การประมาณค่าเชิงพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์การแพร่กระจายฝุ่นละออง ในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

Spatial Interpolation for Analysis on the Diffusion of Particulate Matter in the Phuket Municipality, Phuket Province

ธิดารัตน์ คำสอม[1*]

Tidarat Kumlom[1*]

[1*]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 21 หมู่ 6 ถนนเทพกระษัตรี ตำบลรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000 โทร 0 7624 0474 ต่อ 4000 โทรสาร 0 7621 8806 E-mail: tidarat.k@pkru.ac.th

[1*]Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University 21 Moo 6 Thepkrasattri Road, Ratsada Subdistrict, Mueang District, Phuket Province, Thailand, 83000 Tel. +66 7624 0474 ext. 4000 Fax. +66 7621 8806 E-mail: tidarat.k@pkru.ac.th

วันที่รับบทความ 21 เมษายน 2564 **วันที่รับแก้ไขบทความ** 25 มิถุนายน 2564 **วันที่ตอบรับบทความ** 25 มิถุนายน 2564

Received: Apr. 21, 2021 **Revised:** Jun. 25, 2021 **Accepted:** Jun. 25, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละออง โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละออง TSP PM10 และ PM2.5 จากสถานที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ ได้แก่ วงเวียนสุริยเดช วงเวียนนิมิตร วงเวียนสุรินทร์ สวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติ และสวนสาธารณะสยพานหิน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 – เดือนมกราคม 2564 และทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำนายของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ RBF, Kriging, LPI และ IDW ผลการคัดเลือกวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำนายของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ จำนวน 4 วิธี พบว่า วิธี IDW มีค่า RMSE น้อยที่สุดในการทดสอบ รองลงมา ได้แก่ วิธี Kriging วิธี LPI และวิธี RBF ตามลำดับ ผู้วิจัยจึงเลือกวิธี IDW ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ปริมาณฝุ่นละอองในพื้นที่เขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต เพราะผลการประมาณค่าในเชิงพื้นที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับพื้นที่จริง ซึ่งแตกต่างจาก Kriging LPI และ RBF ที่ให้การประมาณค่ามากกว่าค่าจริงที่ทำการตรวจวัดมา ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาพื้นที่เฝ้าระวังมลพิษทางอากาศ และเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่จะนำไปวางแนวทางในการแก้ไขบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศต่อไป

คำสำคัญ: การประมาณค่าเชิงพื้นที่, ฝุ่นละออง, เทศบาลเมืองนครภูเก็ต

Abstract

This research aims to study the appropriate spatial interpolation to generate an amount of particulate matter map model. Applies a geographic information system to analyze the average value of dust particles size TSP PM10 and PM2.5 from particulate matter sampling area such as Suriyadet Circle, Nimit Circle, Surin Circle, Chaloem Phra Kiat Public Park and Saphan Hin Public Park. The period of data collection is from December 2020 to January 2021, and runs a performance test in the prediction of various spatial interpolation methods such as RBE, Kriging, LPI and IDW. The result of suitable spatial interpolation methods selection for generating dust particles map models from the predictive performance test of four spatial interpolation methods shows that IDW has the lowest RMSE value, followed by Kriging, LPI and RBF, respectively. The researcher then selects the IDW method for the spatial interpolation and generate particulate matter map models in the Phuket Municipality, Phuket Province. Because the spatial interpolation results are quite close to the real area. Unlike Kriging LPI and RBF, the interpolation is greater than the actual measured value which can be analyzed for finding air pollution monitoring areas. Also, this result is beneficial to the agency who plans to lay out guidelines for solving problems that may arise from air pollution further.

Keywords: Spatial Interpolation, Dust, Phuket Municipality

1. บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยได้เพิ่มมากขึ้นอย่างน่าวิตก โดยเฉพาะพื้นที่ริมถนนที่มีการจราจรหนาแน่น จากการตรวจวัดพบปริมาณฝุ่นควันและก๊าซมลพิษมีค่าเกินมาตรฐาน ซึ่งสาเหตุมาจากการเพิ่มจำนวนของยานพาหนะต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกินมาตรฐานจัดได้ว่าเป็นปัญหาหลักและรุนแรงที่สุด (Chu-In, S., 2016) ถนนสายหลักที่เป็นเส้นทางสู่แหล่งท่องเที่ยวที่มีการจราจรคับคั่งล้วนเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และอาจส่งผลกระทบต่อสวนสาธารณะในเมืองที่มีผู้คนเข้าไปอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน และใช้เวลาในการพักผ่อนหย่อนใจ นันทนาการ และออกกำลังกาย มลพิษทางอากาศมีผลกระทบต่อร่างกายและสุขภาพโดยตรง ซึ่งอาจจะส่งผลทันทีหรือส่งผลในระยะยาวได้ ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยและโรคภัยต่าง ๆ และเกิดการสะสมจนเกิดปัญหาต่อสุขภาพได้เช่นกัน (Vorapracha, P., et al., 2015) ซึ่งจังหวัดภูเก็ตมีศักยภาพสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการเดินทางไปมาที่สะดวกสบาย จึงมีการส่งเสริมการท่องเที่ยวตามจุดแข็งของจังหวัด โดยกำหนดไว้ในแผนพัฒนาจังหวัดภูเก็ต พ.ศ.2561 – พ.ศ.2565 (Phuket Provincial Office, 2019) มีการพัฒนาและขยายตัวทางเศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประชาชนเข้าสู่จังหวัดภูเก็ตเพื่อทำงานและท่องเที่ยว การจราจรหนาแน่นในช่วงเทศกาลต่าง ๆ

และการจราจรติดขัดบางพื้นที่ในชั่วโมงเร่งด่วน ทำให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศจากฝุ่นละออง เพราะมีสาเหตุสำคัญจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของรถยนต์บนท้องถนน จากสถานการณ์หมอกควันที่ปกคลุมหนาแน่นในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตในเดือนตุลาคม พ.ศ.2558 ซึ่งเป็นกลุ่มหมอกควันที่เกิดจากการเผาไหม้ป่าที่เกิดขึ้นบนเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย จากปริมาณการเผาไหม้ (Hot Spots) ที่มีจำนวนสูงขึ้น ประกอบกับทิศทางของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดเอากลุ่มหมอกควันจากแหล่งกำเนิดผ่านประเทศมาเลเซียและเข้าสู่ภาคใต้ของประเทศไทย ส่งผลให้ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) มีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ และในเดือนกันยายน พ.ศ.2562 พบจุดความร้อนในพื้นที่ใกล้เคียง ประกอบกับทิศทางลมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าพื้นที่จังหวัดภูเก็ต และลมค่อนข้างนิ่ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดจากพื้นที่จราจรและฝุ่นที่พัดพามาจากที่อื่นระบายออกไม่ได้ จึงทำให้ฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน (Tekasakul, P., 2015) สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษอากาศทางด้านฝุ่นละออง ที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในย่านที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว และสถานีตรวจวัดมลพิษทางอากาศที่มีอยู่ยังไม่ครอบคลุมในทุกพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถทำตรวจวัดได้ ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน จึงจำเป็นที่จะต้องมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศให้ทันเหตุการณ์

ปัจจุบันมีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศ เพราะการลงเก็บข้อมูลภาคสนามไม่สามารถจัดเก็บได้ทุกพื้นที่ เนื่องจากมีพื้นที่กว้างขวาง จึงต้องทำการประมาณค่าในส่วนที่ไม่มีข้อมูล โดยทำนายค่าจุดข้อมูลพื้นผิวจากข้อมูลต่อเนื่องของจุดที่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละจุด อาศัยจุดข้อมูลที่ทราบค่ามาทำนายโดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความถูกต้อง วิธีการประมาณค่าในช่วงมีหลายวิธี ได้แก่ Inverse Distance Weighting (IDW) Global Polynomial Interpolation (GPI) Radial Basis Functions (RBF) Local Polynomial Interpolation (LPI) และ Kriging (Jirakajohnkul, S., 2017) แนวคิดในการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการประมาณค่าเชิงพื้นที่สำหรับวิเคราะห์การแพร่กระจายฝุ่นละอองในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จะแสดงให้เห็นภาพการกระจายตัว การเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่าง ๆ ในเชิงพื้นที่ได้ชัดเจน เข้าใจง่ายมากกว่าการพิจารณาดูจากตารางสถิติ สามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ และการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ ตรวจติดตามคุณภาพอากาศ ทำให้การใช้ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Intarat, T., 2011) เพราะฉะนั้นการศึกษาครั้งนี้จะสามารถเป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจสามารถนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในงานทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้ เป็นประโยชน์แก่หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน หรือบริษัททางด้านสิ่งแวดล้อม สามารถนำไปใช้ในการศึกษาติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ และใช้ประโยชน์ช่วยในการวางแผน กำหนดนโยบาย การติดตามประเมินผลโครงการ การจัดสรรงบประมาณ ตลอดจนการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์การแพร่กระจายปริมาณฝุ่นละออง ในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

2.2 เพื่อสร้างแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละอองในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

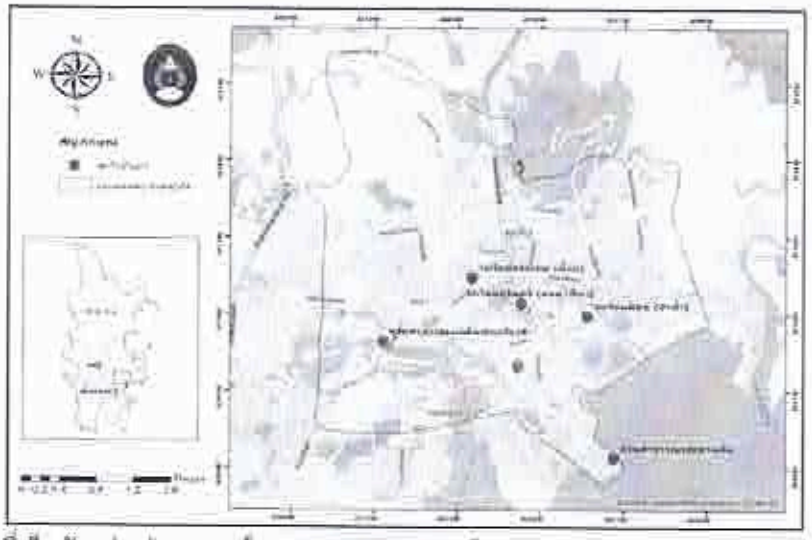
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาคือ ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของกรมควบคุมมลพิษ โดยเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 – เดือนมกราคม 2564 ในช่วงวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันจันทร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2 ขอบเขตการศึกษา

วิเคราะห์การประมาณค่าเชิงพื้นที่ ได้แก่ 1) Inverse Distance Weighting (IDW) 2) Kriging 3) Local Polynomial Interpolation (LPI) และ 4) Radial Basis Function (RBF) จากข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากสถานที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งเน้นไปที่เส้นทางสู่แหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ วงเวียนสุริยเดช วงเวียนนิมิตร วงเวียนสุรินทร์ เนื่องจากมีการจราจรที่หนาแน่น และสวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติ และสวนสาธารณะสะพานหิน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีผู้คนเข้าไปใช้บริการเพื่อพักผ่อนหย่อนใจและออกกำลังกายเป็นจำนวนมาก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต

โดยการพิจารณาพื้นที่ติดตั้งสถานีเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง มีหัวข้อสำคัญที่จะต้องพิจารณาคือ จุดที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจะต้องมีการไหลของอากาศที่ดีไม่ควรมีสิ่งก่อสร้างที่มีผลต่อความเร็วและทิศทางลม เช่น ตึก ระเบียง และต้นไม้ และความสูงจากพื้นดินของจุดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 1.5– 4 เมตร เป็นไปตามหลักเกณฑ์ทั่วไปในการเลือกจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองของกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2003) และอยู่ที่ระดับคนหายใจ ซึ่งเหมาะสมกับการตรวจวัดการรับสัมผัสของคนและบริเวณการจราจรหนาแน่น จากประสบการณ์ของนักวิจัยในทางปฏิบัติจะใช้ที่ความสูง 2.5 เมตร เพื่อความปลอดภัยและป้องกันการทำลายเครื่องมือ

1. สวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติและสวนสาธารณะสะพานหิน ใช้แนวทางการเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั่วไป โดย 1) ระยะห่างจากถนนที่มีการจราจรหนาแน่น ประมาณ 100 เมตร 2) ความสูงของจุดตรวจวัดสูงจากพื้นดิน 2 - 4 เมตร และ 3) บริเวณโดยรอบไม่มีสิ่งกีดขวางที่สูงกว่า 3 เมตร บดบังในช่วงปริมาณ 20 เมตร หรือระยะห่างอย่างน้อย 20 เท่าของความสูงสิ่งกีดขวาง

2. วงเวียนสุริยเดช วงเวียนนิมิต และวงเวียนสุรินทร์ ใช้การติดตั้งสถานีตรวจวัดบริเวณริมเส้นทางจราจร โดย 1) ระยะห่างจากถนนประมาณ 1 - 5 เมตร 2) ความสูงของจุดตรวจวัดสูงจากพื้นดิน 1 - 5 เมตร และ 3) บริเวณโดยรอบไม่มีสิ่งกีดขวางที่สูงกว่า 3 เมตร บดบังในช่วงปริมาณ 20 เมตร

3.3 เครื่องมือและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลข้อมูล

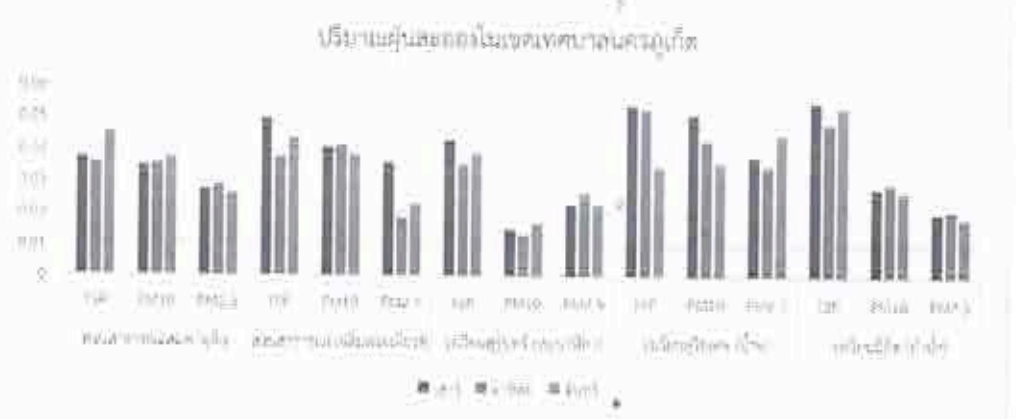
2. โปรแกรมสำเร็จรูประบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.3

3. เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ (High Volume Air Sampler) รุ่น Ecotech World Class Environmental Monitoring Model Number HVS 3000 Serial Number 18 – 1837 พร้อมชุดอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศที่ได้รับการรับรอง และชุดปรับเทียบ Calibration Orifice ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) (Punin, W., 2018) ตามมาตรฐานการเก็บตัวอย่างของ U.S.EPA Code of Federal Regulation, Part 50 (Tisch Environmental, 2019) และตามมาตรฐานของประเทศไทยคือ กรมควบคุมมลพิษ และกรมโรงงานอุตสาหกรรม (Suwanathada, P., 2017)

4. ข้อมูลปริมาณฝุ่นละออง TSP PM10 และ PM2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากสถานที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่ใช้ในการทดสอบ

สถานที่	TSP (mg/m^3)	PM10 (mg/m^3)	PM2.5 (mg/m^3)
สวนสาธารณะสะพานหิน	0.0395	0.0359	0.0276
สวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติ	0.0437	0.0401	0.0260
วงเวียนสุรินทร์ (หอนาฬิกา)	0.0392	0.0153	0.0244
วงเวียนสุริยเดช (น้ำพุ)	0.0470	0.0430	0.0390
วงเวียนนิมิต (ม้าน้ำ)	0.0525	0.0285	0.0206



ภาพที่ 2 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต

3.4 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลฝุ่นละออง

1. สร้างขอบเขตที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา คือ เทศบาลนครภูเก็ต ในรูปแบบ Polygon

2. นำเข้าข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองของจุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ สวนสาธารณะสะพานหิน สวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติ วงเวียนสุรินทร์ (หอนาฬิกา) วงเวียนสุริยเดช (น้ำพุ) และวงเวียนนิมิต (ม้าน้ำ)

3. ทำการปิดจุดวัดฝุ่นละอองที่ต้องการทราบค่า จากนั้นใช้โปรแกรม ArcGIS สร้างปริมาณฝุ่นละอองเชิงพื้นที่ด้วยฟังก์ชัน Geostatistical Analyst ได้แก่ 1) Inverse Distance Weighting (IDW) 2) Kriging 3) Local Polynomial Interpolation (LPI) และ 4) Radial Basis Function (RBF) โดยสร้างให้เต็มพื้นที่ขอบเขตที่กำหนดในข้อ 1.

4. หาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ทำการประมาณค่าที่ตรงกับตำแหน่งพิกัดของจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ทำการปิดไว้ในข้อ 3) ทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงของจุดเก็บตัวอย่าง

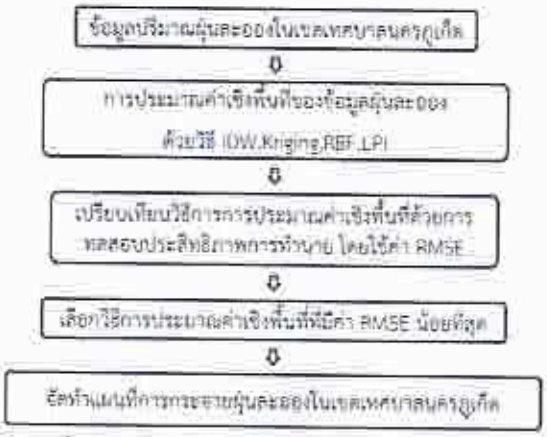
5. ทำการสร้างค่าปริมาณฝุ่นละออง TSP PM10 และ PM2.5 ในบริเวณอื่น ๆ ในเขตเทศบาลนครภูเก็ตที่ต้องการทราบค่า

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่

วิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่สามารถทำได้หลายวิธี ในแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมแตกต่างกันตามคุณลักษณะของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำนายของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่แต่ละวิธี โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองในการทดสอบ และนำค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) ดังสมการที่ (1) ของค่าที่ได้จากการทำนายในแต่ละวิธีมาพิจารณาเปรียบเทียบกัน หาวิธีการที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเพื่อนำมาใช้ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ปริมาณฝุ่นละออง และสร้างเป็นค่าผลลัพธ์เชิงพื้นที่ในรูปแบบแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต

3.6 การจัดทำแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละอองในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต

การประมาณค่าเชิงพื้นที่ ได้แก่ 1) Inverse Distance Weighting (IDW) 2) Kriging 3) Local Polynomial Interpolation (LPI) และ 4) Radial Basis Function (RBF) โดยแบ่งชั้นข้อมูล (Reclassified) เพื่อแบ่งชั้นข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองเป็น 10 class เพื่อให้ได้แผนที่การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของปริมาณฝุ่นละอองและจัดทำ Layout แผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละออง ในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต โดยใส่คำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend) ลูกศรกำกับทิศ (North Arrow) และมาตราส่วน (Scale Bar)



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการออกแบบ/พัฒนา

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - x)^2}{N}} \quad (1)$$

โดยที่ x_i = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า
x = ค่าจริง
N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การแพร่กระจายปริมาณฝุ่นละอองในพื้นที่เขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

โดยใช้ข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง TSP PM10 และ PM2.5 จำนวน 5 สถานี นำมาสู่กระบวนการวิเคราะห์สถิติภูมิศาสตร์ โดยการทดสอบประสิทธิภาพในการทำนายของวิธีการประมาณการค่าเชิงพื้นที่แต่ละวิธี และพิจารณาค่า RMSE ที่ได้จากการทำนายในแต่ละวิธี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลำดับค่า RMSE ของการประมาณค่าเชิงพื้นที่แต่ละวิธีของ TSP PM10 และ PM2.5

ลำดับ	วิธีการ	RMSE		
		TSP	PM10	PM2.5
1	Inverse Distance Weighting (IDW)	0.000011	0.000022	0.000013
2	Kriging	0.000084	0.000067	0.000545
3	Local Polynomial Interpolation (LPI)	1.071356	1.071356	1.081028
4	Radial Basis Function (RBF)	9.225954	1.353345	7.789446

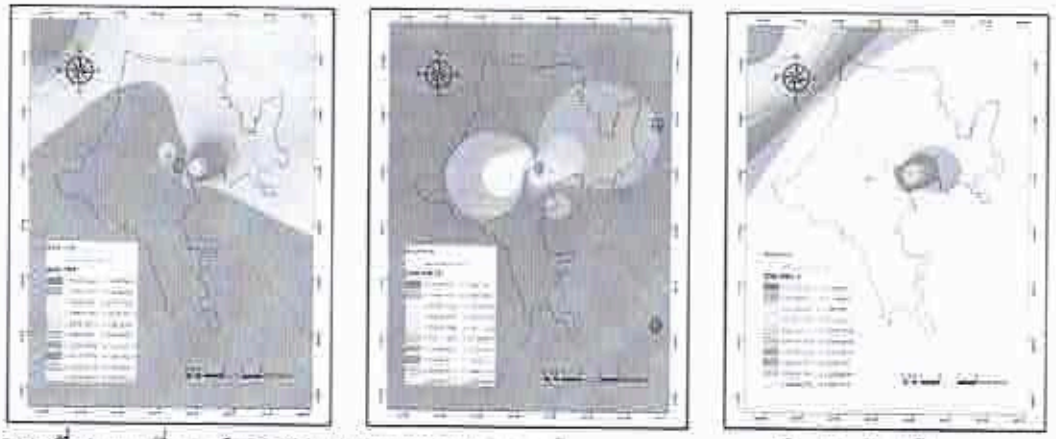
จากตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพในการทำนายของวิธีการประมาณการค่าเชิงพื้นที่ของ TSP จำนวน 4 วิธี พบว่า วิธี Radial Basis Function (RBF) มีค่า RMSE มากที่สุด คือ 9.225954 รองลงมาคือ Local Polynomial Interpolation (LPI) มีค่า RMSE คือ 1.071356 วิธี Kriging มีค่า RMSE คือ 0.000084 และวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) มีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ 0.000011

การทดสอบประสิทธิภาพในการทำนายของวิธีการประมาณการค่าเชิงพื้นที่ของ PM10 จำนวน 4 วิธี พบว่า วิธี Radial Basis Function (RBF) มีค่า RMSE มากที่สุด คือ 1.353345 รองลงมาคือ Local Polynomial Interpolation (LPI) มีค่า RMSE คือ 1.071356 วิธี Kriging มีค่า RMSE คือ 0.000067 และวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) มีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ 0.000022

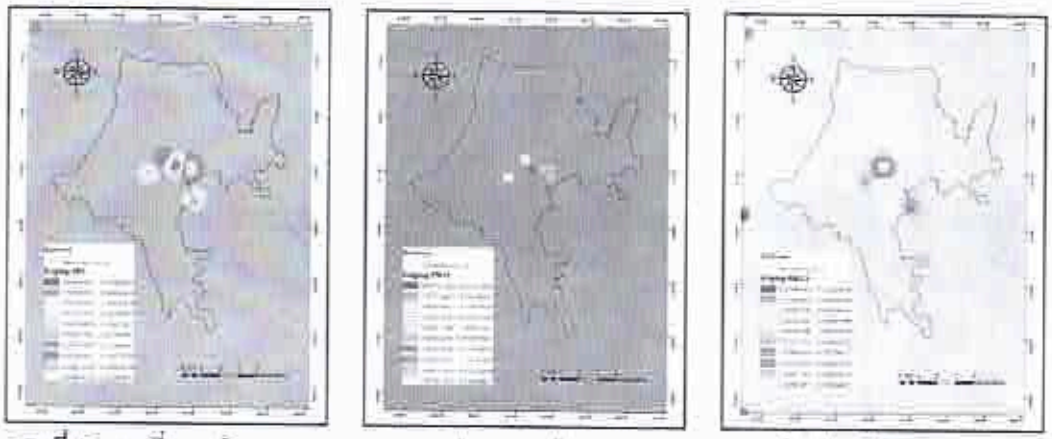
การทดสอบประสิทธิภาพในการทำนายของวิธีการประมาณการค่าเชิงพื้นที่ของ PM2.5 จำนวน 4 วิธี พบว่า วิธี Radial Basis Function (RBF) มีค่า RMSE มากที่สุด คือ 7.789446 รองลงมาคือ Local Polynomial Interpolation (LPI) มีค่า RMSE คือ 1.081028 วิธี Kriging มีค่า RMSE คือ 0.000545 และวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) มีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ 0.000013

4.2 ผลการจัดทำแผนที่แบบจำลองการกระจายของฝุ่นละออง ในเขตเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

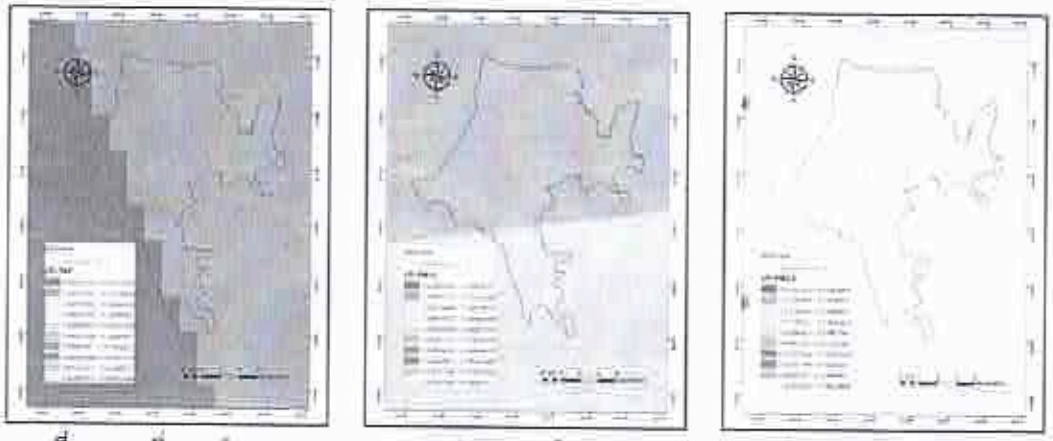
จากการทดสอบวิธีการในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละอองในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่แต่ละวิธี ได้แก่ 1) Inverse Distance Weighting (IDW) 2) Kriging 3) Local Polynomial Interpolation (LPI) และ 4) Radial Basis Function (RBF) ผลลัพธ์ดังภาพที่ 4 - 7



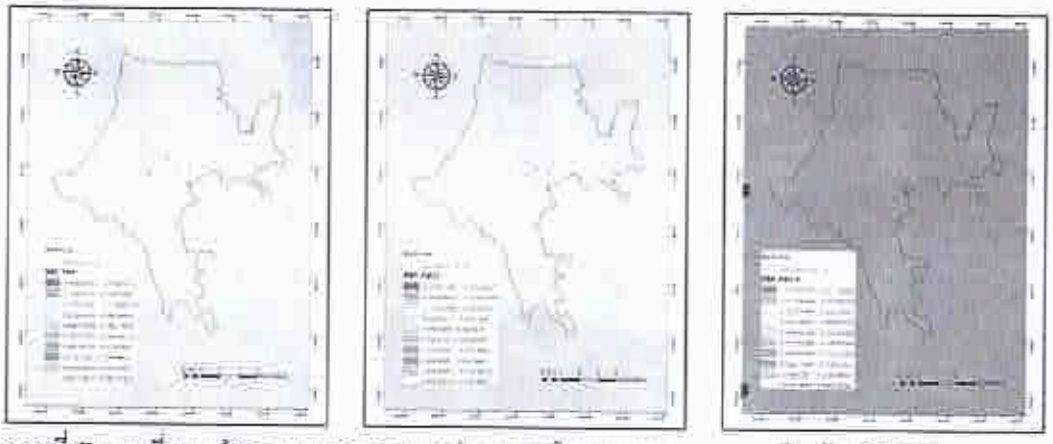
ภาพที่ 4 แผนที่แบบจำลองการกระจายของฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต ด้วยด้วยวิธี IDW



ภาพที่ 5 แผนที่แบบจำลองการกระจายของฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต ด้วยวิธี Kriging



ภาพที่ 6 แผนที่แบบจำลองการกระจายของฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต ด้วยวิธี LPI



ภาพที่ 7 แผนที่แบบจำลองการกระจายของฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต ด้วยวิธี RBF

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

5.1 จากการศึกษาวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของปริมาณฝุ่นละออง และทดสอบประสิทธิภาพการทำนายของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ จำนวน 4 วิธี พบว่า วิธี IDW มีค่า RMSE น้อยที่สุดในการทดสอบ รองลงมา ได้แก่ วิธี Kriging วิธี LPI และวิธี RBF ตามลำดับ เนื่องจากแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละอองจากวิธี IDW คำนวณค่าจากจุดตัวอย่างสัมพันธ์กับระยะทางและจุดที่ต้องการประมาณค่า ดังนั้นจุดที่อยู่ใกล้กับที่ต้องการคำนวณหาค่าจะมีน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป การประมาณค่าจะไม่คำนึงถึงแนวโน้มหรืออิทธิพลของปัจจัยอื่นที่มีต่อข้อมูล ค่าผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าไม่เกินข้อมูลตัวอย่าง และในการทดสอบเราใช้ข้อมูลจำนวน 5 สถานี ในพื้นที่เขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จึงทำให้มีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ 0.000011 (TSP) 0.000022 (PM10) และ 0.000013 (PM2.5) โดยสอดคล้องกับการประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และวิเคราะห์ความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยใช้การประมาณค่าในช่วงด้วยหลักการ IDW พบว่า สารที่มีการแพร่กระจายสะสมรวมรายปีที่มีความเข้มข้นสูงสุดคือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) (Pharasit, M. and Chaiyakarm, T., 2020) และการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการประมาณค่าสำหรับการสร้างแบบจำลองมลพิษทางอากาศ พบว่า IDW, RBF และ GPI เป็นเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับมลพิษทางอากาศ NO_2, SO_2 และ RSPM ตามลำดับ ซึ่งมีค่า RMSE ต่ำ (Goutham Priya, M. et al., 2018)

วิธี Kriging ประมาณค่าจากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด คำนวณจากค่าน้ำหนัก โดยใช้แบบจำลองเซมิแวริ-โอแกรม (Semi-Variogram) เพื่อหาค่าวาเรียนซ์ในการประมาณค่าข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ไม่มีข้อมูล (Jirakajohnkul, S., 2017) ซึ่งคล้ายกับวิธี IDW แต่ต่างกันที่วิธี Kriging เป็นการจัดกลุ่มของตำแหน่งที่ทราบค่าไว้เป็นกลุ่ม ๆ ตามลักษณะความสัมพันธ์กันเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวพันกันในแต่ละจุด แล้วหาค่าความผันแปร เพื่อนำมาใช้เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก จึงทำให้มีค่า RMSE เท่ากับ 0.000084 (TSP) 0.000067 (PM10) และ 0.000545 (PM2.5)

วิธี LPI คำนวณด้วยจุดเก็บตัวอย่างใกล้เคียงเท่านั้น วิธีการนี้ได้ทำนายค่าพื้นผิวคล้ายกับวิธีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนในวิธี Kriging แต่การสร้างความโค้งจะน้อย ความลาดเอียงของพื้นผิวสามารถหาได้จากการใช้ระยะทางของจุดใกล้เคียงร่วมกับตัวแปรยกกำลัง โดยมีพื้นฐานอยู่ที่ระยะทางจะลดลงตามการถ่วงน้ำหนักจากจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้เคียงนั้น ทำให้มีค่า RMSE เท่ากับ 1.071356 (TSP) 1.071356 (PM10) และ 1.081028 (PM2.5)

วิธี RBF มีค่า RMSE มากที่สุดในการทดสอบ คือ 9.225954 (TSP) 1.353345 (PM10) และ 7.789446 (PM2.5) เพราะการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ให้ความสำคัญกับระยะทางรัศมีเป็นหลัก และใช้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างโครงข่ายข้อมูลบนพื้นผิวที่มีลักษณะต่อเนื่อง วิธีนี้จะสามารถกำหนดจุดตัวอย่างที่นำมาเป็นข้อมูลจากจุดตัวอย่างทั้งหมด สำหรับพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปและต้องการผลลัพธ์เป็นส่วนโค้ง

5.2 การจัดทำแผนที่แบบจำลองการกระจายของฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จากการทดสอบวิธีการในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ผู้วิจัยได้คัดเลือก วิธี IDW ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ปริมาณฝุ่นละอองในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต และนำเสนอในรูปแบบแผนที่แบบจำลองปริมาณฝุ่นละออง ผลลัพธ์ดังภาพที่ 3 เพราะมีค่า RMSE น้อยที่สุดในการทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดทำแผนที่การกระจายของฝุ่นละออง PM10 จากการเผาไหม้ชีวมวลในภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลอง GIS พบว่า การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของฝุ่นละออง PM10 โดยใช้ IDW ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับ Kriging และ Spline (Mitmark, B. and Jinsart, W., 2017) และสอดคล้องกับการประเมินปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ด้วยวิธีประมาณค่าเชิงพื้นที่ในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า การประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธี IDW เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการจัดทำแผนที่ประเมินปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Srinarang, T. and Ket-ord, R., 2020) และยังสอดคล้องกับการสร้างแบบจำลองความเข้มข้นของอนุภาค โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเทคนิคการถดถอยเพื่อประเมินคุณภาพอากาศ พบว่า วิธี IDW มีค่า RMSE มีค่าต่ำกว่าวิธีอื่น ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่เพื่อกำหนดความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM10 และ PM2.5 คือ PM10 มีค่า RMSE เท่ากับ 0.03733 และ PM2.5 มีค่า RMSE เท่ากับ 0.023 (Sajjadi, S.A., et al., 2017) เพราะในแต่ละวิธีนั้นไม่มีวิธีใดที่ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุดเสมอไปสำหรับทุกสภาพพื้นที่ ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาวิธีที่มีความเหมาะสมในการศึกษาแต่ละครั้ง

การประมาณค่าเชิงพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์การแพร่กระจายฝุ่นละอองในเขตเทศบาลเมืองนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ครั้งนี้ เป็นเพียงการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามเท่านั้น โดยไม่ได้วิเคราะห์ร่วมกับอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และทิศทางลม ปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลต่อการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพิจารณาปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โครงการทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 สัญญาเลขที่ มรภ.11/2563 สนับสนุนทางด้านงบประมาณเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 ที่ให้การสนับสนุนผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือเก็บข้อมูล และการใช้ห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายจากเทศบาลนครภูเก็ต ในจังหวัดภูเก็ต ที่กรุณาเสียสละเวลาในการติดตั้งสายไฟฟ้าและอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่เพื่อเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

Chu-In,S. (2016). **Air Pollution**. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)

Goutham Priya, M. Jayalakshmi, S. and Samundeeswari, R. (2018). A Study on Comparison of Interpolation Techniques for Air Pollution Modelling. **International Journal of Science Research**. 17(2): 58-63, 2018.

Intarat, T. (2011). Geoinformatics Application on Air Quality Assessment: A Case Study in Chon Buri Province. **Burapha Science Journal**. 16 (2554) 1, 32-40. (in Thai)

Jirakajohnkul, S. (2017). **Learn Geospatial Systems with ArcGIS Desktop 10.5. For Desktop Program**. Bangkok: A.P. GRAPHIC DESIGN AND PRINT COMPANY LIMITED. (in Thai)

Mitmark, B. and Jinsart, W. (2017). A GIS Model for PM10 Exposure from Biomass Burning in the North of Thailand. **Applied Environmental Research**. 39(2) (2017): 77-87. (in Thai)

Pharasit, M. and Chaiyakarm, T. (2020). Geoinformatics Application on Air Quality Assessment: A Case Study in Bangkok. **Thai Science and Technology Journal**, 28(5), 743 – 758. (in Thai)

Phuket Provincial Office. (2019). **Phuket 5-Year Development Plan (2018-2022) (Yearly Review)**. [online]. Available: https://www.phuket.go.th/webpk/contents.php?str=plan. Access on October 23, 2020.

Pollution Control Department. (2003). **Guide to measuring particulate matter in the ambient**. [online]. Available: http://infofile.pcd.go.th/air/Dustin Ambient.pdf. Access on February 15, 2021.

Punin, W. (2018). A study on the efficiency of dust removal using a wet air scrubber treatment system on a local community rice mill. **Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal**, 11(1), 48-73. (in Thai)

Sajjadi, S.A., Zolfaghari, G., Adab, H., Allahabadi, A and Delsouz, M. (2017). Measurement and modeling of particulate matter concentrations: Applying spatial analysis and regression techniques to assess air quality. **MethodsX**. 4(2017), 372-390.

Srinarang, T. and Ket-ord, R. (2020). Estimating the Particulate Matters (PM10) with Spatial Interpolation Methods in the Northern of Thailand. **The Journal of Spatial Innovation Development**, 1(2), 35-47. (in Thai)

Suwanathada, P. (2017). Importance of flow rate to atmospheric dust measurements. **Academic Conference in 2017 Flow Metrology Day "We go together"**, National Institute of Metrology (Thailand) Pathum Thani Province. (in Thai)

Tekasakul, P. (2015). **Report on the situation of haze problems in Hat Yai District, Songkhla Province and the South Issue 24/2015**. [online]. Available: https://rdo.psu.ac.th/th/index.php/report-smog-hy/434-58100?report-smog-hy. Access on May 18, 2021.

Tisch Environmental. (2019). **EPA Documents**, [online]. Available: https://tisch-env.com/resources/epa-documents. Access on September 10, 2020.

Vorapracha, P., Phonprasert, P., Khanaruksombat, S. and Pijarn, N. (2015). A Comparison of Spatial Interpolation Methods for predicting concentrations of Particle Pollution (PM10). **International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS)**, 3(4) (2015), 302-306.