

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

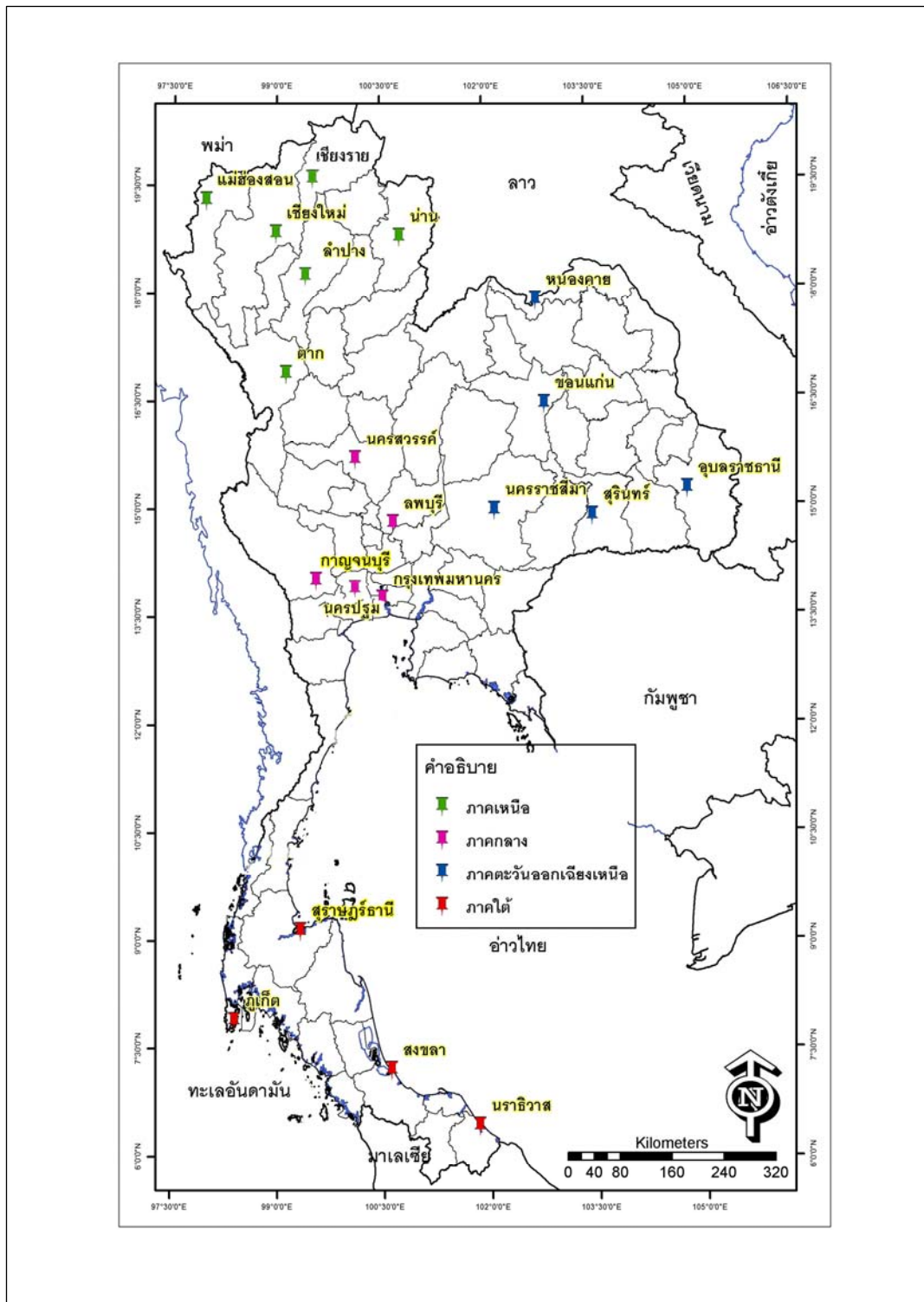
- 1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในช่วงปี พ.ศ. 2547 ของกรมอุตุนิยมวิทยา
- 1.2 เครื่องมือวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (pyranometer) และ data logger สำหรับบันทึกข้อมูลปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ทุกๆ 10 นาที และสามารถบันทึกข้อมูลได้นาน 6 เดือน
- 1.3 คอมพิวเตอร์ขนาดพกพาประกอบด้วยโปรแกรมสำหรับการ download ข้อมูลปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จาก data logger
- 1.4 คอมพิวเตอร์ PC และซอฟต์แวร์ที่ใช้ปฏิบัติงาน

2. วิธีการ

ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในการศึกษาได้จากการเก็บข้อมูลปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จากสถานีตรวจอากาศเกษตรของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในพื้นที่สถานีตรวจอากาศเกษตร ครอบคลุมทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ ทั้งหมดจำนวน 11 สถานี ได้แก่ สถานีแม่โจ้ สถานีน่าน ดอยมูเซอ ห้างฉัตร ท่าพระ อุบลราชธานี ปากช่อง ดากฟ้า กำแพงแสน สุราษฎร์ธานี คอหงส์ โดยเครื่องมือที่ติดตั้งได้รับความร่วมมือจากโครงการวิจัย GAME-T ร่วมกับประเทศญี่ปุ่น นอกจากนี้ได้นำข้อมูลปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลรายวันของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานร่วมกับมหาวิทยาลัยศิลปากร อีกจำนวน 11 สถานีมาใช้ในการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงมีการนำข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์มาวิเคราะห์ทั้งหมดจำนวน 20 สถานี (ตารางที่ 2 ภาพที่ 4 และภาคผนวกที่ 1) สำหรับการคัดเลือกวันที่ใช้ในการศึกษามีขั้นตอนดังนี้

ตารางที่ 2 สถานที่และที่ตั้งที่ใช้ในการเก็บข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์

ภูมิภาค	สถานี	ที่ตั้ง (จังหวัด)	หมายเหตุ
ภาคเหนือ	สถานีแม่โจ้	เชียงใหม่	GAME-T
	สถานีน่าน	น่าน	GAME-T
	สถานีแม่ฮ่องสอน	แม่ฮ่องสอน	
	สถานีคอยมูเซอ	ตาก	GAME-T
	สถานีห้างฉัตร	ลำปาง	GAME-T
	สถานีเชียงราย	เชียงราย	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สถานีท่าพระ	ขอนแก่น	GAME-T
	สถานีหนองคาย	หนองคาย	
	สถานีอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	GAME-T
	สถานีสุรินทร์	สุรินทร์	
	สถานีปากช่อง	นครราชสีมา	GAME-T
ภาคกลาง	สถานีตากฟ้า	นครสวรรค์	GAME-T
	สถานีกรุงเทพ	กรุงเทพฯ	
	สถานีกำแพงแสน	นครปฐม	GAME-T
	สถานีลพบุรี	ลพบุรี	
	สถานีกาญจนบุรี	กาญจนบุรี	
ภาคใต้	สถานีสุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	GAME-T
	สถานีนครศรีธรรมราช	นครศรีธรรมราช	
	สถานีภูเก็ต	ภูเก็ต	
	สถานีคลองหอยโข่ง	สงขลา	GAME-T



ภาพที่ 4 ตำแหน่งสถานที่ที่มีการเก็บข้อมูลปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์

2.1 การคัดเลือกข้อมูล

การคัดเลือกวันที่นำมาใช้ในการศึกษาซึ่งแบ่งเป็นวันที่มีเมฆมากและวันที่ท้องฟ้าแจ่มในการคัดเลือกวันนั้นสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.1 คัดเลือกวันโดยใช้ปริมาณเมฆที่ปกคลุม ในการพิจารณาวันที่มีเมฆมากและวันที่ท้องฟ้าแจ่มเราสามารถพิจารณาได้จากปริมาณเมฆที่ปกคลุมในวันนั้นๆ โดยใช้ปริมาณเมฆที่ปกคลุมเป็นเกณฑ์ดังนี้

- 1) วันที่มีเมฆมาก สามารถคัดเลือกได้จากข้อมูลปริมาณเมฆโดยมีปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้ามากกว่า 5 ส่วนจากทั้งหมด 10 ส่วน
- 2) วันที่ท้องฟ้าแจ่มเราทำการคัดเลือกวันที่ท้องฟ้าไม่มีเมฆหรือมีปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าน้อยกว่า 1 ส่วนจากทั้งหมด 10 ส่วน

2.1.2 คัดเลือกวันโดยใช้ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ สำหรับวันที่ท้องฟ้าแจ่มในนอกจากพิจารณาจากปริมาณเมฆที่ปกคลุมแล้วต้องพิจารณาจากลักษณะของกราฟข้อมูลปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รายวันของวันนั้นๆ ประกอบด้วย โดยกราฟปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวันของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ต้องมีลักษณะการเพิ่มขึ้นของรังสีดวงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องจนถึงเที่ยงวัน และค่อยๆ ลดลงจนถึงตอนเย็น โดยที่ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับในวันนั้นๆ ต้องไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างฉับพลันในช่วงใดช่วงหนึ่งของวัน

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการวัด และข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณ อธิบายได้ดังนี้

2.2.1 คำนวณปริมาณรังสีดวงอาทิตย์โดยใช้แบบจำลองของ Nunez (1993) นำมาคำนวณปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพท้องฟ้าที่ปราศจากเมฆและฝุ่นละออง ดังสมการ

$$Q_m = Q_o \frac{(1 - \delta_a)(1 - \phi_o - \phi_w)}{1 - \delta_a \delta_g} \quad (1)$$

เมื่อ Q_m = ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รวมของดวงอาทิตย์หรือรังสีคลื่นสั้น (MJ/m^2)

Q_o = ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (MJ/m^2)

ϕ_w = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของไอน้ำ

ϕ_o = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของโอโซน

δ_a = สัมประสิทธิ์การกระเจิงรังสีดวงอาทิตย์ของโมเลกุลอากาศ

δ_g = สัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวโลก

สำหรับการหาค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ในแบบจำลองของ Nunez สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังนี้

1) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก โดยใช้สมการของ Iqbal (1983)

$$Q_o = K \left(\frac{d_o}{d} \right)^2 \cos \theta_z \quad (2)$$

เมื่อ Q_o = ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (MJ/m^2)

d_o = ระยะทางเฉลี่ยจากโลกถึงดวงอาทิตย์ (km)

d = ระยะทางจริงจากโลกถึงดวงอาทิตย์ (km)

K = ค่าคงที่แสงอาทิตย์ (Solar Constant) คือ $4.871 \text{ MJ/m}^2/\text{hr}$

$$\frac{d_o}{d} = 1.0001 + 0.034221 \cos N + 0.00128 \sin N + 0.000719 \cos 2N + 0.000077 \sin 2N$$

(Paltridge and Platt, 1976)

$$\text{โดย } N = \frac{2 * \pi * n}{365}$$

n = วันสะสมจากต้นปี คือมีค่าตั้งแต่ 0–364 (1 ม.ค. – 31 ธ.ค.)

สมการและตัวแปรต่างใช้หน่วยเป็นเรเดียน

$$\pi = 3.142$$

2) สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของไอน้ำ

$$\phi_w = \frac{2.9U_1}{(1+141.5U_1)^{0.635} + 5.929U_1} \quad (3)$$

เมื่อ ϕ_w = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของไอน้ำ

U_1 = relative optical path length of precipitable water (cm) หาได้จาก

$$U_1 = w m_r$$

m_r = มวลอากาศที่รังสีดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่าน หาได้จาก

$$m_r = \sec \theta_z \text{ (องศา)}$$

w = ปริมาณไอน้ำที่กลั่นตัวได้ (cm) หาได้จาก

$$w = 0.861569 \exp(0.1752 rh P_s / T) \quad (4)$$

โดย rh = ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

T = อุณหภูมิ (K^o)

P_s = ความดันไอน้ำอิ่มตัว(mb) หาได้จาก

$$P_s = 26.23 - \frac{5416}{T} \quad (5)$$

3) สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของโอโซน

$$\phi_o = \frac{0.02118U_3}{1 + 0.042U_3 + 0.000323U_3^2} + \frac{1.082U_3}{(1 + 138.6U_3)^{0.805}} + \frac{0.0658U_3}{1 + (103.6U_3)^3} \quad (6)$$

เมื่อ ϕ_o = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของโอโซน

U_3 = Ozone relative optical path length (cm) หาได้จาก

$$U_3 = I m_r$$

I = ปริมาณโอโซนหรือความหนาของชั้นโอโซน (cm)

m_r = มวลอากาศที่รังสีดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่าน (องศา)

4) สัมประสิทธิ์การกระเจิงรังสีดวงอาทิตย์ของโมเลกุลอากาศ

$$\delta_a = \frac{0.28}{1 + 6.43 \cos \theta_z} \quad (7)$$

เมื่อ δ_a = สัมประสิทธิ์การกระทบกระจายรังสีดวงอาทิตย์ของโมเลกุลอากาศ

θ_z = มุมเซนนิธของดวงอาทิตย์ (องศา) หาได้จาก

$$\cos \theta_z = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos w$$

w = มุมของเวลา (องศา)

ϕ = ละติจูด(องศา)

δ = มุมเดคลิเนชัน (องศา)

5) สัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวโลก สัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวโลก คือ สัดส่วนของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบต่อรังสีสะท้อนจากพื้นผิวโลก(Albedo) ขึ้นกับลักษณะของพื้นผิวโลก การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีของพื้นผิวโลกได้ศึกษาตามลักษณะการใช้ของในแต่ละภูมิภาคการหาค่าอัลบีโดเพื่อใช้เป็นค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวโลกในประเทศไทย โดยการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ที่ดินทั่วทั้งประเทศ เพื่อใช้ค่าอัลบีโดในการคำนวณแสดงตามความแตกต่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละภูมิภาค ดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 ในการศึกษาใช้ค่าอัลบีโดของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยมีเปอร์เซ็นต์พื้นที่เฉลี่ยทั้งประเทศมากที่สุด ประกอบกับสถานีตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาส่วนใหญ่ก็มักตั้งอยู่ในเมืองหรือพื้นที่ชุมชน จึงใช้ค่าอัลบีโด พื้นผิวประเภทที่อยู่อาศัยหรือชุมชน

2.2.2 ห้อตราส่วนการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องจากฝุ่นละออง โดยการคำนวณจากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา หลังจากหาคำนวณค่าของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดได้ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณ นำค่าที่ได้ทั้ง 2 มาหาความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยสามารถเขียนในรูปของอัตราส่วนการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องจากฝุ่นละอองได้ดังสมการ (สายันต์, 2542)

$$\Delta Q = \frac{Q_m - Q_e}{Q_m} \quad (8)$$

เมื่อ $\Delta Q =$ อัตราส่วนการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องจากฝุ่นละออง (MJ/m^2)

$Q_m =$ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณ (MJ/m^2)

$Q_e =$ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการวัดจริง (MJ/m^2)

2.2.3 ศึกษาความผันแปรของค่าปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่มีเมฆมาก และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

2.2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศ กับอุณหภูมิอากาศโดยทำการพลอตกราฟแบบ scatter plot เพื่อแสดงความสัมพันธ์

2.2.5 เทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศกับค่าทัศนวิสัย เนื่องจากค่าทัศนวิสัยเป็นค่าที่ชี้วัดความขุ่นมัวของบรรยากาศ ซึ่งเมื่อบรรยากาศที่มีฝุ่นละอองมากก็就会有ความขุ่นมัวมาก และบ่งบอกถึงปริมาณฝุ่นละอองที่มากด้วย