

52306802 : MAJOR : PHYSICS

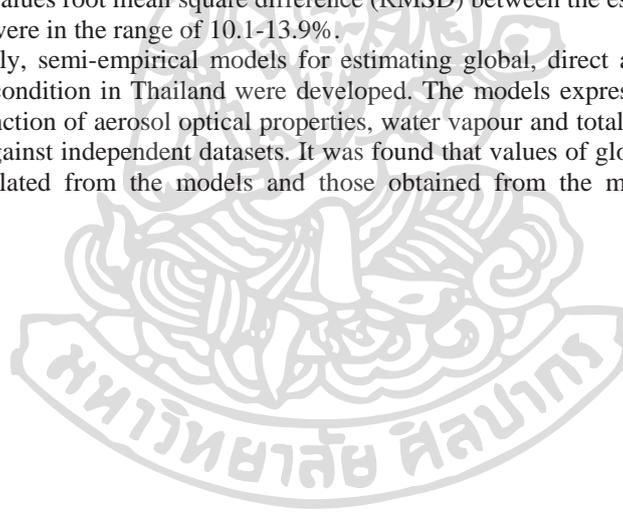
KEY WORD : SOLAR RADIATION/SATELLITE DATA/ CLEAR SKY CONDITION / MODEL / THAILAND

SOMJET PATTARAPANITCHAI: AN INVESTIGATION OF SOLAR RADIATION IN THAILAND: SATELLITE-BASED APPROACHES AND CLEAR SKY IRRADIANCE MODELING. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SERM JANJAI, Ph.D. 127 pp.

In this work, solar radiation in Thailand was investigated using satellite-based approaches. A satellite-based solar radiation model was developed for calculating monthly average of daily global radiation. Digital data from GMS4, GMS5, GOES9 and MTSAT-1R satellites collected during a 15-year period (1995-2009) were used as the main input of the model. To test its performance, the model was employed to calculate monthly average of daily global solar radiation at 38 solar monitoring stations across the country. The results of the test showed that values of monthly average of daily global radiation calculated from the model and those obtained from the measurements were in good agreement with the root mean square difference of 6.1%. After the validation, the model was used to calculate monthly average of daily global radiation over the country and the results were displayed as solar radiation maps. These maps reveal that the geographical distribution of solar radiation in Thailand is strongly influenced by the northeast and southwest monsoons.

A satellite-based artificial neural network model was also developed to estimate daily global solar radiation. The effect of the cloud on solar radiation was represented by a satellite-derived cloud index. The model was trained by using the back propagation algorithm. To validate the model, it was used to estimate daily global radiation by using independent datasets. The results of the validation showed that the values root mean square difference (RMSD) between the estimated and measured daily global radiation were in the range of 10.1-13.9%.

Finally, semi-empirical models for estimating global, direct and diffuse solar irradiance under clear sky condition in Thailand were developed. The models express global, direct and diffuse irradiances as function of aerosol optical properties, water vapour and total column ozone. The models were validated against independent datasets. It was found that values of global, direct and diffuse solar irradiances calculated from the models and those obtained from the measurements were in good agreement.



---

Department of physics  
Student's signature .....  
Thesis Advisor's signature .....

---

Graduate School, Silpakorn University  
Academic Year 2011

52306802 : สาขาวิชาฟิสิกส์

คำสำคัญ : รังสีดวงอาทิตย์/ ภาพถ่ายดาวเทียม/ แบบจำลอง/ประเทศไทย

สมเจตน์ ภัทรพานิชชัย : การศึกษารังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย: การคำนวณโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและการจำลองแบบรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพท้องฟ้าปราศจากเมฆ. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.ดร.เสริม จันทรญา. 127 หน้า.

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์โดยการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคำนวณความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบจำลองดังกล่าวจะใช้ข้อมูลจากดาวเทียม GMS4 GMS5 GOES9 และ MTSAT-1R เป็นเวลา 15 ปี (ค.ศ. 1995-2009) เป็นข้อมูลอินพุท ในการทดสอบสมรรถนะของแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองคำนวณความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนที่สถานีวัดรังสีดวงอาทิตย์ 38 แห่ง ซึ่งตั้งกระจายอยู่ทั่วประเทศ ผลการทดสอบพบว่าความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการวัดที่สถานีดังกล่าวมีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ดี โดยมีความแตกต่างในรูปของ root mean square difference (RMSD) เท่ากับ 6.1% หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองดังกล่าวคำนวณค่าความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนทั่วประเทศ และนำผลที่ได้มาจัดแสดงในรูปของแผนที่รังสีดวงอาทิตย์ จากแผนที่ที่ได้พบว่า การกระจายตามพื้นที่ของรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทยได้รับอิทธิพลอย่างมากจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคำนวณค่าความเข้มรังสีรวมรายวัน โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network, ANN) ในแบบจำลองดังกล่าวจะแสดงผลของเมฆโดยใช้ดัชนีเมฆซึ่งคำนวณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ผู้วิจัยได้ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมด้วยวิธีการแพร่กลับ (back propagation algorithm) จากนั้นได้ทำการทดสอบสมรรถนะของโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้โดยนำโครงข่ายประสาทเทียมไปทำการคำนวณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากชุดข้อมูลอิสระ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างในรูปของ RMSD ระหว่างค่าความเข้มรังสีรวมรายวันที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมและจากการวัดมีค่าอยู่ในช่วง 10.1%-13.9%

สุดท้าย ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับคำนวณค่าความเข้มรังสีรวม รังสีตรงและรังสีกระจายขณะใดๆ (irradiance) ภายใต้สภาพท้องฟ้าปราศจากเมฆ แบบจำลองดังกล่าวจะแสดงค่าความเข้มรังสีรวม รังสีตรง และรังสีกระจาย ในรูปของฟังก์ชันของสมบัติเชิงแสงของฝุ่นละออง ปริมาณไอน้ำและโอโซน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมรรถนะของแบบจำลองโดยใช้แบบจำลองดังกล่าวคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์จากชุดข้อมูลอิสระ ผลที่ได้พบว่าค่าความเข้มรังสีรวม รังสีตรงและรังสีกระจาย ที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการวัดมีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ดี

ภาควิชาฟิสิกส์

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

### Acknowledgments

A thesis entitled “An investigation of solar radiation in Thailand: Satellite-based approaches and clear sky irradiance modeling” is submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Physics), Graduate School, Silpakorn University.

I would like to express my sincere thanks to Assoc. Prof. Dr. Serm Janjai, my supervisor for his helpful guidance and support throughout this study.

I am grateful to Assist. Prof. Poolsak Intawee, Head of Department of Physics, for the administrative support during the study. Prof. Dr. Virulh Sa-yakanit and Dr. Dusadee Sukawat are gratefully acknowledged for examining this thesis.

I would like to thank all researchers in Solar Energy Research Laboratory of Silpakorn University for their helps and friendship during the study.

Finally, I would like to specially express my gratitude and deepest appreciation to my parents and relatives for their love and support throughout my life.

