



การพยากรณ์รังสีอาทิตย์ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น:
กรณีศึกษาอำเภอเมืองพิษณุโลก (ประเทศไทย)

PREDICTION OF SOLAR RADIATION BY MULTIPLE LINEAR
REGRESSION ANALYSIS: A CASE STUDY OF MUEANG
PHITSANULOK DISTRICT (THAILAND)

กิตติศักดิ์ คงสีไพร^{1*} และ สมพร เรืองสินชันวานิช²

Kittisak Khongseeprai^{1*} and Somporn Ruangsinchaiwanich²

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

¹Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University,
Muang Phitsanulok, Phitsanulok, Thailand, 65000

²Faculty of Engineering, Naresuan University, Muang Phitsanulok, Phitsanulok, Thailand, 65000

* Corresponding author E-mail: Kittisak_nat@hotmail.com

วันที่เข้ารับ 3 กรกฎาคม 2563

วันที่แก้ไขบทความ 14 ตุลาคม 2563

วันที่ตอบรับบทความ 15 ตุลาคม 2563

บทคัดย่อ

บทความวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพยากรณ์ค่ารังสีอาทิตย์แบบรายปักษ์ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองพิษณุโลก จากการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยใช้ตัวแปรอิสระที่ประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศสูงสุด และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์อุตุนิยมวิทยาทั่วไป ทั้งนี้ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลส่วนแรกในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 72 ข้อมูล จะใช้สำหรับการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และข้อมูลส่วนที่ 2 ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 จำนวน 63 ข้อมูล จะใช้สำหรับการทดสอบผลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการพยากรณ์ โดยสถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ และผลจากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ของการพยากรณ์ค่ารังสีอาทิตย์แบบรายปักษ์เมื่อเปรียบเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้จากการวัดจริงอยู่ที่ 6.134 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การพยากรณ์, รังสีอาทิตย์, การถดถอยพหุคูณ

Abstract

This research article aims to study the prediction of the bi-weekly solar radiation in Muang Phitsanulok district by constructing predictive equations by multiple linear regression analysis using independent variables consisting of maximum air temperature and average daytime air temperature. The information can be obtained from general meteorological websites. The information is divided into 2 parts. The first part, 72 pieces of information, was collected from January 2012 to December 2014. It was used to construct predictive equations by multiple linear regression analysis. The second part, 63 pieces of information, was collected from January 2015 to September 2017. It was used to test the prediction results obtained from the predictive equation. The statistics used in this study were the mean absolute percentage error (MAPE). The results of the study showed that MAPE is 6.134%.

Keywords: Solar radiation, Prediction, Multiple linear regression

1. บทนำ

พลังงานหมุนเวียนคือพลังงานที่ได้มาจากพลังงานที่ต่อเนื่องและเกิดซ้ำๆ ในสิ่งแวดล้อม แหล่งของพลังงานหมุนเวียน คือ แหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นอยู่ต่อเนื่องไม่หมดไป ทั้งนี้พลังงานจากแสงอาทิตย์ถือได้ว่าเป็นพลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งที่สามารถใช้ได้ตลอด และจัดเป็นพลังงานสะอาด ปราศจากมลพิษ ซึ่งในหลายพื้นที่ของประเทศต่างๆ ทั่วโลกต่างนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์กันมากขึ้นโดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรทำให้ได้รับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดทั้งปี โดยความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศอยู่ที่ $18 \text{ MJ/m}^2/\text{day}$ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, ม.ป.ป.) อย่างไรก็ตามรังสีดวงอาทิตย์นอกจากจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งและทางเดินของดวงอาทิตย์ตามเวลาในรอบปีแล้วยังขึ้นอยู่กับภูมิประเทศของแต่ละพื้นที่อีกด้วย ดังนั้นในการพิจารณาและตัดสินใจในการหาพื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสม จะต้องพิจารณาถึงศักยภาพความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์ในพื้นที่นั้นๆ ด้วย

ทั้งนี้ข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์โดยทั่วไปจะได้จากการติดตั้งเครื่องวัดตามตำแหน่งต่างๆ ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการศึกษา และทำการเก็บข้อมูลต่อเนื่องหลายปีเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนทางสถิติของพื้นที่นั้นๆ แต่เนื่องจากวิธีการเก็บข้อมูลดังกล่าวต้องใช้งบประมาณในการเข้าพื้นที่ติดตั้งและการซ่อมบำรุงดูแลรักษา ทำให้มีวิธีการที่จะหาข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์อีกหลายๆ วิธี อาทิเช่น

การพยากรณ์หาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ด้วยวิธี Genetic Algorithm (GA) โดยใช้ข้อมูลของอุณหภูมิเป็นฐาน (Meenal *et al.*, 2017) การพยากรณ์หาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันด้วยวิธีผสมผสานระหว่าง Wavelet Transform (WT) กับ Gaussian Process Regression (GPR) (Huang *et al.*, 2016) การพยากรณ์หาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันด้วยวิธี Curve-Fitting (Pareek *et al.*, 2015) เป็นต้น

ในบทความวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ค่ารังสีอาทิตย์ด้วยวิธีการอื่นที่น่าสนใจด้วยการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยใช้ตัวแปรอิสระที่ประกอบด้วยอุณหภูมิอากาศสูงสุด (T_{max}) และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวัน (T_{avg}) เพื่อนำไปใช้พยากรณ์ค่ารังสีอาทิตย์แบบรายปักษ์ (I_{Solar}) ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองพิษณุโลก เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (เสริม จันทร์ฉาย, 2557) อีกทั้งข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถหาได้จากเว็บไซต์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วไป ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องมือวัดความเข้มรังสีอาทิตย์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาหาค่ารังสีดวงอาทิตย์จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

3. ข้อมูลที่ใช้ศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาในเขตพื้นที่อำเภอเมืองพิษณุโลก (ประเทศไทย) ตั้งอยู่ที่พิกัด $16^{\circ}49'29''N$, $100^{\circ}15'34''E$ ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ราบ ทั้งนี้ข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุด และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวันที่ได้มาจากเว็บไซต์ (Worldweatheronline, n.d.) และข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์ได้มาจากศาสตราจารย์ ดร.เสริม จันทร์ฉาย ซึ่งร่วมมือกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานสังกัดกระทรวงพลังงาน ในการเก็บข้อมูลรังสีอาทิตย์ทั่วประเทศด้วยวิธีการใช้เครื่องมือวัดรังสีรวมแบบเทอร์โมโพล (Serm Janjai, n.d.) ทั้งนี้ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลส่วนแรกในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 72 ข้อมูล จะใช้สำหรับการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และข้อมูลส่วนที่ 2 ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 จำนวน 63 ข้อมูล จะใช้สำหรับการทดสอบผลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการพยากรณ์

4. วิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple linear regression)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ คือ อุณหภูมิอากาศสูงสุด และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวัน กับตัวแปรตามหรือตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ คือ ค่ารังสีอาทิตย์ โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้ (Seekeawseaw, 2012)

$$I_{Solar} = b_0 + b_1 T_{max} + b_2 T_{min} + \varepsilon \quad (1)$$

เมื่อ I_{Solar} คือ ค่ารังสีดวงอาทิตย์ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$), T_{max} คือ อุณหภูมิอากาศสูงสุด ($^{\circ}\text{C}$), T_{avg} คือ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวัน ($^{\circ}\text{C}$), b_0 คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย, b_1, b_2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว, และ ε คือ ค่าความผิดพลาดของสมการซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) และมีค่าความแปรปรวนอยู่ค่าหนึ่ง เมื่อใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least squares method) จะได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$\begin{aligned} nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n T_{max(i)} + b_2 \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} &= \sum_{i=1}^n I_{Solar(i)} \\ b_0 \sum_{i=1}^n T_{max(i)} + b_1 \sum_{i=1}^n T_{max(i)}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n T_{max(i)} T_{avg(i)} &= \sum_{i=1}^n T_{max(i)} I_{Solar(i)} \\ b_0 \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} + b_1 \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} T_{max(i)} + b_2 \sum_{i=1}^n T_{avg(i)}^2 &= \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} I_{Solar(i)} \end{aligned} \quad (2)$$

เมื่อ n คือ จำนวนข้อมูลของตัวแปร และจากสมการที่ 2 สามารถแก้สมการเพื่อหาค่า b_0, b_1 และ b_2 โดยเขียนให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ได้สมการใหม่ดังนี้

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n T_{max(i)} & \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} \\ \sum_{i=1}^n T_{max(i)} & \sum_{i=1}^n T_{max(i)}^2 & \sum_{i=1}^n T_{max(i)} T_{avg(i)} \\ \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} & \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} T_{max(i)} & \sum_{i=1}^n T_{avg(i)}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n I_{Solar(i)} \\ \sum_{i=1}^n T_{max(i)} I_{Solar(i)} \\ \sum_{i=1}^n T_{avg(i)} I_{Solar(i)} \end{bmatrix} \quad (3)$$

5. สถิติที่ใช้ในการศึกษา

สถิติที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{\text{Actual Values} - \text{Predict Values}}{\text{Actual Values}} \right| \times 100 \quad (4)$$

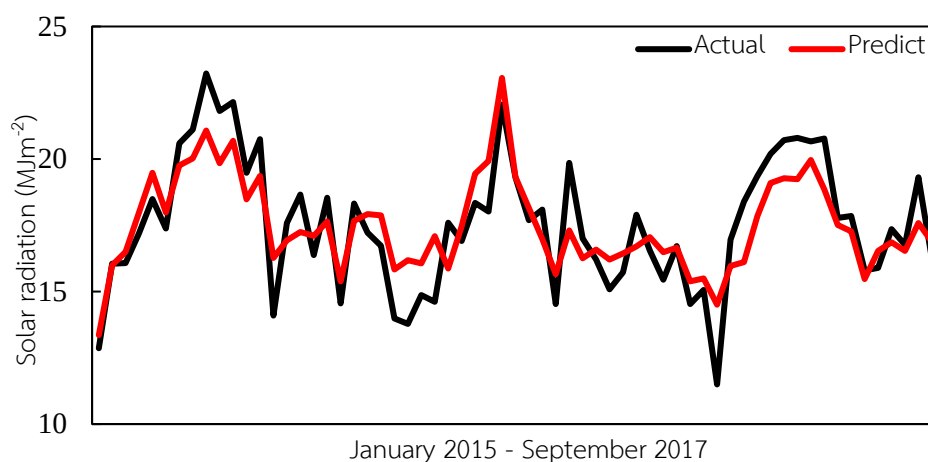
6. ผลการวิจัย

ผลจากการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นด้วยตัวแปรอิสระที่ประกอบด้วยอุณหภูมิอากาศสูงสุด ($T_{\max}$) และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวัน (T_{avg}) เพื่อนำไปใช้พยากรณ์ค่ารังสีอาทิตย์แบบรายปักษ์ (I_{Solar}) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$I_{\text{Solar}} = -10.095 + 0.843T_{\max} - 0.017T_{\text{avg}} \quad (5)$$

และจากสมการ 5 ที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นเมื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์โดยการเปรียบเทียบกับค่ารังสีอาทิตย์แบบรายปักษ์ที่ได้จากการวัดจริงในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 จำนวน 63 ข้อมูล พบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์อยู่ที่ 6.134 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้ผลที่ได้จากการพยากรณ์ค่ารังสีอาทิตย์แบบรายปักษ์ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองพิษณุโลกเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดจริงจะแสดงไว้ในภาพ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นในแต่ละจุดบนกราฟมีค่าใกล้เคียงกับค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้จากการวัดจริง



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบค่ารังสีอาทิตย์แบบรายปักษ์ที่ได้จากการพยากรณ์
เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดจริง

7. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าการพยากรณ์ค่ารังสีดวงอาทิตย์แบบรายปักษ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น โดยอาศัยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ประกอบด้วยอุณหภูมิอากาศสูงสุดและอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวันก็สามารถคาดคะเนค่ารังสีอาทิตย์ได้เช่นเดียวกับวิธีการอื่นๆ ที่นักวิชาการทั่วโลกต่างนิยมใช้กัน โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่ต่างกันมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นที่นักวิชาการทั่วโลกนำเสนอ ทั้งนี้ก็อาจเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศสูงสุดและอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในเวลากลางวันมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างสูงซึ่งมันย่อมส่งผลให้การพยากรณ์ในครั้งนี้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยมาก และด้วยเหตุนี้เองการพยากรณ์ค่ารังสีอาทิตย์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ต่อไป

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.เสริม จันทรฉาย สำหรับข้อมูลรังสีอาทิตย์ในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก

9. เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป.). **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์**. ค้นจาก https://www.dede.go.th/article_attach/h_solar.pdf
- เสริม จันทรฉาย. (2557). **รังสีอาทิตย์**. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- Huang, C., Zhang, Z., & Bensoussan, A., (2016, November). **Forecasting of daily global solar radiation using wavelet transform-coupled gaussian process regression: Case study in Spain**. Innovative Smart Grid Technologies 2016 Asian Conference, University of Melbourne, Australia.
- Janjai, S., (n.d.). **Global radiation at Phitsanulok [CD]**. Department of Physics, Faculty of Science, Silpakorn University.
- Meenal, R., & Selvakumar, A.I., (2017, February). **Temperature based model for predicting global solar radiation using genetic algorithm (GA)**. International Conference on Innovations in Electrical, Electronics, Instrumentation and Media Technology, Karunya University, India.



- Pareek, A. & Gidwani, L., (2015, October). **Measured data of daily global solar irradiation using curve-fitting methods**. International Conference on Energy Systems and Application, Dr. D. Y. Patil Institute of Technology, Pune, India.
- Seekeawseaw, C. (2012). **Step of multiple linear regression**. Retrieved from <https://sites.google.com/site/mystatistics01/regression-correlation-analysis/multiple-linear-regression-step>.
- Worldweatheronline. (n.d.). **Phitsanulok historical weather**. Retrieved from <https://www.worldweatheronline.com/phitsanulok-weather-history/phitsanulok/th.aspx>