหน่งที่ตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (หมายเลข 7) โดยค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณจะถูกแสดงผลในรูปแบบตัวเลขใน Worksheet.Data เพื่อนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 1.3 การเลือกลักษณะพื้นสะท้อนของรังสีอาทิตย์ที่มาจากสิ่งแวดล้อม และการคำนวณค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงของเดือนและตำแหน่งที่ตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

8. ทำการเลือกปริมาตรของถังเก็บน้ำร้อนในการคำนวณ (หมายเลข 8) ดังแสดงในรูปที่ 1.4
9. ทำการเลือกประเภทตัวเก็บรังสีแสงอาทิตย์ (หมายเลข 9) ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าคุณลักษณะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์และลักษณะการใช้งาน ให้ทำการแก้ไขค่าในช่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- Heat remove factor ($F_R(\tau\alpha)$)
- Heat loss factor (F_RU_L)
- Area of solar collector (A_{SC})
- Mass flow rate of hot water circulate in each solar collector ($\dot{m}_{SC,Unit}$)

10. ทำการป้อนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของถังเก็บน้ำร้อน (หมายเลข 10) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 3 W/K
11. ทำการป้อนจำนวนแผงรับรังสีอาทิตย์ทั้งหมด (หมายเลข 11) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 1 Unit
12. ทำการป้อนจำนวนแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ต้องการต่ออนุกรม (หมายเลข 12) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 1 Unit
13. ทำการคำนวณจำนวนแถวของแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ต่อขนานทั้งหมด (หมายเลข 13)
14. ทำการคำนวณอัตราการไหลของน้ำที่จะนำออกไปใช้งานที่เหมาะสม (หมายเลข 14)

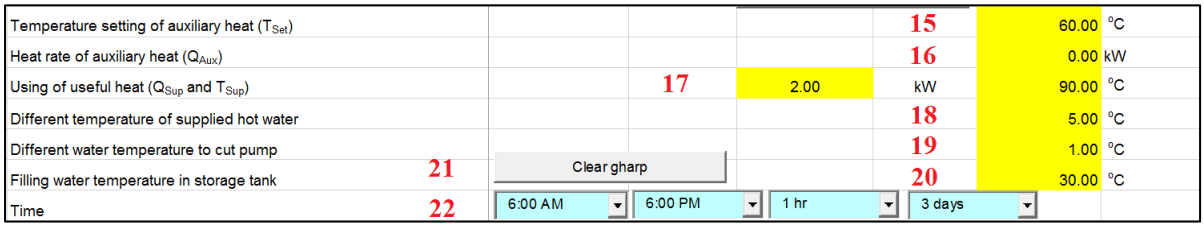
Capacity of storage water tank (V_{ST})				8	1,000.00	L
Type of solar collector		9	Evacuated tube			
Heat remove factor ($F_R(\tau\alpha)$)					0.8100	
Heat loss factor (F_RU_L)					2.5500	$W/m^2 \cdot K$
Area of solar collector (A_{SC})					2.4000	m^2
Mass flow rate of hot water circulate in each solar collector ($\dot{m}_{SC,Unit}$)					0.0430	kg/s
Heat transfer of storage tank (UA_{ST})				10	3.00	W/K
Number of solar collector (N_{SC})				11	10.00	Unit
Number of each solar collector row ($N_{SC,Series}$)				12	1.00	Unit
Number of each solar collector collumn ($N_{SC,Pararell}$)		13	Calculate number of column		10.00	
Suitable mass flow rate of supplied hot water ($\dot{m}_{Sup}$)		14	Optimal mass flow rate		0.4300	kg/s

รูปที่ 1.4 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม

15. ทำการป้อนอุณหภูมิน้ำสูงสุดในการทำงานของขดลวดความร้อนเสริม (Auxiliary heater) สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิน้ำร้อนร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (หมายเลข 15) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 60 °C ดังแสดงในรูปที่ 1.5
16. ทำการป้อนอัตราการให้ความร้อนของขดลวดความร้อนเสริม สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิน้ำร้อนร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (หมายเลข 16) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 0 kW
17. ทำการป้อนอัตราความร้อนของการใช้งานและอุณหภูมิน้ำร้อนขั้นต่ำที่ต้องการใช้น้ำร้อน (หมายเลข 17) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 1 kW และ 60 °C ตามลำดับ
18. ทำการป้อนผลต่างอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งานที่กลับเข้าสู่ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อเทียบกับอุณหภูมน้ำร้อนใช้งานออกจากระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับ

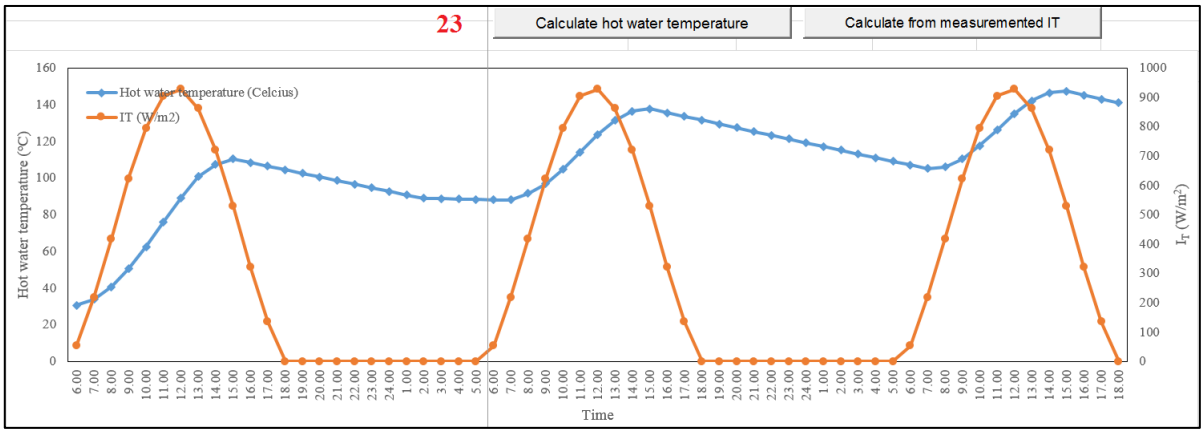
ระบบแบบปิด (Close loop system) (หมายเลข 18) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 5 ^{o}C

19. ทำการป้อนผลต่างอุณหภูมิน้ำร้อนออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์กับน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน หากอุณหภูมิน้ำร้อนที่ออกจากแผงรับรังสีอาทิตย์กับอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน มีค่าต่ำกว่าค่านี้จะทำให้ปั๊มน้ำร้อนหยุดทำงาน (หมายเลข 19) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 1 ^{o}C
20. ทำการป้อนอุณหภูมิน้ำเติมกลับเข้าสู่ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับระบบแบบเปิด (Open loop system) (หมายเลข 20) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 30 ^{o}C
21. ใช้สำหรับการลบข้อมูลในแผนภาพแสดงผลก่อนการคำนวณ (หมายเลข 21) ซึ่งโดยปกติเมื่อระบบทำการคำนวณไปก่อนหน้านี้ จะทำให้มีข้อมูลปรากฏอยู่ในแผนภาพอยู่ก่อน ทำให้บางครั้งผลการคำนวณใหม่บางส่วน เกิดการเชื่อมต่อกับข้อมูลเก่า ดังนั้นควรทำการลบข้อมูลก่อนการคำนวณใหม่ทุกครั้ง
22. ทำการเลือกช่วงเวลาเริ่มต้นและหยุดการใช้งานของระบบ ร่วมทั้งช่วงเวลาการคำนวณและระยะเวลาการคำนวณทั้งหมด (หมายเลข 22)

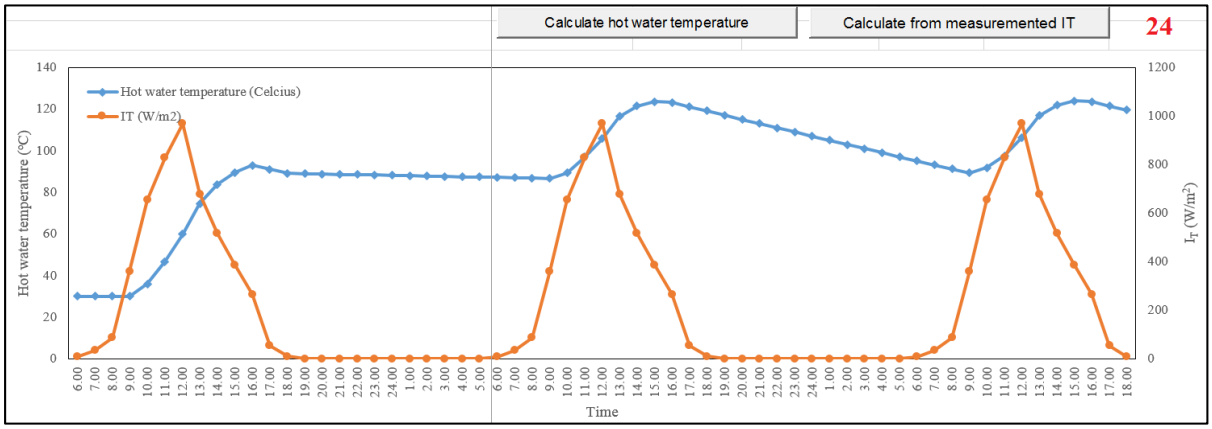


รูปที่ 1.5 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม

23. ทำการปุ่ม Calculate hot water temperature เพื่อคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนจากข้อมูลต่าง ๆ ข้างต้น (หมายเลข 23) ดังแสดงในรูปที่ 1.6
24. ในกรณีที่ต้องการนำผลการตรวจวัดค่ารังสีอาทิตย์มาใช้ สำหรับการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน (สามารถทำการป้อนข้อมูลค่ารังสีอาทิตย์ใน Worksheet.Average IT และค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมใน Worksheet.Average Temp) โดยกดปุ่ม Calculate from measuremented IT ดังแสดงในรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.6 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนโดยค่ารังสีอาทิตย์ทางทฤษฎี

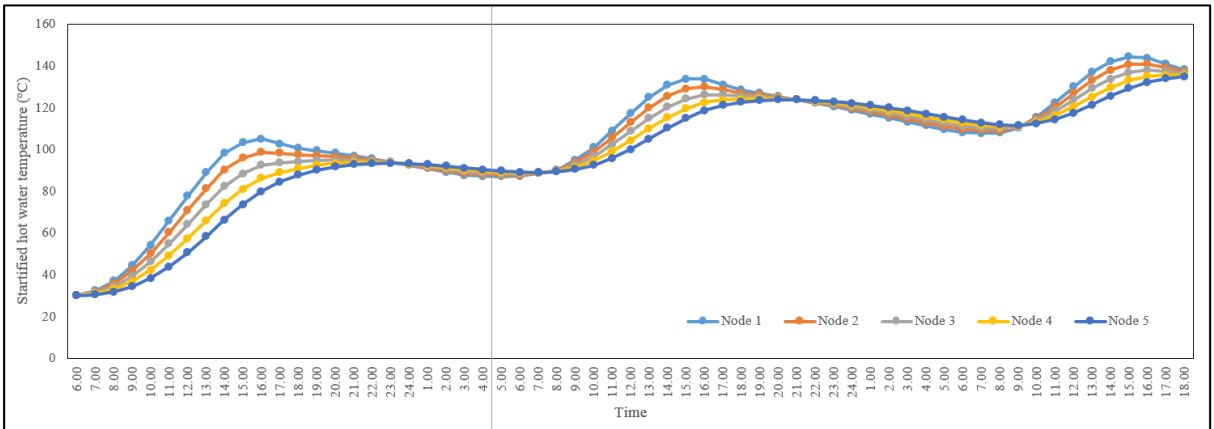


รูปที่ 1.7 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนโดยค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้จากการตรวจวัด

25. โปรแกรมจะทำการกำหนดจำนวนชั้นของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อนไว้ที่ 5 Node ซึ่งไม่สามารถแก้ไขข้อมูลในช่องดังกล่าวนี้ได้ (หมายเลข 25) ดังแสดงในรูปที่ 1.8
26. ทำการป้อนเส้นผ่านศูนย์กลางของถังเก็บน้ำร้อน (หมายเลข 26) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 1 m
27. ทำการคำนวณอุณหภูมิน้ำในชั้นต่าง ๆ ของน้ำในถังเก็บน้ำร้อน โดยการกดปุ่ม Stratified hot water temperature (หมายเลข 27) ดังแสดงในรูปที่ 1.8 และผลการคำนวณในรูปแบบตัวเลขและกราฟเส้น จะแสดงในรูปที่ 1.9

Node of stratified tank			25	5 Node
Diameter of stratified tank			26	2.00 m
		27	Stratified hot water temperature	
	542.39 -270.18 0.00 0.00 0.00 -270.18 540.59 -270.18 0.00 0.00 0.00 -270.18 542.39 -270.18 0.00 0.00 0.00 -270.18 540.59 -270.18 0.00 0.00 0.00 -270.18 540.59		T1=138.23 T2=137.39 T3=136.54 T4=135.68 T5=134.81	37856.89 32.33 281.89 31.51 36221.10

รูปที่ 1.8 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำแบบแบ่งชั้นของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อน



Hot water temperature (Celcius)	Time	I_T (W/m^2)	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4
30.57	6.00	54	30.32	30.25	30.19	30.13
33.93	7.00	218	32.3	31.85	31.41	30.96
40.57	8.00	418	36.94	35.65	34.36	33.08

รูปที่ 1.9 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำแบบแบ่งชั้นของอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อน ณ เวลาต่าง ๆ

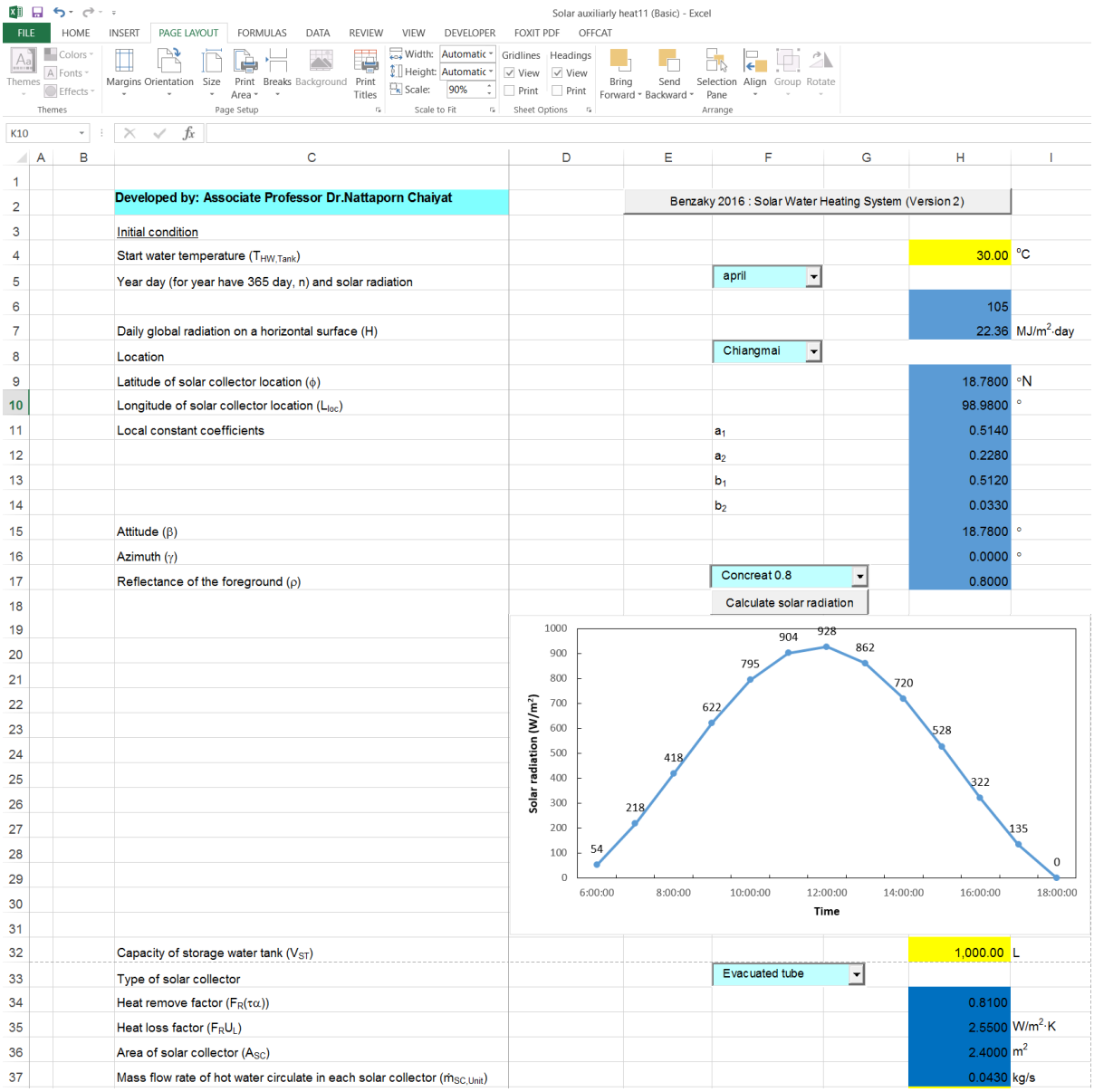
บทที่ 2

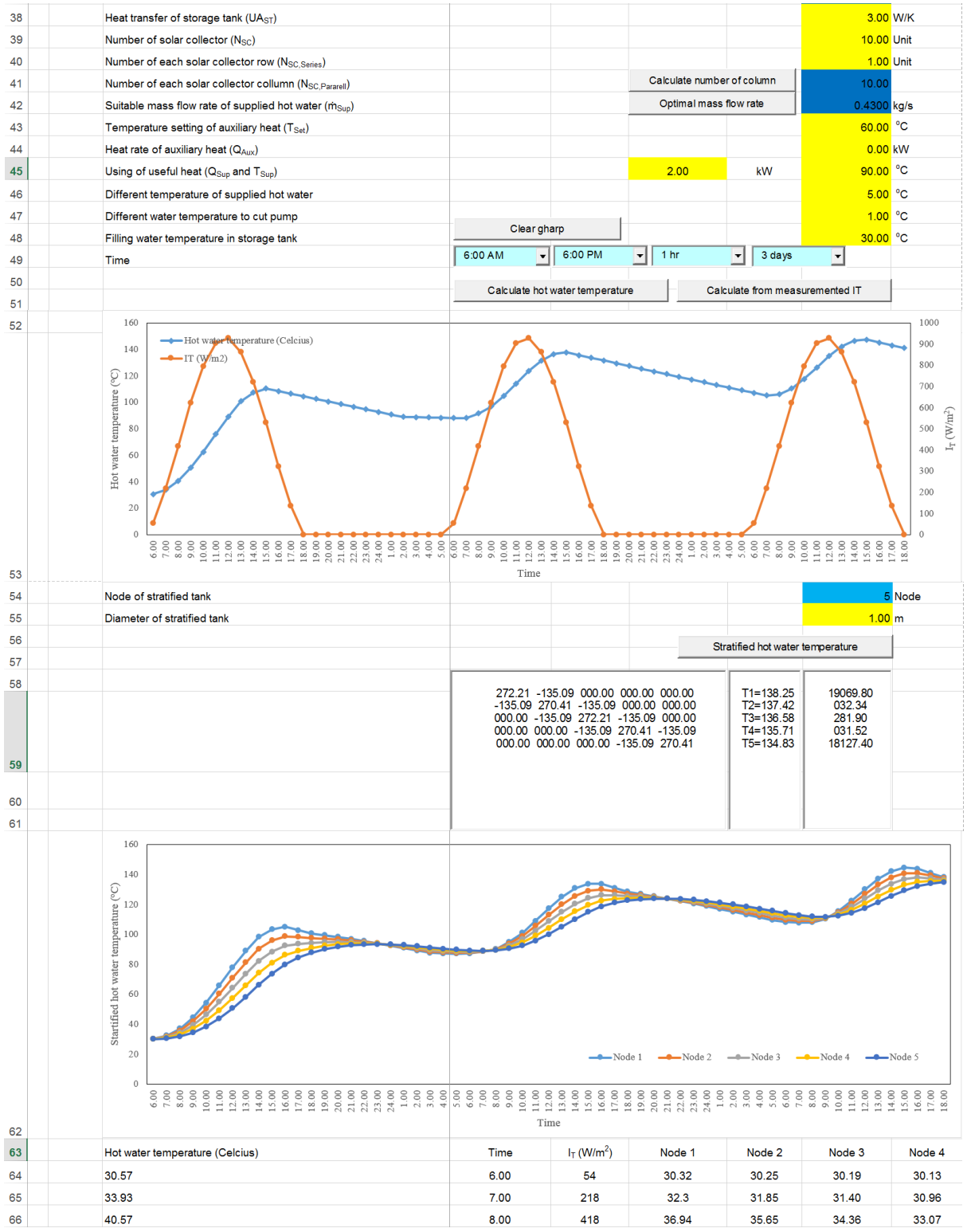
การพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2) มีการพัฒนาโปรแกรม Excel (Worksheet) ร่วมกับโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ VBA (Modules) ดังต่อไปนี้

2.1 Worksheet

2.1.1 Design Thermal (hour)





รูปที่ 2.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (ลำดับที่ 2)