รลข.01

ทะเบียนข้อมูลเลขที่ ว1. 6277

หนังสือรับรองการแจ้งข้อมูล
ลิขสิทธิ์
ออกให้เพื่อแสดงว่า
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ได้แจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ ประเภทงาน วรรณกรรม

ลักษณะงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อผลงาน โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

ไว้ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา ตามคำขอแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 351042

เมื่อวันที่ 7 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

ให้ไว้ ณ วันที่ 8 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

ลงชื่อ.....

นางสาวอำพันธ์ เดชสกุลชัย

นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักลิขสิทธิ์

หมายเหตุ 1. เอกสารนี้มิได้รับรองความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์

2. การเปลี่ยนแปลงรายการข้างต้น ให้ดูด้านหลัง

โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

จัดทำโดย

รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพร ไชยญาติ

วิทยาลัยพลังงานทดแทน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตุลาคม 2559

คำนำ

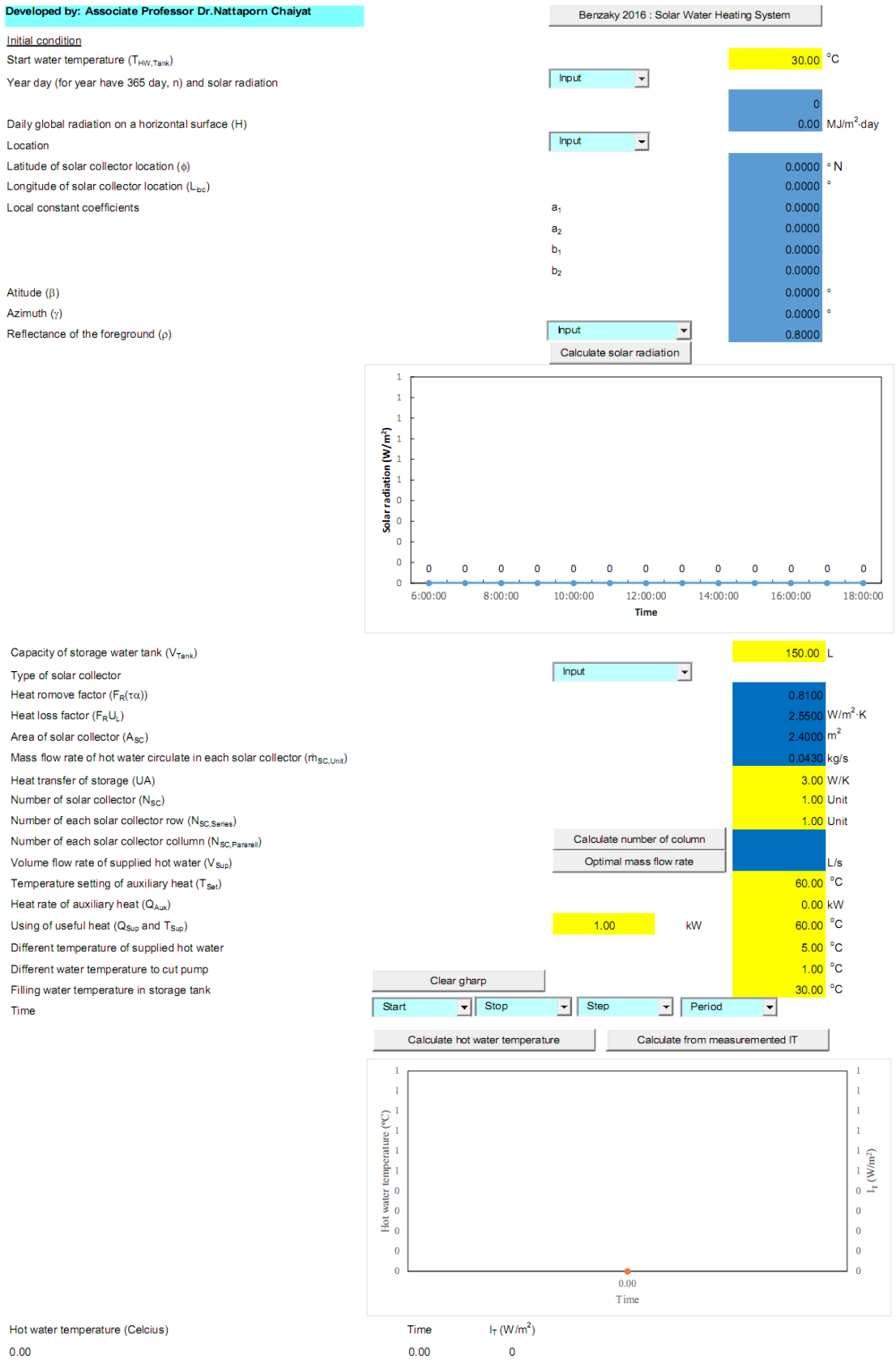
บทที่ 1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ 1
บทที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์.....8
2.1 Worksheet.....8
2.1.1 Design Thermal (hour).....8
2.1.2 Average Temp.....65
2.1.3 Average IT 69
2.1.4 Average IT 74
2.2 Modules.....75
2.2.1 Module3 75

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ 2
รูปที่ 1.2 การเลือกเดือนและตำแหน่งที่ตั้งของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....3
รูปที่ 1.3 การเลือกลักษณะพื้นสะท้อนของรังสีอาทิตย์ที่มาจากสิ่งแวดล้อม และการคำนวณค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงของเดือนและตำแหน่งที่ตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์.....4
รูปที่ 1.4 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม 5
รูปที่ 1.5 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม 6
รูปที่ 1.6 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนโดยค่ารังสีอาทิตย์ทางทฤษฎี.....6
รูปที่ 1.7 ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนโดยค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้จากการตรวจวัด.....7
รูปที่ 2.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ 9

บทที่ 1
โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พัฒนาโดยโปรแกรม Microsoft excel ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Basic Application (VBA) เพื่อใช้ในการออกแบบระบบผลิตน้ำร้อนที่ใช้แหล่งความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) ซึ่งลักษณะของโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งานจะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

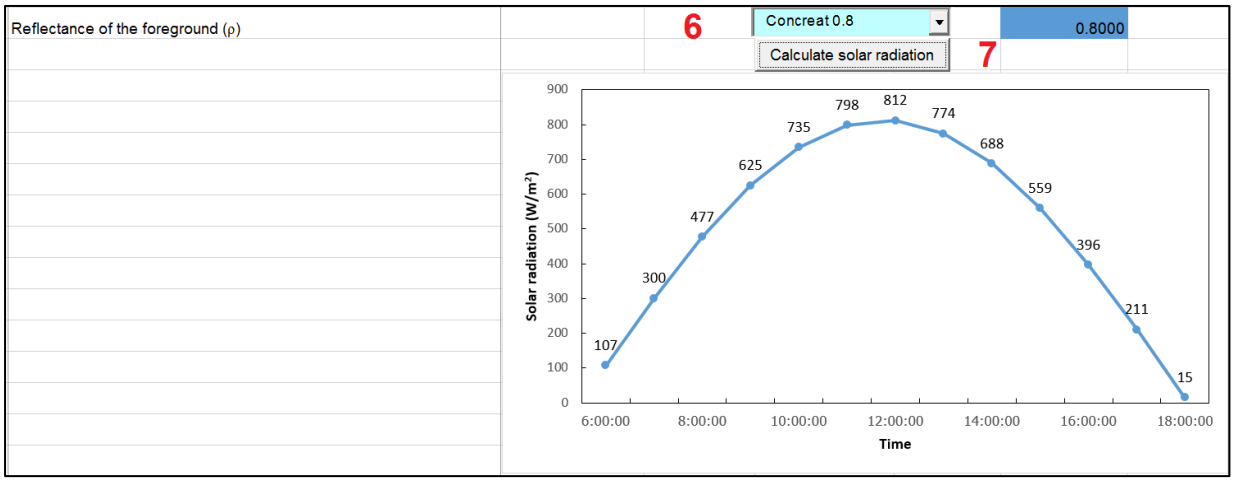
โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนการใช้งานดังต่อไปนี้

1. กดปุ่ม Benzaky 2016 : Solar Water Heating System (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)

Developed by: Associate Professor Dr.Nattaporn Chaiyat		1	Benzaky 2016 : Solar Water Heating System			
Initial condition						
Start water temperature ($T_{HW,Tank}$)					30.00	°C
Year day (for year have 365 day, n) and solar radiation		2	april			
					105	
Daily global radiation on a horizontal surface (H)				3	22.36	MJ/m^2·day
Location		4	Chiangmai			
Latitude of solar collector location (ϕ)				5	18.7800	°N
Longitude of solar collector location (L_{loc})					98.9800	°
Constants coefficient			a_1		0.5140	
			a_2		0.2280	
			b_1		0.5120	
			b_2		0.0330	
Atitude (β)					18.7800	°
Azimuth (γ)					0.0000	°

รูปที่ 1.2 การเลือกเดือนและตำแหน่งที่ตั้งของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

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



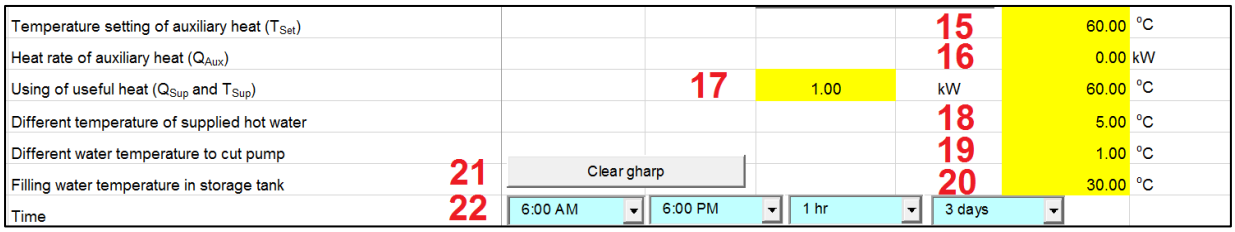
รูปที่ 1.3 การเลือกลักษณะพื้นสะท้อนของรังสีอาทิตย์ที่มาจากสิ่งแวดล้อม และการคำนวณค่ารังสีอาทิตย์รายชั่วโมงของเดือนและตำแหน่งที่ตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

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 ($F_R U_L$)
   - 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_{Tank})				8	150.00	L
Type of solar collector		9	Evacuated tube			
Heat romove 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 (UA)				10	3.00	W/K
Number of solar collector (N_{SC})				11	1.00	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		1.00	
Volume flow rate of supplied hot water (V_{Sup})		14	Optimal mass flow rate		0.0430	L/s

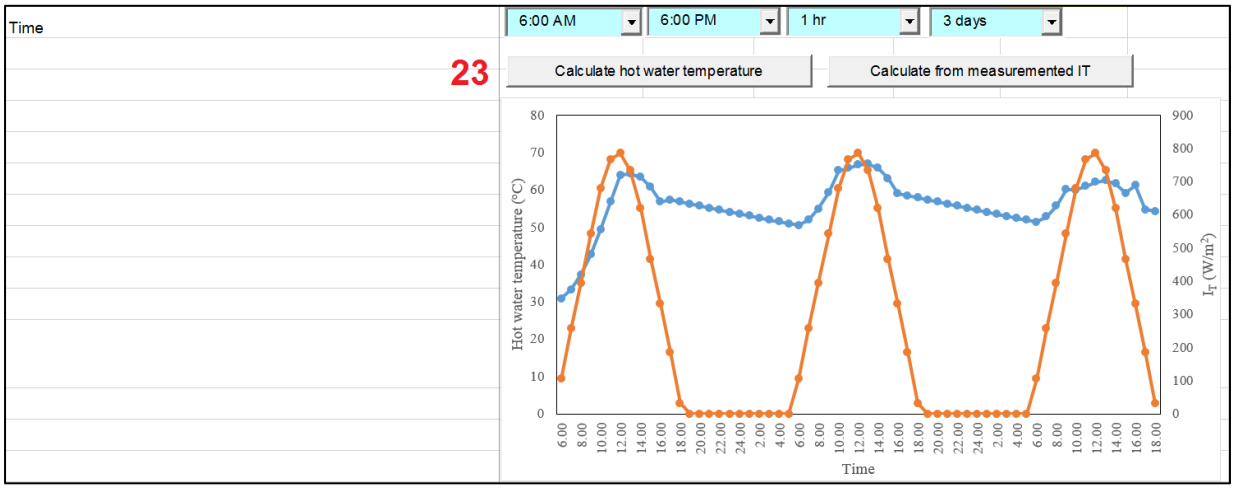
รูปที่ 1.4 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม

15. ทำการป้อนอุณหภูมิน้ำสูงสุดในการทำงานของขดลวดความร้อนเสริม (Auxiliary heater) สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิน้ำร้อนร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (หมายเลข 15) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 60 ^{o}C ดังแสดงในรูปที่ 1.5
16. ทำการป้อนอัตราการให้ความร้อนของขดลวดความร้อนเสริม สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิน้ำร้อนร่วมกับระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (หมายเลข 16) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 0 kW
17. ทำการป้อนอัตราความร้อนของการใช้งานและอุณหภูมิน้ำร้อนขั้นต่ำที่ต้องการใช้น้ำร้อน (หมายเลข 17) ในกรณีที่ไม่ทำการแก้ไขระบบจะป้อนค่า 1 kW และ 60 ^{o}C ตามลำดับ
18. ทำการป้อนผลต่างอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งานที่กลับเข้าสู่ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อเทียบกับอุณหภูมน้ำร้อนใช้งานออกจากระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับระบบแบบปิด (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)

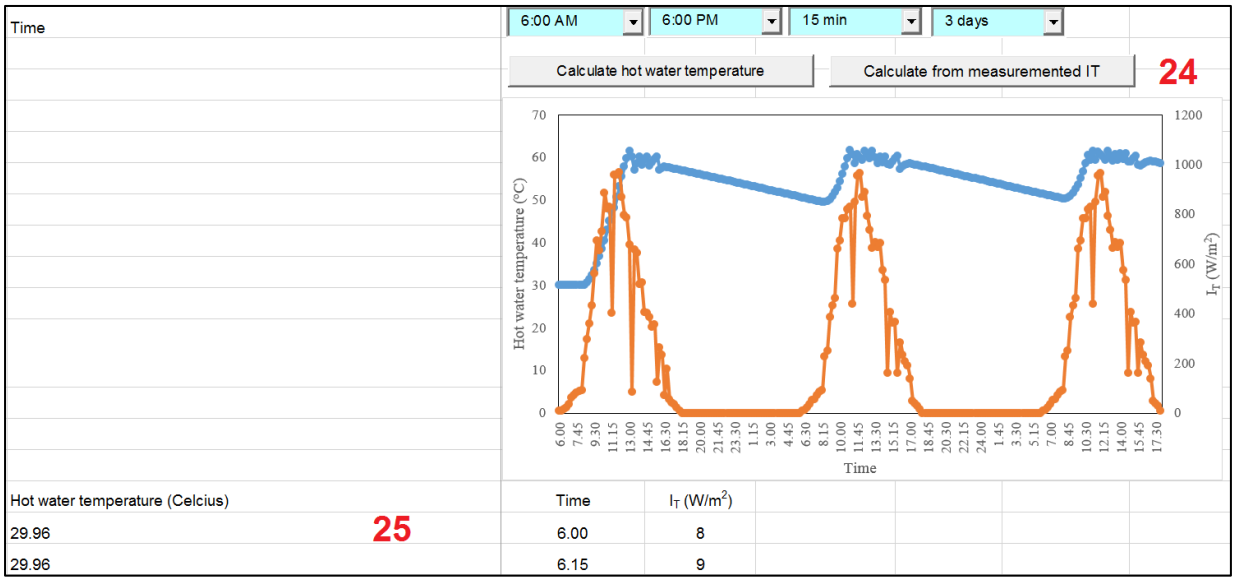


รูปที่ 1.5 การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อน ประเภทของตัวรับรังสีอาทิตย์และลักษณะการต่อร่วม

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

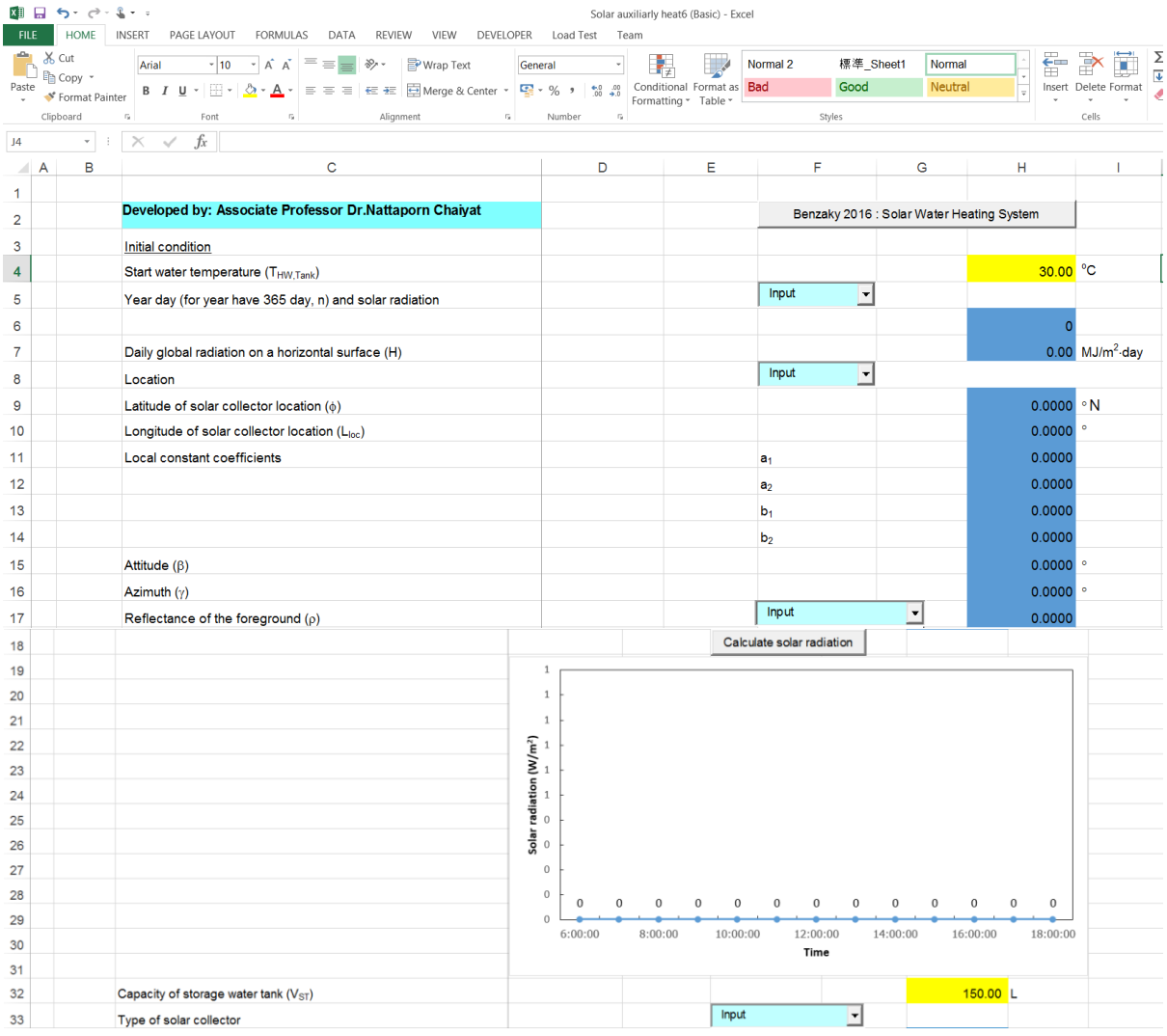
บทที่ 2

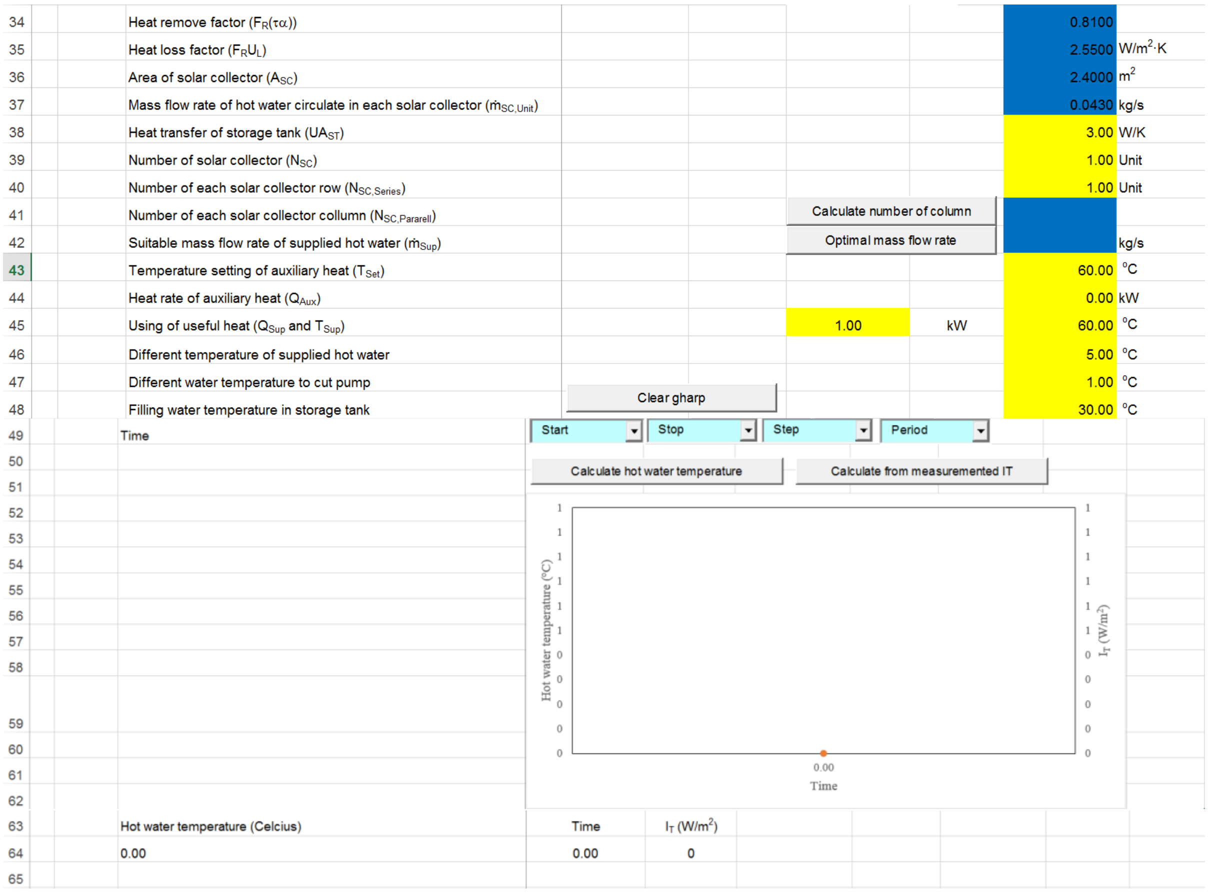
การพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

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

2.1 Worksheet

2.1.1 Design Thermal (hour)





รูปที่ 2.1 โปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

```
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
'''''''Benzaky: Solar Water Heating System'''''''''
'''''''Developer: Dr.Nattaporn  Chaiyat'''''''''''''''''
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
Option Explicit
Public LatitudeThailand As Double
Public SolarCon As Double
Public ODayMonth As Double
Public OSR1 As Double
Public OLat As Double
Public OAlt As Double
Public OAzi As Double
Public Oa1 As Double
Public Oa2 As Double
Public Ob1 As Double
Public Ob2 As Double
```