

SAC-01-023

การพัฒนาแบบจำลองประเมินความรู้สึกการรับรู้ความร้อนของมนุษย์
โดยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
The development of a human thermal comfort assessment model
using Geographic Information Systems

ธีรวัฒน์ ปานช้างไชยสิทธิ์^{1*} และ วีระเกษตร สนวนผกา²
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์^{1, 2}
e-mail: nes35005@gmail.com^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการ แนวทาง ในการสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียก โดยอุณหภูมิกระเปาะเปียกเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการประเมินความรู้สึกร้อนของมนุษย์ คำนวณจากข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ จากข้อมูลสถานตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 สร้างเป็นแผนที่รายจุดภาพ เปลี่ยนข้อมูลเชิงสถิติ เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงพื้นที่รายจุดภาพ (ขนาด3x3ตารางกิโลเมตร) พร้อมทั้งแสดงเป็นข้อมูลเชิงสถิติและเชิงพื้นที่ตามขอบเขตการปกครองของประเทศไทย ทั้งในระดับจังหวัด, ระดับอำเภอ และระดับตำบล รวมถึงสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกในเชิงเวลา โดยใช้ข้อมูลราย 3 ชั่วโมงจากข้อมูลปัจจัยดังกล่าว ซึ่งจะได้ข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะเปียกในทุกกรอบด้าน โดยรายละเอียดวิธีการประมวลผลในการสร้างแผนที่ และภาพแผนที่ที่กล่าวมาทั้งหมดได้อธิบายไว้ในส่วนเนื้อหา และสรุปผลของงานวิจัยชิ้นนี้ สามารถสร้างแผนที่ของอุณหภูมิกระเปาะเปียก โดยแสดงได้ทั้งเชิงสถิติและเชิงพื้นที่ให้ครอบคลุมทั้งประเทศไทย

คำสำคัญ: อุณหภูมิกระเปาะเปียก, อุณหภูมิกระเปาะแห้ง, ความชื้นสัมพัทธ์, ความรู้สึกร้อนของมนุษย์

Abstract

This research presents a method for creating a wet-bulb temperature map. Wet-bulb temperature is a key indicator for assessing human heat sensation, calculated from dry-bulb temperature and relative humidity data from the Meteorological Department's weather stations nationwide on April 1, 2023. A point-based map was created, converting statistical data into qualitative and spatial point-based data (3x3 km grid). This data is presented statistically and spatially according to Thailand's administrative boundaries at the provincial, district, and sub-district levels. A time-based wet-bulb temperature map was also generated using 3-hourly data of the aforementioned factors, providing wet-bulb temperature information in all aspects. Details of the map creation process and the resulting map images are explained in the content and conclusion sections of this research. It is possible to create a wet-bulb temperature map showing both statistical and spatial information covering the entire country of Thailand.

Keywords: Wet-bulb temperature, Dry-bulb temperature, Relative humidity, Human heat sensation

บทนำ

ท่ามกลางความกังวลที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นด้านความร้อนที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ การทำความเข้าใจถึงตัวชี้วัดที่สามารถสะท้อนถึงสภาวะความร้อนที่แท้จริง จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งหนึ่งในตัวชี้วัดดังกล่าวคือ "อุณหภูมิกระเปาะเปียก" ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ได้วัดเพียงแค่อุณหภูมิอากาศ แต่ยังคำนึงถึงผลกระทบของความชื้นที่มีต่อความสามารถในการระบายความร้อนของร่างกายมนุษย์ เมื่ออุณหภูมิกระเปาะเปียกสูงถึง 35 องศาเซลเซียส จะเป็นสภาวะที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถระบายความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกต่อไป (Sherwood, S. C., &

Huber, M. (2010).) ซึ่งนำไปสู่ความเสี่ยงต่อสุขภาพและชีวิตที่ไม่อาจมองข้าม เพื่อรับมือกับภัยคุกคามนี้ต้องมีประสิทธิภาพ "การ
สร้างแผนที่ความเสี่ยง" ที่แสดงถึงการกระจายตัวของอุณหภูมิกระเปาะเปียกในพื้นที่ต่าง ๆ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวด ข้อมูลเชิงพื้นที่
เหล่านี้จะช่วยให้เราสามารถระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง ประเมินจำนวนประชากรที่อาจได้รับผลกระทบ และวางแผนการช่วยเหลือและ
การป้องกันได้อย่างตรงจุด

บทความนี้จากข้างต้นจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาหาพื้นที่ และสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของประเทศไทย เพื่อใช้ในการ
เฝ้าระวังภัยต่าง ๆ ทางธรรมชาติ และสุขภาพให้คนทั่วไปได้รู้เท่าทันภัยเจ็บจากอุณหภูมิกระเปาะเปียก ซึ่งมีผลมาจากสถานการณ์
อุณหภูมิโลกที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของประเทศไทย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยมีข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะแห้ง วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 จากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วประเทศ
2. ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 จากสถานีตรวจวัดอากาศทั่วประเทศ

การคำนวณอุณหภูมิกระเปาะเปียก

การคำนวณอุณหภูมิกระเปาะเปียกใช้สมการ

$$Tw = T \arctan(0.151977\sqrt{RH\% + 8.313659}) + \arctan(T + RH\%) - \arctan(RH\% - 1.676331) + 0.00391838(RH\%)^{3/2} \arctan(0.023101RH\%) - 4.686035$$

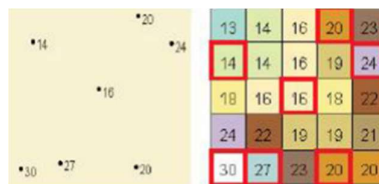
โดยที่ Tw = อุณหภูมิกระเปาะเปียก

T = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง

RH = ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการ Interpolation

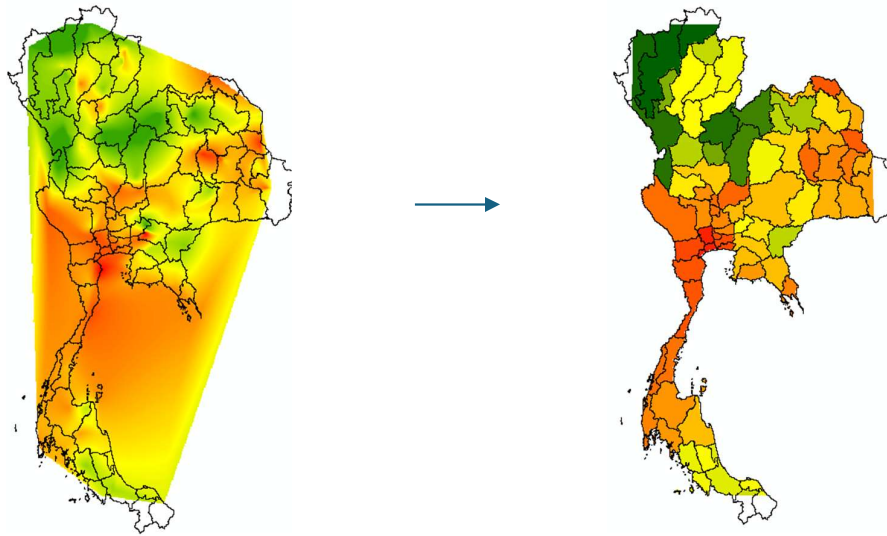
การแทรก หรือ (Interpolation) เป็นการหาค่าให้กับเซลล์ใน Raster จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด ด้วยวิธีการ
นี้สามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบได้ จากจุดใด ๆ ทางภูมิศาสตร์ได้ไม่ว่าจะเป็น จุดความสูง (elevation) ปริมาณน้ำฝน การ
กระจายตัวของสารเคมี ระดับเสียงรบกวน และอื่นๆ อีกมากมาย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพจำลองการทำนายค่า Interpolation

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการ Zonal statistics

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Zonal Statistics เป็นเทคนิคทางภูมิสารสนเทศ (Geospatial Analysis) ที่ใช้ในการสรุป
ค่าสถิติของข้อมูลแรสเตอร์ (Raster data) ภายในขอบเขตของโซนที่กำหนด ซึ่งโซนเหล่านี้มักจะถูกกำหนดโดยข้อมูลเวกเตอร์ (Vector
data) เช่น รูปหลายเหลี่ยม (Polygon) โดยบทความนี้กำหนดพื้นที่เป็น เขตเขตการปกครองของประเทศไทย ดังรูปที่ 2

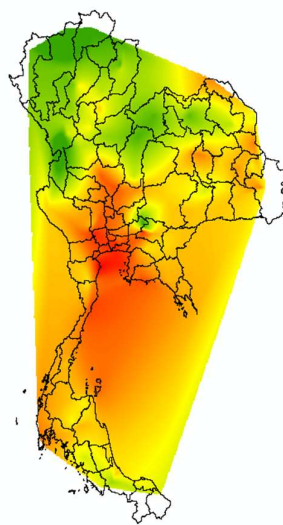


รูปที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ Zonal Statistics

ผลการวิจัย

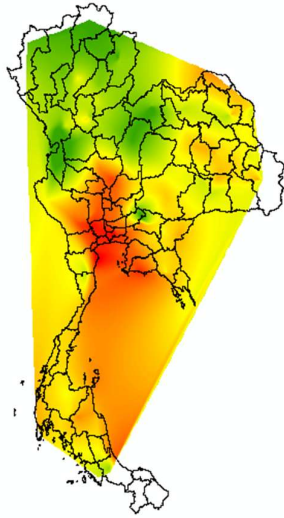
การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกโดยวิธีการ Interpolation

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกจากการ Interpolation สามารถสร้างข้อมูลอุณหภูมิได้ครอบคลุมเกือบทั้งประเทศ มีค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกในวันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 ที่ 16.27 องศาเซลเซียส ถึง 27.67 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ย 24.88 องศาเซลเซียส โดยส่วนที่ไม่ครอบคลุมมีผลจาก ข้อจำกัดอย่าง ในบางช่วงเวลา บางสถานีวิจัยตรวจวัดอากาศไม่มีข้อมูลและตั้งอยู่ในพื้นที่ขอบเขตของประเทศทำให้ไม่สามารถคำนวณอุณหภูมิออกมาได้ รวมถึงที่ตั้งสถานีวิจัยตรวจวัดอากาศของประเทศไทย ยังไม่ครอบคลุมทั้งประเทศ โดยเฉพาะแถบชายแดน จึงทำให้เกิดช่องว่างของข้อมูลในแผนที่ โดยแผนที่จะแสดงค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกในรูปแบบแผนที่ Heat map จาก 16.27 องศาเซลเซียส ค่าสีเขียวไปจนถึง 27.67 องศาเซลเซียส ค่าสีแดง ดังรูปที่ 3

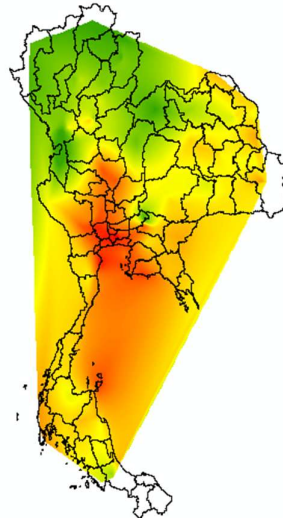


รูปที่ 3 แผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียก

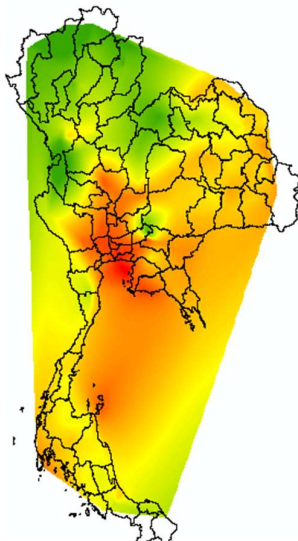
สร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกจากข้อมูลราย 3 ชั่วโมง จากช่วงเวลา 01.00 น. ของวันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 ถึง 22.00 น. ในวันเดียวกัน ดังรูป 4-11



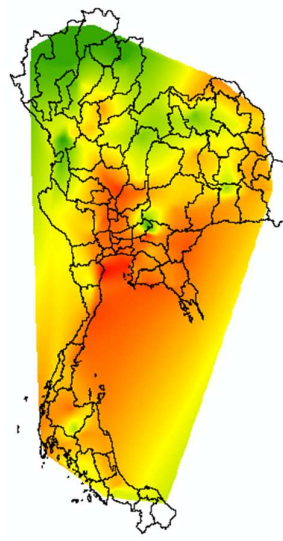
รูปที่ 4 เวลา 01.00 นาฬิกา



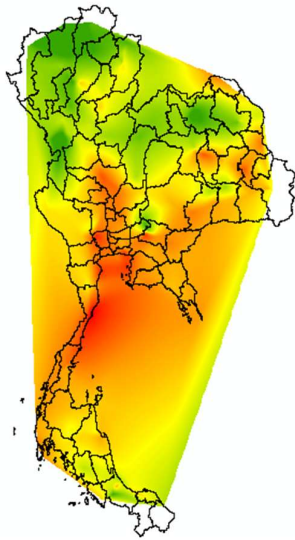
รูปที่ 5 เวลา 04.00 นาฬิกา



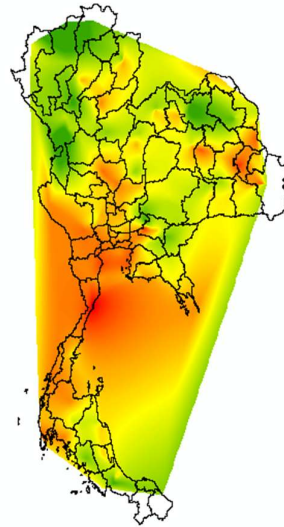
รูปที่ 6 เวลา 07.00 นาฬิกา



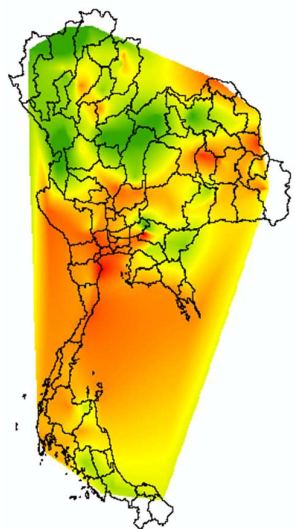
รูปที่ 7 เวลา 10.00 นาฬิกา



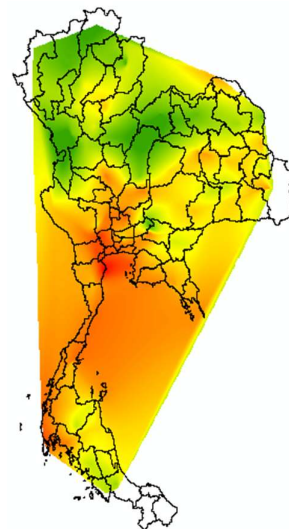
รูปที่ 8 เวลา 13.00 นาฬิกา



รูปที่ 9 เวลา 16.00 นาฬิกา



รูปที่ 10 เวลา 19.00 นาฬิกา



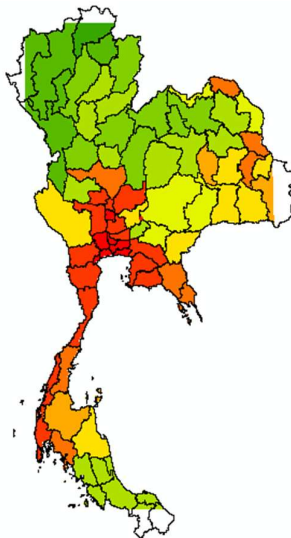
รูปที่ 11 เวลา 22.00 นาฬิกา

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกโดยวิธีการ Zonal statistics

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกจากการ Zonal statistics สามารถสร้างข้อมูลอุณหภูมิได้ครอบคลุมเกือบทั้งประเทศ โดยส่วนที่ไม่ครอบคลุมนั้นมีความคล้ายกับขั้นตอน Interpolation แต่ยังสามารถแสดงข้อมูลส่วนใหญ่ของอุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตการปกครอง ในระดับจังหวัด อำเภอ และระดับตำบลได้

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตจังหวัด

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตจังหวัด วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 ที่ 21.1 องศาเซลเซียส ถึง 26.94 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยที่ 24.48 องศาเซลเซียส โดยแบ่งช่วงข้อมูลทั้งหมด 10 ช่วง ดังรูปที่ 12 และแสดงข้อมูลพื้นที่ที่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกสูง 5 อันดับแรก ดังตารางที่ 1



รูปที่ 12 แผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตจังหวัด

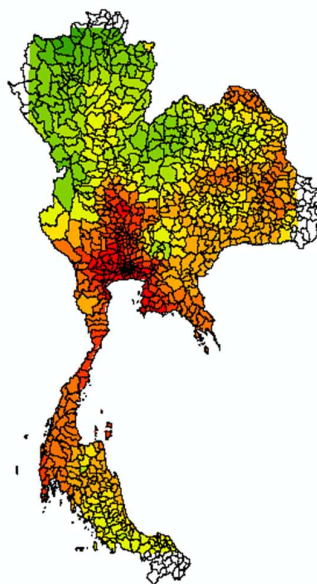
ตารางที่ 1

ข้อมูลพื้นที่จังหวัดที่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกสูง 5 อันดับแรก

จังหวัด	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะเปียก
สมุทรสาคร	26.937227
นครปฐม	26.932721
สมุทรปราการ	26.920873
กรุงเทพมหานคร	26.715943
สมุทรสงคราม	26.714196

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตอำเภอ

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตอำเภอ วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 ที่ 17.55 องศาเซลเซียส ถึง 27.15 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยที่ 24.47 องศาเซลเซียส โดยแบ่งช่วงข้อมูลทั้งหมด 10 ช่วง ดังรูปที่13 และแสดงข้อมูลพื้นที่ที่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกสูง 5 อันดับแรก ดังตารางที่ 2



รูปที่ 13 แผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตอำเภอ

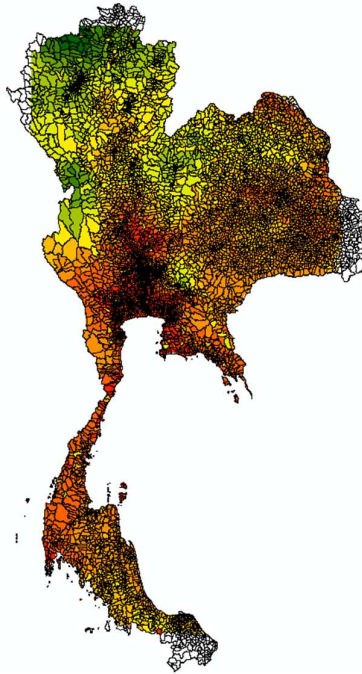
ตารางที่ 2

ข้อมูลพื้นที่อำเภอที่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกสูง 5 อันดับแรก

อำเภอ	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะเปียก
ข.คลองเตย จ.กรุงเทพฯ	27.154549
ข.ยานนาวา จ.กรุงเทพฯ	27.151554
อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ	27.131603
ข.บางคอแหลม จ.กรุงเทพฯ	27.126366
อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ	27.125389

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตตำบล

การสร้างแผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตตำบล วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 ที่ 16.77 องศาเซลเซียส ถึง 27.59 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยที่ 24.48 องศาเซลเซียส โดยแบ่งช่วงข้อมูลทั้งหมด 10 ช่วง ดังรูปที่ 14 และแสดงข้อมูลพื้นที่ที่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกสูง 5 อันดับแรก ดังตารางที่ 3



รูปที่ 13 แผนที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามขอบเขตตำบล

ตารางที่ 3

ข้อมูลพื้นที่ตำบลที่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกสูง 5 อันดับแรก

ตำบล	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะเปียก
ต.แหลมผักเบี้ย อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี	27.595592
ต.หาดเจ้าสำราญ อ.เมืองเพชรบุรี จ.เพชรบุรี	27.568378
ต.นาพันสาม อ.เมืองเพชรบุรี จ.เพชรบุรี	27.447023
ต.โพทะเล อ.เมืองเพชรบุรี จ.เพชรบุรี	27.397665
ต.ปากทะเล อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี	27.355644

บทสรุป

การสร้างแผนที่ช่วยให้เห็นภาพรวมของการกระจายตัวของอุณหภูมิกระเปาะเปียกในพื้นที่ต่างๆ มากกว่าตารางตัวเลขอุณหภูมิ ทำให้สามารถระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงได้ โดยที่ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะเปียกของประเทศไทย ในวันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2566 อยู่ที่ 24.88 องศาเซลเซียส ซึ่งยังมีความห่างจากค่าความอันตรายที่ 35 องศาเซลเซียสอยู่มาก และยังไม่มียพื้นที่ใดที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยง และมีข้อจำกัดของข้อมูลที่ ตั้งสถานีตรวจวัดอากาศของประเทศไทย ยังไม่ครอบคลุมทั้งประเทศ โดยเฉพาะแถบชายแดน จึงทำให้เกิดช่องว่างของข้อมูลในแผนที่ โดยวิธีการทั้งหมดในบทความสามารถเป็น 1 วิธีในการแสดง และรับรู้ และนำไปสู่การวางแผนมาตรการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาอุณหภูมิกระเปาะเปียกครั้งต่อไป ผู้วิจัยอาจจะเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเข้าไป เช่น ความกดอากาศ ความสูงของพื้นที่ของประเทศ รวมถึงใช้ช่วงเวลาของข้อมูลให้กว้างขึ้น เช่น 1 เดือน หรือ 1 ปี

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ทางคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- ตุลย์ มณีวัฒนา และ อัครา กิจการเจริญสิน. (2544). อุณหภูมิออกแบบสำหรับกรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ หาดใหญ่และอุบลราชธานี. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15, RA-46.
- ธีรวัฒน์ ปานช้างไชยสิทธิ์ และคณะ. (2563). การประมวลผลและการติดตามภัยแล้งระหว่างฤดูปลูกพืชเศรษฐกิจด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ค่าผิดปกติ ผลต่างดัชนีพืชพรรณ. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25, SG119.
- Anabel W. Carter, et al. (2020). Methods for Estimating Wet Bulb Globe Temperature from Remote and Low Cost Data: A Comparative Study in Central Alabama. *GeoHeath*, Volume 4 Issue 5, May 2020.
- PPTV online. (2566). “มนุษย์ทนร้อนได้แค่ไหน?” คำถามสำคัญเมื่ออากาศเมืองไทยร้อนเหลือเกิน. สืบค้น 18 มกราคม 2568, จาก <https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B8%A1/193245>
- Sherwood, S. C., & Huber, M. (2010). An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(21), 9552-9555.
- Yi Zhang, Isaac Held1, &Stephan Fueglistaler Projections of Tropical Heat Stress Constrained by Atmospheric Dynamics (2021) *Nature Geoscience*, Volume 14, Issue 3, p.133-137