

โปรแกรม Sun Tracking and Simulation สำหรับการศึกษาค่าพลังงานแสงอาทิตย์

Sun Tracking and Simulation: Program Study and Calculate Solar Energy

คงฤทธิ์ แมนศิริ* นิพนธ์ เกตุจ้อย วัฒนพงษ์ รัชชวีเชียร สุขฤดี นาดกรณกุล และ เอกลักษณ์ โรจนารณ์
วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

โทร 0-5526-1208 โทรสาร 0-5526-1208 e-mail: kang_mansiri@hotmail.com, ketjoy@yahoo.com, niponk@nu.ac.th, sert@nu.ac.th

Kongrit Mansiri Nipon Ketjoy Wattanapong Rakwichian Sukruedee Nathakaranakul and Aekkalak Rojanaporn
School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000

Tel: 0-5526-1208 Fax: 0-5526-1208 e-mail: kang_mansiri@hotmail.com, ketjoy@yahoo.com, niponk@nu.ac.th, sert@nu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอโปรแกรม "Sun Tracking and Simulation (Sun Tax V1.1)" เพื่อช่วยในการหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นผิวที่สนใจ โดยได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถทำงานได้บนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows โดยที่มีการแสดงผลทั้งในส่วนป้อนข้อมูล และแสดงผลการทำงานเป็นแบบกราฟฟิค (Graphic User Interface, GUI) ซึ่งสามารถสื่อสารกับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี เข้าใจง่าย ทั้งยังอำนวยความสะดวกอย่างมากให้กับผู้ใช้งาน สามารถคำนวณหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า ณ เวลาใด ๆ ได้ โดยแสดงผลของค่า Zenith Angle, Solar Azimuth, Solar Altitude, Declination Angle และ Hour Angle สามารถเปรียบเทียบค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีทั้งแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ และแบบติดตั้งอยู่กับที่ เทียบกับค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแนวระนาบ

Abstract

This paper presents a simulation and solar radiation calculation software "Sun Tracking and Simulation (Sun Tax V 1.1)". This program is Microsoft Windows compatible with Graphic User Interface (GUI) display and easy for understanding. The program possible to calculate the solar energy on the study surface and presents the sun position on the sky such Zenith Angle, Solar Azimuth, Solar Altitude, Declination Angle and Hour Angle and comparison the solar radiation on horizontal with fixes and tracking surface.

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งแหล่งพลังงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นแหล่งพลังงานจากฟอสซิล (Fossil) ได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น แหล่งพลังงานเหล่านี้กำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้ ดังนั้นมนุษย์จึงมีการคิดค้นหาแหล่งพลังงานจากแหล่งอื่นมาทดแทนพลังงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พลังงานทดแทนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้ โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน

ต้นกำเนิดของโลก เป็นพลังงานสะอาด และมีมากมายมหาศาลไม่มีวันหมดไปจากโลก

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่น่าพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในประเทศมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยเห็นได้จากโครงการใหญ่ ๆ เช่น โครงการเร่งรัดการขยายเขตให้บริการไฟฟ้าด้วยระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System) ถึงแม้ว่าพลังงานแสงอาทิตย์จะสามารถทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้ แต่ปัญหาที่พบอยู่ในปัจจุบัน คือเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานยังมีราคาสูงมาก ดังนั้นการที่จะติดตั้งระบบทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับความต้องการ และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวแปรหนึ่งที่มีผลทำให้เกิดปัญหาในการออกแบบระบบคือค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่ตัวรับรังสี เนื่องจากค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นที่ต่างๆ กันนั้นมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ตัวแปรหลายค่า คือ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า ตำแหน่งของพื้นผิวบนโลก (ละติจูด) ทิศทาง มุมเอียงของตัวรับรังสี ซึ่งล้วนแล้วแต่มีผลให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบแตกต่างกันทั้งสิ้น การศึกษาค่าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำได้โดยติดตั้งเครื่องมือวัดความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ (Pyranometer) ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของราคา ระยะเวลาการตรวจวัด และความไม่สะดวกเนื่องจากไม่สามารถที่จะทำการติดตั้งเครื่องมือวัดในทุกพื้นที่ได้ การคำนวณหาพลังงานแสงอาทิตย์จากข้อมูลที่ได้มีการบันทึกไว้เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์ แต่การคำนวณด้วยมือก็ยุ่งยากซับซ้อน โอกาสผิดพลาดสูงหากต้องทำซ้ำหลายๆ รอบ จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยในการหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นผิวที่สนใจ โดยการพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำหน้าที่คำนวณค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ สามารถหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ทั้งแบบติดตั้งอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบระบบทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งคาดว่าในอนาคตจะมีการใช้กันอย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

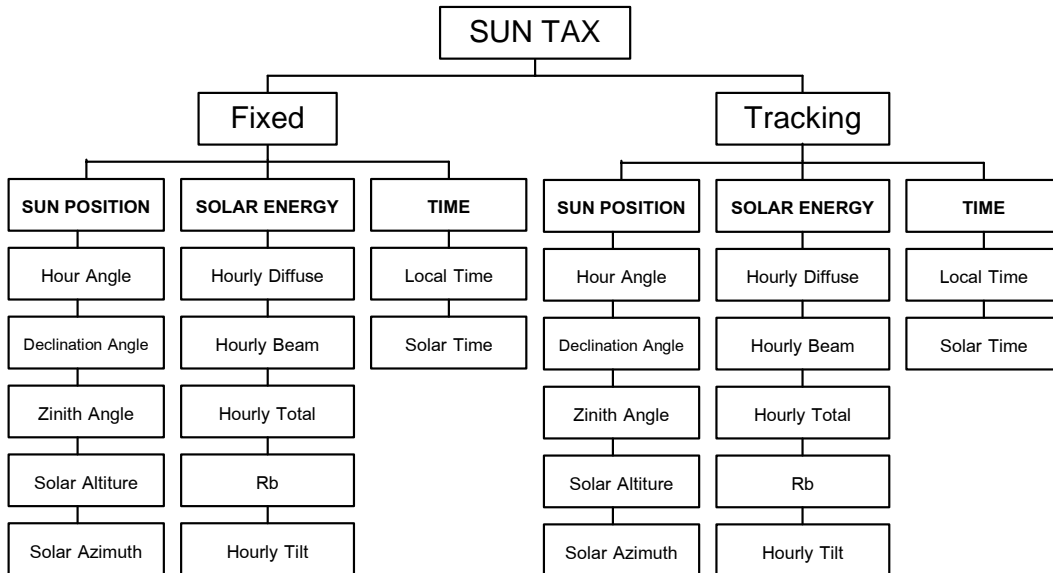
* Corresponding author

2. โปรแกรม Sun Tracking and Simulation (Sun Tax V1.1)

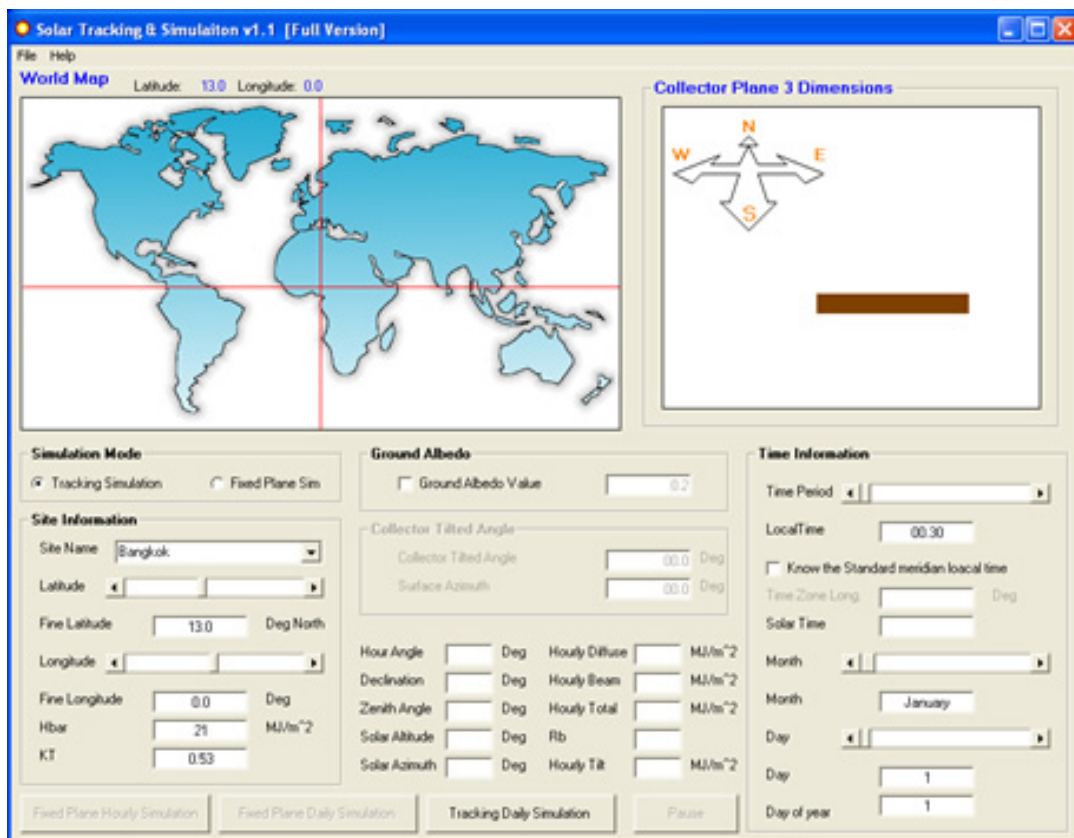
โปรแกรมนี้ได้พัฒนาขึ้นโดย Visual Basic 6.0 เพื่อให้สามารถทำงานได้กับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows โดยที่มีการแสดงผลทั้งในส่วนป้อนข้อมูลเข้า และแสดงผลการทำงานเป็นแบบกราฟฟิค (GUI หรือ Graphic User Interfacing) ซึ่งสามารถสื่อสารการทำงานของโปรแกรมได้เป็นอย่างดี ทั้งยังอำนวยความสะดวกอย่างมากให้กับผู้ใช้โปรแกรม

2.1 โครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรม Sun Track เป็นโปรแกรมที่สามารถคำนวณหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ทั้งแบบติดตั้งอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ตามวัน และเวลาที่ผู้ใช้ต้องการคำนวณ โครงสร้างของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของโปรแกรม SUN TAX



รูปที่ 2 หน้าจอหลักของโปรแกรม SUN TAX

โปรแกรม Sun Track สามารถแบ่งได้เป็น 2 Mode ประกอบด้วย Fixed plane mode และ Tracking mode โดยในแต่ละ Mode จะแบ่งการประมวลผลออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ ตำแหน่งดวงอาทิตย์ (Sun Position) ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ (Sun Energy) และเวลา (Time) โดยในแต่ละส่วนก็จะแสดงผลการประมวลผลออกมาในรูปแบบของค่าตัวแปรต่างๆ ดังนี้ [1,2,3]

ตำแหน่งดวงอาทิตย์แสดงค่า Hour Angle Declination Angle, Zenith Angle, Azimuth Angle และ Altitude Angle

ค่าพลังงานแสงอาทิตย์แสดงค่า Hourly Diffuse, Hourly Beam, Hourly Total, Hourly Tilt และ Rb

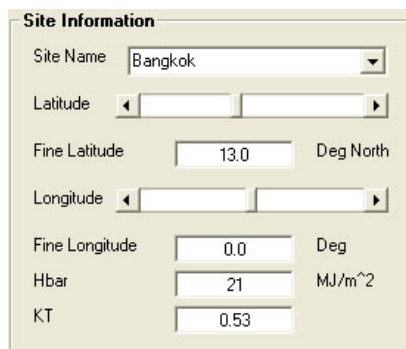
เวลาแสดงค่า Local Time และ Solar Time

2.2 ส่วนประกอบและหน้าที่ส่วนต่างๆ ของโปรแกรม

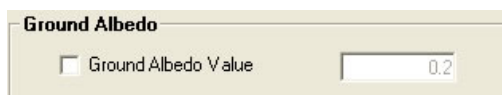
รูปที่ 2 คือหน้าจอหลักของโปรแกรม ประกอบไปด้วยส่วนป้อนข้อมูลหลักทั้งหมดที่ต้องใช้ในการคำนวณ และส่วนแสดงผลต่างๆ ดังนี้คือ



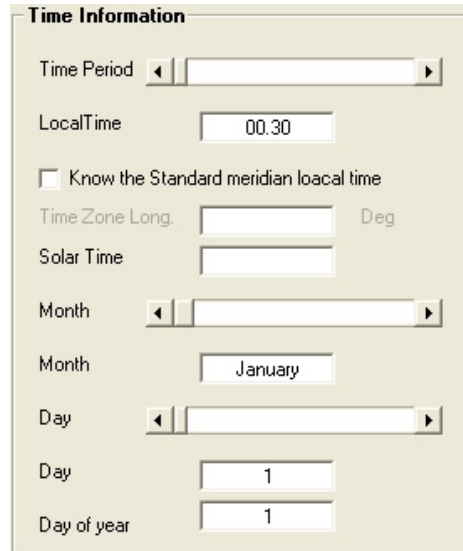
- *Simulation Mode*: ส่วนนี้ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานระหว่าง Tracking Mode ซึ่งโปรแกรมจะทำการคำนวณตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์แบบ 2 แกน คือ Altitude และ Azimuth และแบบ Fixed Plane Mode ซึ่งในโหมดนี้โปรแกรมจะคำนวณค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีแบบติดตั้งอยู่กับที่ โดยผู้ใช้จะต้องป้อนค่ามุม Tilted Angle และ Surface Azimuth Angle ตามที่ต้องการ (ในกรณีซีกโลกเหนือให้กำหนดค่าเป็น (+) positive และกำหนดค่าเป็น (-) negative สำหรับซีกโลกใต้)



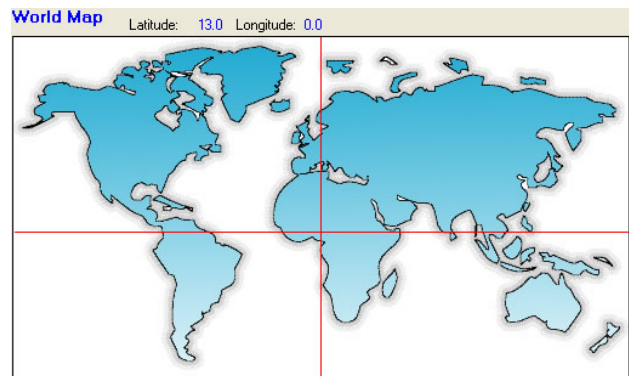
- *Site Information*: เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องเลือกสถานที่ที่จะให้โปรแกรมทำการคำนวณค่าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งสามารถเลือกได้ทุกสถานที่ในโลกตามที่ต้องการ ในส่วนนี้สามารถเลือกได้จากฐานข้อมูลที่มีอยู่ หรือป้อนค่าเข้าไปใหม่ตามความต้องการก็ได้ ซึ่งตัวแปรที่สำคัญในส่วนนี้คือค่าละติจูด ลองจิจูด (ในกรณีที่ต้องการคำนวณ Solar Time) ค่า Hbar (ค่าเฉลี่ยพลังงานแสงอาทิตย์รายวัน) และ ค่า KT (Clearness Index)



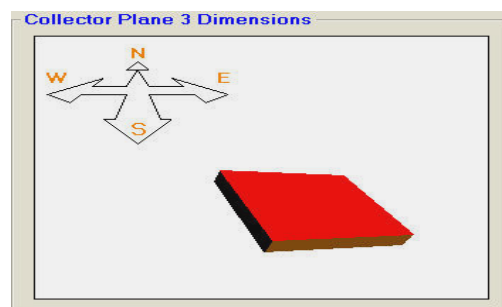
- *Ground Albedo*: สามารถเลือกที่จะป้อนค่าหรือไม่ป้อนค่าก็ได้ ถ้าผู้ใช้ทราบค่า Ground Albedo ของพื้นที่ที่จะทำการ Simulation ควรที่จะป้อนค่านี้เข้าไปเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่ทราบหรือไม่กำหนดโปรแกรมจะทำการกำหนดให้เท่ากับ 0.2 สำหรับพื้นที่ที่ไม่มีหิมะปกคลุม



- *Time Information*: เป็นส่วนป้อนข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้คำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์ และพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ ใช้วิธีการเลือกโดยการใช้ Scroll Bar ในการกำหนดวัน เดือน



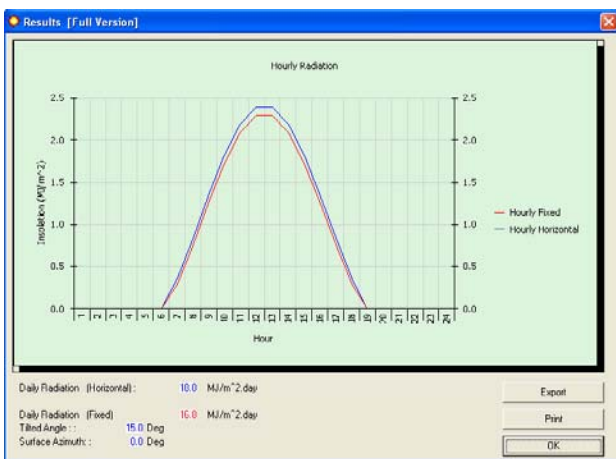
- *World Map*: เป็นส่วนแสดงตำแหน่งของพื้นที่ที่ต้องการคำนวณหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์บนโลก



- *Collector Plane 3 Dimension*: เป็นส่วนการแสดงผลของตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ทั้ง 2 แบบ คือ Fixed และ Tracking ซึ่งแบบ Tracking จะเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ โดยจะแสดงการเคลื่อนที่ติดตามดวงอาทิตย์แบบต่อเนื่องในทุกๆ ชั่วโมง

Hour Angle	-22.50	Deg	Hourly Diffuse	1.07	MJ/m ²
Declination	-23.10	Deg	Hourly Beam	1.72	MJ/m ²
Zenith Angle	42.29	Deg	Hourly Total	2.79	MJ/m ²
Solar Altitude	47.71	Deg	Rb	1.35	
Solar Azimuth	-31.54	Deg	Hourly Tilt	3.33	MJ/m ²

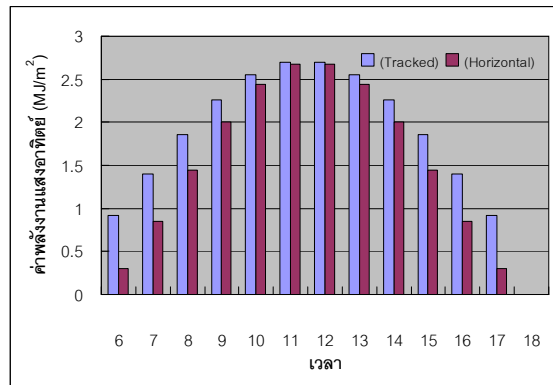
- ส่วนแสดงผลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม แสดงค่าตัวแปรทุกตัวในแบบรายชั่วโมง ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้สามารถใช้ในการบอกถึงตำแหน่งดวงอาทิตย์ รวมถึงค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ในรายชั่วโมงได้



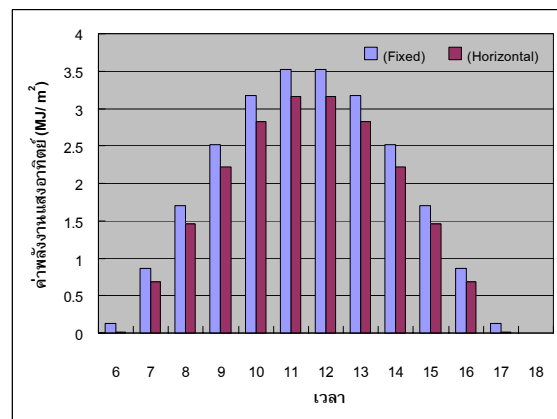
- *Results*: หน้าจอแสดงผลจะปรากฏเมื่อกระบวนการประมวลผลเสร็จสิ้น โดยจะบอกถึงค่าพลังงานที่ตัวรับรังสีได้รับตลอดทั้งวันในรูปแบบของกราฟเส้น ที่มีการเปรียบเทียบระหว่างพลังงานที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์กับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นราบ (Horizontal)

3. ตัวอย่างการ Simulation ค่าพลังงานแสงอาทิตย์

กรณีศึกษาของโปรแกรม Sun Tax ทำการคำนวณค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ ที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ละติจูด 16 องศา 47 ลิปดา และลองจิจูด 100 องศา ในวันที่ 13 เมษายน ค่าพลังงานที่ได้แสดงดังรูปที่ 4 ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 23.4 MJ/day.m² ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ติดตั้งในแนวราบมีค่าเท่ากับ 19.4 MJ/day.m²



รูปที่ 3 ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ (กรณีที่ 1)



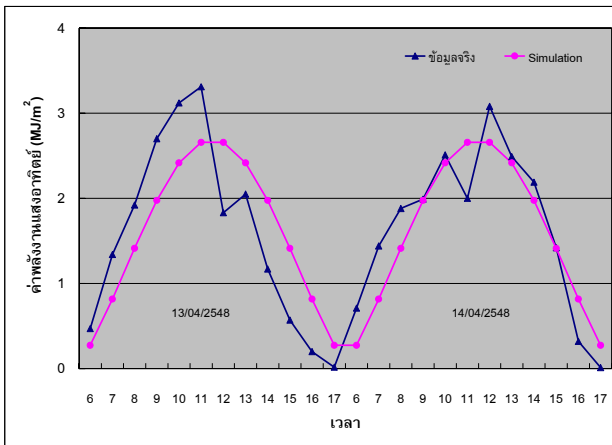
รูปที่ 4 ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ (กรณีที่ 2)

รูปที่ 4 เป็นค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ตลอดทั้งวัน มีค่าเท่ากับ 19.1 MJ/day.m² และค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ที่ติดตั้งในแนวราบ มีค่าเท่ากับ 19.4 MJ/day.m²

ในกรณีที่ 1 ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกันถึง 19% ส่วนในกรณีที่ 2 ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน

3.1 เปรียบเทียบการ Simulation ของโปรแกรม กับค่าที่วัดได้จริง

การเปรียบเทียบการ Simulation ของโปรแกรมกับค่าที่วัดได้จริงที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร แบบยึดติดอยู่กับที่ (Fix Plane Mode) ที่ละติจูด 17 องศา ลองจิจูด 100 องศา ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ทำมุม Tilted Angle 17 องศา Surface Angle 0.00 องศา (หันหน้าตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ไปทางทิศเหนือ - ทิศใต้) ในวันที่ 13 – 14 เมษายน 2548



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบค่าพลังงานแสงอาทิตย์ (Fix Plane Mode)

ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดค่าจริง ภายในวันที่ 13 – 14 เมษายน 2548 ตลอดทั้งวันมีค่าเท่ากับ 18.69 MJ/m² และ 20.04 MJ/m² ตามลำดับ ค่าที่ได้จากการ Simulation ของ โปรแกรมมีค่าเท่ากับ 19.10 MJ/m² และ 19.10 MJ/m² ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบค่าพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปที่ 5 สามารถหาค่าความคลาดเคลื่อนของโปรแกรม Sun Tax ได้จากสมการ

$$\frac{\text{ค่าจริงที่ได้จากการวัด} - \text{ค่าที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม}}{\text{ค่าจริงที่ได้จากการวัด}} \times 100$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของโปรแกรม Sun Tacking and Simulations มีค่าเท่ากับ 1.36 %

4. บทสรุป

โปรแกรม Sun Tracking and Simulation เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถคำนวณค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ทั้งแบบติดตั้งอยู่กับที่ และแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ โดยจะแสดงผลค่าพลังงานแสงอาทิตย์คือ Hourly Diffuse, Hourly Beam, Hourly Total และ Hourly Tilted สามารถเปรียบเทียบค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ และแบบติดตั้งอยู่กับที่ เทียบกับค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแนวราบ นอกจากค่าพลังงานแสงอาทิตย์แล้วโปรแกรมยังสามารถคำนวณหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ณ เวลาต่างๆ ได้ โดยแสดงผลออกมาในรูปของตัวแปรค่าต่างๆ คือ Hour Angle, Declination Angle, Zenith Angle, Azimuth Angle และ Altitude Angle โปรแกรม Sun Tracking and Simulation มีประโยชน์ต่อการออกแบบระบบที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์อย่างมาก และยังเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์และพลังงานแสงอาทิตย์

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยระบบ Dish Stirling Engine ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณประจำปี 2547

เอกสารอ้างอิง

1. ยุทธ อัครมาส, "ฟิลิกส์ของระบบเซลล์สุริยะ," จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2530.
2. Duffie, J. A. and W. A. Beckman, "Solar Engineering of Thermal Processes," 2nd ed., John Wiley and Sons, 1991.
3. Sayigh, A. A. M., "Solar Energy Engineering," Riyadh University, Saudi Arabia, 1977.