



ข้อมูลดาวเทียมชี้ ไฟในเขตป่าไม้ จากไทยและเพื่อนบ้าน อาจเป็นสาเหตุหลักของการเกิด PM 2.5 ของไทยในปัจจุบัน

CURRENT ISSUE

Vol.30 No.3487 25 เมษายน 2567

บทสรุปผู้บริหาร

ในรายงานฉบับนี้จะนำเสนอการวิเคราะห์แหล่งที่มาเบื้องต้นของ PM 2.5 กับการเผาไหม้ในพื้นที่เกษตรและไฟไหม้ในเขตป่าไม้ของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูล PM 2.5 และข้อมูลดาวเทียม MODIS (รายละเอียดในภาคผนวก) ซึ่งจะเป็นรายงานฉบับแรกที่จะวิเคราะห์การเกิดการเผาไหม้ต่อแนวโน้ม PM 2.5 ใน 21 จังหวัดต่างๆ ของประเทศไทย

ทั้งนี้ รายงานพบว่า การเผาไหม้ชีวมวลเป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญของการเกิด PM 2.5 ในประเทศไทย โดยข้อมูลแสดงให้เห็นว่า ในช่วงก่อนปี 2554 ประเทศไทยมีปริมาณการเผาพื้นที่เกษตรและป่าไม้ที่ใกล้เคียงกัน และเผาจากประเทศเพื่อนบ้านยังมีผลกระทบต่อ PM2.5 ด้วยเช่นกัน แต่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 เป็นต้นมา การเผาไหม้ในเขตป่าไม้ได้เพิ่มขึ้นแทนที่การเผาพื้นที่เกษตรที่ลดลง นอกจากนี้ แต่ตอนนี้ข้อมูลดาวเทียมยังไม่สามารถระบุได้ว่า การเผาไหม้ในป่าเกิดโดยธรรมชาติหรือมาจากการทำเกษตร

จังหวัดที่มีมลพิษทางอากาศต่ำมักจะได้รับผลกระทบจากปัญหาคุณภาพอากาศหรือ PM2.5 มากกว่าจังหวัดที่มีมลพิษทางอากาศมากอยู่แล้ว

ประเด็นสำคัญ

- การเผาไหม้เป็นสาเหตุสำคัญของ PM 2.5 ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเผาไหม้ชีวมวล (ในเขตป่าไม้และการเกษตร)
- ตั้งแต่ปี 2544 ถึง 2563 การเผาไหม้ในเขตป่าไม้เพิ่มขึ้น 240% ในขณะที่ไฟจากการเผาพื้นที่เกษตรลดลง 42%
- โดยเฉลี่ยในประเทศไทย พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้เพิ่มไม่เกิน 50 ตารางกิโลเมตร ทำให้ค่า PM 2.5 เฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้น 51 จุดบนดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 1.8 เท่า เมื่อเทียบกับระดับ PM 2.5 AQI พื้นฐาน ในขณะที่ปริมาณพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ปานกลาง (0 – 500 ตารางกิโลเมตร) ทำให้ค่า PM 2.5 AQI เฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้น 81 AQI หรือสูงกว่าค่าพื้นฐาน PM 2.5 ถึง 2.3 เท่า
- เดือนเมษายนเป็นเดือนที่ได้รับผลกระทบหนักที่สุดจากการเพิ่มขึ้นของ PM 2.5 ที่เกี่ยวข้องกับไฟไหม้ และ ไฟไหม้เป็นสาเหตุทำให้ PM 2.5 เพิ่มขึ้นทั่วไทย แต่ในบางจังหวัดได้รับผลกระทบมากกว่าจังหวัดอื่น

Hannah O'Sullivan

Researcher, University of Helsinki
hannah.osullivan@helsinki.fi



Krit Sitathani (PhD)

Assistant Managing Director
krit.s@kasikornresearch.com



บริการทุกระดับประทับใจ

PM 2.5 คืออะไร?



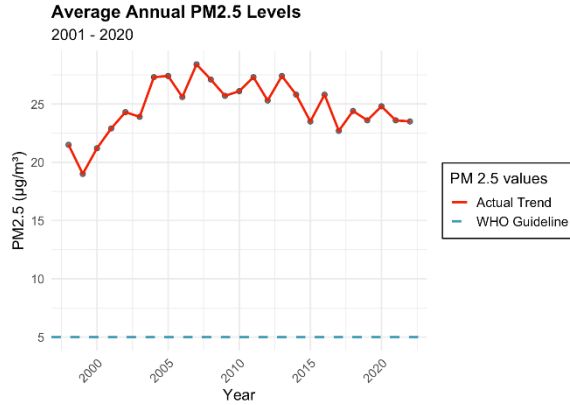
เมื่อเกิดมลพิษทางอากาศย่อมส่งผลกระทบต่อระบบสาธารณสุขภาพรวม สิ่งแวดล้อม และในที่สุดที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือมักส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ¹⁻³ และ PM 2.5 (ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือมีขนาดประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์) ยิ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่ง เนื่องจากด้วยอนุภาคที่เล็กมากของ PM 2.5 จึงสามารถเดินทางผ่านกระแสน้ำเลือด ปอด รวมไปถึงหัวใจได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสการเกิดโรคทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือดของประชากรในประเทศ⁴

สำหรับประเทศไทยที่กำลังเผชิญกับภาวะค่า PM 2.5 ที่สูงเกินไปนั้น คาดว่าภาวะที่เกิดขึ้นนี้อาจส่งผลกระทบต่ออายุขัยเฉลี่ยของคนไทยได้ถึง 1.78 ปี⁵ โดยหลายจังหวัดในไทยกลายเป็นหนึ่งในเมืองที่มีมลพิษมากที่สุดในโลก และหนึ่งในนั้นคือจังหวัดเชียงใหม่ได้ติดอันดับเมืองที่มีมลพิษมากเป็นอันดับ 3 ของโลกในเดือนมีนาคม 2567 และมักติดอันดับ 10 เมืองที่มีมลพิษมากที่สุดในโลก⁶

การจัดการกับคุณภาพอากาศที่เป็นอันตราย

แม้ว่ารัฐบาลได้เริ่มเดินหน้านโยบายการจัดการกับ PM 2.5 แล้ว อย่างไรก็ตาม ปัญหานี้ก็ยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องได้รับแก้ไขอย่างเร่งด่วน⁷ แม้ว่าระดับ PM 2.5 เฉลี่ยรายปีของไทยจะลดลงเล็กน้อยในช่วงตลอด 2 ทศวรรษที่ผ่านมาก็ตาม (แผนภูมิที่ 1) โดยปัจจุบันระดับ PM 2.5 รายปีของไทยสูงกว่าระดับที่ WHO แนะนำถึง 5 เท่า⁸ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่ใหญ่ที่สุดประการหนึ่งในการออกแบบมาตรการด้านการจัดการคุณภาพอากาศ คือ การขาดข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งที่มาของ PM 2.5^{9,10} โดยแหล่งที่มาของ PM 2.5 มักแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เช่นการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากการจราจรทางถนนและกิจกรรมทางอุตสาหกรรมมักถูกอ้างถึงว่าเป็นสาเหตุหลักของ PM 2.5¹¹

แผนภูมิที่ 1. ระดับ PM 2.5 เฉลี่ยของไทย ตั้งแต่ปี 2001 - 2020 เปรียบเทียบกับระดับที่ WHO แนะนำ. แสดงให้เห็นได้ชัดว่า ระดับ PM 2.5 ของไทยสูงกว่าระดับที่ WHO แนะนำอย่างต่อเนื่องและสูงมากกว่าถึง 5.1 เท่า (PM 2.5 คำนวณจากข้อมูล V5.GL.04.)



ที่มา: aqicn.org รวบรวมโดย ศูนย์วิจัยกสิกรไทย

รายงานฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเผาไหม้ต่อคุณภาพของอากาศของไทย โดยวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของระดับ PM 2.5 และการเกิดไฟไหม้จาก 3 แหล่งข้อมูล ได้แก่ (1) ข้อมูลดาวเทียมและการใช้ประโยชน์ที่ดิน¹² (2) ชุดข้อมูล PM 2.5 ราย 21 จังหวัดในไทย (Station PM 2.5)⁶ และ (3) ชุดข้อมูล PM 2.5 ทั่วโลก (Modelled PM 2.5)¹³ ทั้งนี้ ดัชนีคุณภาพอากาศ PM 2.5 (AQI) จะเป็นตัววัดคุณภาพอากาศและขอบเขตการเผาไหม้ (พื้นที่ที่ถูกเผาในหน่วยตารางกิโลเมตร) เป็นตัววัดสำหรับการเผาไหม้ชีวมวล

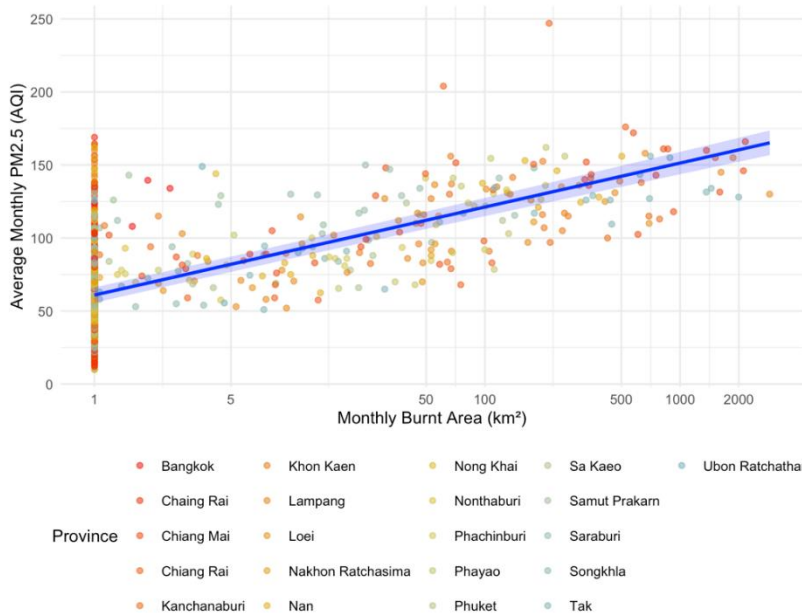
AQI หรือดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index) คือการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในภาพรวมที่ประกอบด้วยมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ได้แก่ PM2.5 PM10 โอโซน คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การเผาไหม้และ PM 2.5

การเผาไหม้ชีวมวลเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้คุณภาพอากาศเสีย ซึ่งอาจทำให้เกิดโอกาสการเสียชีวิตก่อนวัยควรในประชาชนหลายแสนคนต่อปี¹⁴ อย่างไรก็ตาม การประเมินผลกระทบของการเผาไหม้ต่อระดับ PM 2.5 เป็นเรื่องที่ท้าทาย ด้วยเหตุที่ว่า การเผาไหม้เกิดขึ้นแตกต่างกันตามฤดูกาลและแตกต่างกันตามพื้นที่ภูมิศาสตร์ ในพื้นที่ที่ถูกผลกระทบจากการเผาไหม้นั้น ระดับ PM

Relationship Between PM2.5 and Fire Extent

2016 - 2020



แผนภูมิที่ 2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย PM 2.5 (AQI) และขอบเขตเพลิงไหม้ (ตารางกิโลเมตร) ระหว่างปี 2559 – 2563 ใน 21 จังหวัดต่างๆ ของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบ mixed-effect

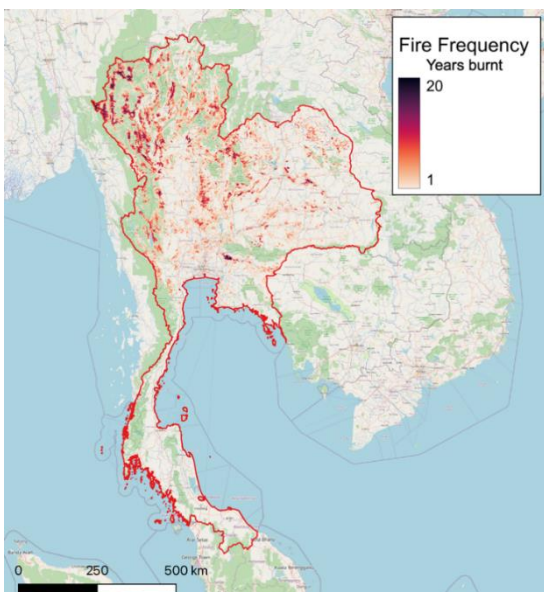
ที่มา: aqicn.org, MODIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรไทย

2.5 อาจพุ่งสูงขึ้นหลายร้อยไมโครกรัมและใช้เวลากว่าหลายสัปดาห์กว่าจะลดลงมาในระดับปกติได้^{15,16} มากไปกว่านั้น เนื่องด้วย PM2.5 สามารถเดินทางได้ไกล จึงไม่ใช่เฉพาะพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้เท่านั้น พื้นที่ใกล้เคียงแม้จะห่างจากจุดเกิดเหตุออกไปกว่าหลายร้อยกิโลเมตรก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน¹⁷.

ในแผนภูมิที่ 2 ได้จำลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย PM 2.5 (AQI) และขอบเขตการเผาไหม้ (พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร) ในช่วงปี 2559 – 2563 สำหรับ 21 จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลอง a mixed-effects linear regression model พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่มีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ที่เพิ่มขึ้นและ PM 2.5 ที่เพิ่มขึ้น ($P < 0.001$) โดยการเพิ่มขึ้นของขอบเขตการเผาไหม้ในช่วงระยะทาง 0 ถึง 50 ตารางกิโลเมตรจะทำให้ค่า PM 2.5 เฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้น 51 จุดบนดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ซึ่งคิดเป็น 1.8 เท่าของระดับ PM 2.5 AQI พื้นฐาน และสำหรับขอบเขตการเผาไหม้ในช่วงระยะทาง ประมาณ 500 ตารางกิโลเมตร จะทำให้ค่า PM 2.5 AQI เฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้น 81 จุดบน AQI หรือสูงกว่าค่ามาตรฐาน PM 2.5 ถึง 2.3 เท่า โดยความสัมพันธ์สะท้อนว่าการการเผาไหม้ระดับน้อยจะมีผลกระทบมากกว่าระดับสูงถึงแม้ระดับสูงจะเพิ่ม AQI อยู่ดี คล้ายๆกับ Saturation Effect ทางเคมี

ความแตกต่างของการเผาไหม้ในแต่ละภูมิภาคของไทย

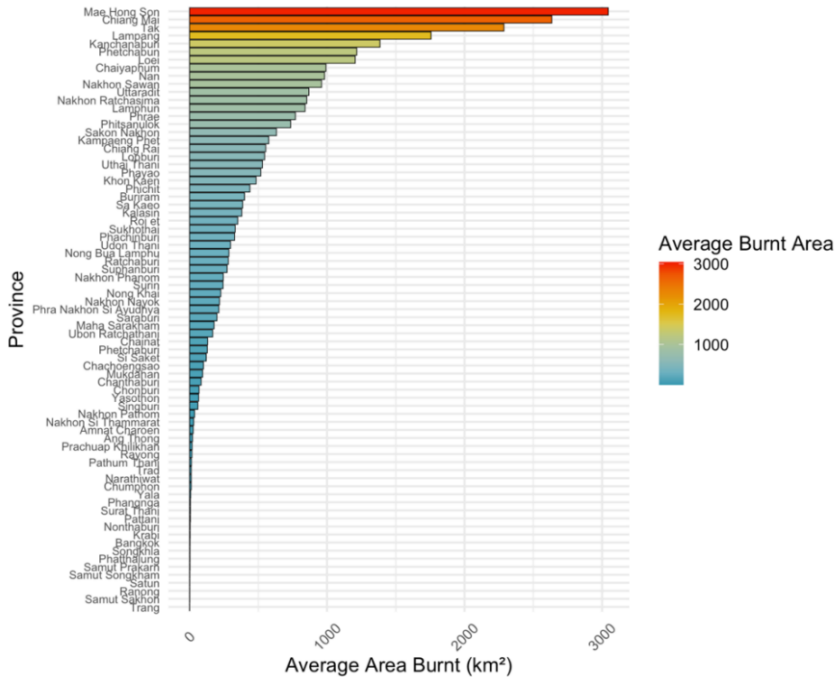
ในประเทศไทยการเกิดการเผาไหม้มีความแตกต่างกันในระดับภูมิภาคอย่างชัดเจน (รูปที่ 3) โดยภูมิภาคที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือส่วนตะวันตกของภาคเหนือ ซึ่งมีการเผาไหม้เกิดขึ้นเกือบทุกปีระหว่างปี 2544 - 2563 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตว่า ภาคเหนือของประเทศไทยเป็นจุดความร้อนที่ก่อให้เกิดการเผาไหม้ (Fire Hotspot)^{18,19} นอกจากนี้ ขอนแก่นและกาฬสินธุ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และนครนายกในภาคกลางก็เป็นอีกพื้นที่ที่เป็น Fire Hotspot เช่นกัน ในขณะที่ภาคใต้ของประเทศไทยมีความถี่ในการการเผาไหม้น้อยที่สุด โดยแทบไม่เกิดการเผาไหม้เลยในช่วงที่ทำการศึกษา



รูปที่ 3. ความถี่ของการเกิดไฟไหม้ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2563 แถบสีแดงแสดงถึงจำนวนปีที่เกิดเพลิงไหม้สะสมในช่วงเวลานั้นๆ บริเวณที่สีเข้มแสดงถึงการเผาไหม้ที่มากขึ้น และบริเวณที่สีอ่อนกว่าบ่งบอกถึงการเผาไหม้ที่น้อยลง การเกิดการเผาไหม้ครั้งใหญ่สามารถเห็นได้ในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของภาคเหนือ ในขณะที่ภาคใต้ของประเทศไทยแทบจะไม่พบการเผาไหม้ ทั้งนี้ ความถี่การเผาไหม้คำนวณจากดาวเทียมระบบ MODIS ซึ่งสามารถติดตามการเกิดจุดความร้อนบนพื้นผิวโลกแบบรายวัน

ที่มา: MODIS, ArcGIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

Provincial Variation of Fire Extent
Average Area Burnt from 2001 - 2020

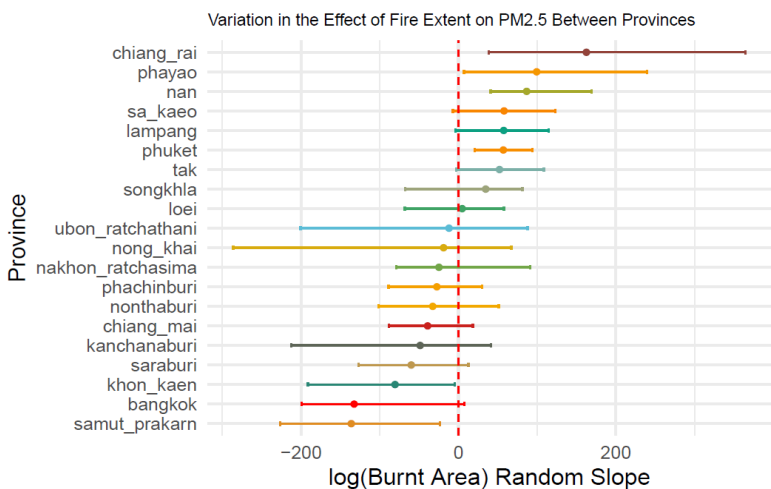


แผนภูมิที่ 4. ความแตกต่างของการเผาไหม้ในจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – 2563 แถบสี แสดงถึงจำนวนพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้โดยเฉลี่ย ต่อปี (กม.²) แม่ฮ่องสอนเป็นจังหวัดที่ได้รับผลกระทบหนักที่สุด โดยมีพื้นที่การเผามากกว่า 3,000 กม.² และตรงได้รับผลกระทบน้อยที่สุด โดยไม่มีการเผาไหม้เลย

ที่มา: MODIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

ผลกระทบจากการเผาไหม้ต่อ PM 2.5 ในแต่ละภูมิภาค เป็นอย่างไรบ้าง?

งานศึกษานี้พบว่าค่า PM 2.5 เฉลี่ยต่อเดือนใน 14 จังหวัดจาก 21 จังหวัด สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากการเผาไหม้ และพบความแตกต่างในผลกระทบของการเผาไหม้ในแต่ละจังหวัด (แผนภูมิที่ 5) โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดที่มีค่า PM 2.5 พื้นฐานต่ำกว่าค่ามาตรฐานมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุดจากการเผาไหม้ โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงราย พะเยา และน่าน (สูงกว่าแนวโน้มภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญ (P > 0.05)) และในจังหวัดที่มีค่า PM 2.5 พื้นฐานสูงอยู่แล้ว จะส่งผลกระทบต่อระดับ PM 2.5 ในพื้นที่น้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ค่า PM 2.5 เฉลี่ยรายเดือนของ 14 จังหวัดที่ทดสอบนั้นยังคงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากการเพิ่มขึ้นของป่าไม้ จึงอาจบ่งชี้ได้ว่าการเผาไหม้เป็นสาเหตุหลักของ PM 2.5 ได้แต่ความรุนแรงของผลกระทบจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแต่ละภูมิภาค

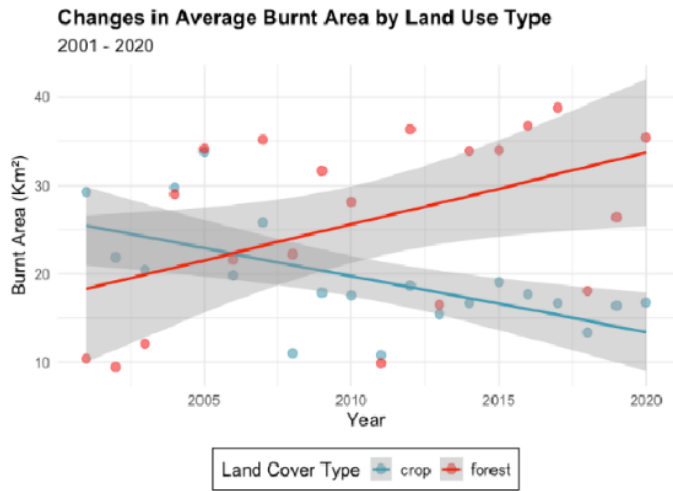
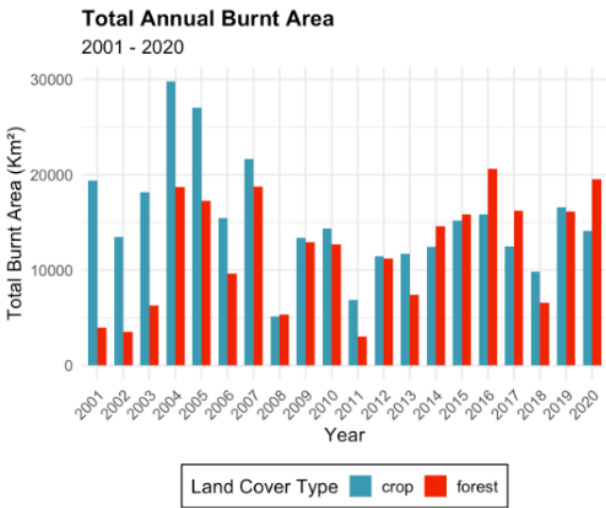


แผนภูมิที่ 5 แบบจำลองผลกระทบของพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ต่อ PM 2.5 ทั่วจังหวัด คะแนนแสดงถึงความชันของจังหวัดและเส้นสะท้อน error range ที่อยู่ใน confidence interval 95% สำหรับแต่ละจุด ค่าบวกบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญมากยิ่งขึ้นระหว่างไฟกับระดับ PM 2.5 เมื่อเทียบกับจังหวัดอื่นๆ 14 จังหวัดได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญจากการเผาไหม้ชีวมวล (P < 0.01).

ที่มา: aqicn.org, MODIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

ไฟไหม้ป่าหรือไฟจากการเผาพื้นที่เกษตร

จากการศึกษาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ระหว่างปี 2544 ถึง 2563 มีเผาไหม้ในเขตป่าไม้เพิ่มขึ้นมากถึง 240% ในขณะที่ไฟจากการเผาพื้นที่เกษตรลดลง 42% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ตีพิมพ์ก่อนหน้านี้ ว่าไฟป่าในประเทศไทยนั้นเพิ่มสูงขึ้น^{20,21} แสดงให้เห็นว่าที่มา PM 2.5 น่าจะมาจากเผาไหม้ในเขตป่าไม้มากกว่าจากการเผาพื้นที่ทางการเกษตร ณ ตอนนีข้อมูลข้อมูลดาวเทียมยังไม่สามารถแยกเหตุการณ์เผาไหม้ของป่าได้ว่ามาจากธรรมชาติหรือเผาไหม้ไปทำการเกษตร

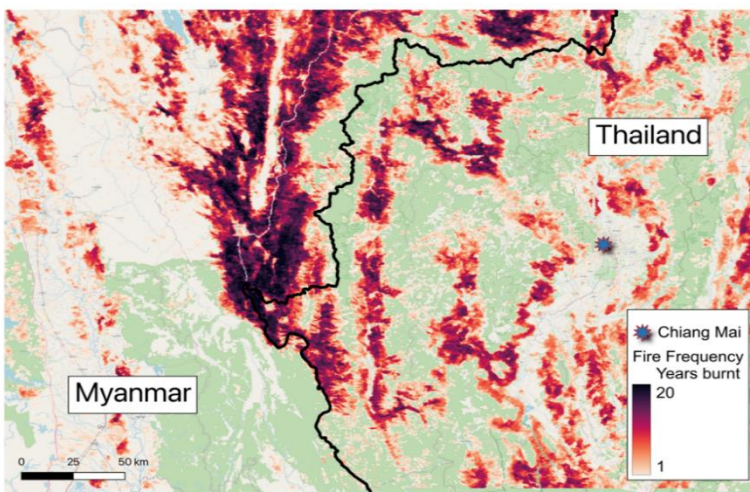


to **แผนภูมิที่ 6 A)** พื้นที่ที่ถูกเผาแบ่งตามการใช้ประโยชน์พื้นที่ (ป่าไม้และพื้นที่เกษตร) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2563 **B)** การเปลี่ยนแปลงชนิดของพืชพรรณที่ถูกเผาไหม้โดยจำแนกประเภทการใช้ที่ดินมาจากข้อมูลดาวเทียม CCI-LLC

ที่มา: MODIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

การเผาไหม้จากในประเทศและนอกประเทศ

มิใช่เพียงการเผาในประเทศที่เป็นหนึ่งสาเหตุหลักของปัญหา PM 2.5 ในไทยเท่านั้น แต่ยังมีอีกหลายสาเหตุที่ส่งผลให้เกิด PM 2.5 ไม่ว่าจะเป็นสภาพอากาศ ความหนาแน่นของประชากร หรือการจราจร นอกจากนี้ การเผาจากประเทศเพื่อนบ้านยังมีผลกระทบต่อ PM2.5 ด้วยเช่นกัน



รูปที่ 7 ความถี่ของจุดที่เกิดไฟระหว่างพรมแดนเมียนมาร์และไทยในช่วงปี 2544-2563 เห็นได้ชัดว่าจุดที่เกิดไฟมักเกิดในบริเวณพรมแดนเมียนมาร์ที่ติดกับไทย

ที่มา: MODIS, ArcGIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

ปริมาณการเกิดไฟไหม้สูงพบเห็นได้ที่ชายแดนติดกับเมียนมาร์และกัมพูชา²² โดยรูปที่ 7 แสดงให้เห็นความถี่ของการเกิดไฟไหม้ซึ่งมักมีจุดเกิดการเผาไหม้ในประเทศเมียนมาร์บริเวณใกล้กับชายแดนประเทศไทย ซึ่งส่งผลให้ภาคเหนือของประเทศไทยได้รับผลกระทบมากที่สุด โดยเฉพาะบริเวณแถวเชียงใหม่

การเผาไหม้ตามช่วงฤดูกาล

จากข้อมูลดาวเทียมพบว่า ในไทยมีการเผาไหม้เกิดขึ้นตลอดทั้งปี (แผนภูมิที่ 8) โดยช่วงต้นปีจะมีระดับการเผาไหม้สูงที่สุดโดยเฉพาะในเดือนมีนาคมนั้นกินพื้นที่เฉลี่ยกว่า 10,000 ตารางกิโลเมตร ตั้งแต่ปี 2544-2563 โดยในเดือนธันวาคมถึงมกราคมได้รับผลกระทบจากการเผาไหม้มากกว่าเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายนอย่างมีนัยสำคัญ

จึงไม่น่าแปลกใจนัก หากความสัมพันธ์ระหว่างการเผาไหม้และ PM 2.5 จะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (รูปที่ 8) โดยความสัมพันธ์เชิงบวกนี้จะชัดเจนที่สุดในเดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลในเดือนเมษายนพบว่า การเผาไหม้ทำให้ระดับ PM 2.5 สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นเดือนที่มีมลพิษน้อยที่สุด ($P < 0.05$) โดยขอบเขตการเผาไหม้ในเดือนเมษายนอยู่ในระดับสูงมากกว่า 500 ตารางกิโลเมตร ส่งผลให้ค่า PM 2.5 (AQI) โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 140 (AQI) ซึ่งเป็นระดับที่อาจทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพสำหรับกลุ่มที่มีความอ่อนไหว

บทสรุป

การเผาไหม้โดยเฉพาะการเผาไหม้ในเขตป่าไม้กับ PM 2.5 มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างกัน โดย ณ ระดับการเผาไหม้ที่ต่ำ (1-50 ตารางกิโลเมตร) ระดับ PM 2.5 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (1.8 เท่า) อย่างไรก็ตาม เมื่อพื้นที่การเผาไหม้เพิ่มขึ้นแบบทวีคูณ ความแข็งแกร่งของความสัมพันธ์ก็จะลดลง นั่นหมายความว่า การเผาไหม้แม้เพียงเล็กน้อยก็สามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศได้ นอกจากนี้ งานศึกษานี้ยังพบว่าเดือนเมษายนเป็นเดือนที่ได้รับผลกระทบหนักที่สุด โดยจังหวัดที่มีค่า PM 2.5 พื้นฐานต่ำจะได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์เผาไหม้ได้ง่ายกว่า

นอกจากนี้ ตั้งแต่ปี 2554 แหล่งที่มาของการเผาไหม้ไม่ได้เกิดการจากการเผาพื้นที่เกษตรแต่เป็นการเผาไหม้ในเขตป่าไม้ ถึงแม้ข้อมูลดาวเทียมยังไม่สามารถแยกสาเหตุการเผาไหม้ได้ ข้อมูลที่มีอยู่ชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จในการดำเนินนโยบายลดการเผาพื้นที่เกษตรของรัฐบาล อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการเผาไหม้ในเขตป่าไม้ที่เพิ่มมากขึ้นกลายเป็นสาเหตุหนึ่งของ PM 2.5 ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐควรเฝ้าระวังและติดตามเพื่อบรรเทาการเกิดไฟป่าและ PM 2.5 ไปพร้อมกันได้ในช่วงฤดูร้อนนี้²³ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและข้อมูลเชิงลึกเช่นเดียวกับรายงานนี้เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และดำเนินนโยบายได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่อยู่ระหว่างการร่างพระราชบัญญัติอากาศสะอาดและร่างพระราชบัญญัติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เป็นการวางรากฐานในการดำเนินนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจที่สำคัญต่อไป

ภาคผนวก:

วิธีศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม MODIS เบื้องต้นจะใช้ Google Earth Engine²⁵ โดยใช้ภาพพิกเซลที่การตรวจจับว่าเป็นเพลิงไหม้ หลังจากนั้น แปลงภาพพิกเซลเป็นพื้นที่ที่ถูกเผาทุกเดือนตามประเภทที่ดินในแต่ละจังหวัดในหน่วยตารางกิโลเมตร

สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติใช้ R เพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่าง PM 2.5 เฉลี่ยต่อเดือนกับพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ ค่า PM 2.5 รายวันจะถูกหาค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่ามัธยฐานและค่าพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้จะถูกแปลงเป็น log เพื่อปรับแบบจำลองให้ง่ายขึ้น การถดถอยแบบลำดับชั้น (Hierarchical regression) ถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบแนวโน้มภาพรวม แนวโน้มตามฤดูกาล และแนวโน้มระดับจังหวัด ซึ่งแบบจำลองยึดมาตรฐานของหน่วยเมตริกที่เหมาะสม เช่น AIC, BIC และการสังเกตกระจายของ residual errors.

ทั้งนี้ ArcGIS ถูกใช้เพื่อสร้างแผนที่ต่าง ๆ ในรายงานนี้

คำอธิบาย

ภาวะการเผาไหม้ (บริเวณที่ถูกไฟไหม้):

เพื่อระบุแนวโน้มการเกิดเพลิงไหม้ในประเทศไทย รายงานนี้ใช้ข้อมูลพิกเซลจาก MODIS Fire CCI (เวอร์ชัน 5.1) ซึ่งข้อมูลนี้ได้มาจากดาวเทียมที่รวบรวมโดยองค์การอวกาศยุโรป โดยข้อมูลพิกเซลมีความละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 250 เมตร และสามารถการใช้ประโยชน์ของที่ดินเพิ่มเติม นอกจากนี้ อัลกอริทึมพื้นที่เผาไหม้ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ และใช้ Google Earth สำหรับการเข้าถึงและประมวลผลข้อมูล การวิเคราะห์นี้ใช้เฉพาะพิกเซลที่มีความแน่นอนในการตรวจจับไฟตามมาตรฐาน (เกิน 30%) และมีการตรวจสอบความแม่นยำว่าเกิน 97% มาแล้ว²⁶

สามารถดูคำอธิบายเพิ่มเติมได้ที่ https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ESA_CCI_FireCCI_5_1

Modelled PM 2.5:

เพื่อศึกษาแนวโน้ม PM 2.5 รายปีระหว่างปี 2544-2563 รายงานนี้ใช้ชุดข้อมูลประมาณการ PM 2.5 ทั่วโลก (V5.GL.04) ที่เผยแพร่โดย Van Donkelaar และคณะ (2021)²⁴ ชุดข้อมูลนี้ให้ข้อมูลประมาณการ PM 2.5 ทั่วโลกเป็นรายเดือนโดยใช้ข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลสถานีภาคพื้นดินเพื่อเปรียบเทียบกัน

Station PM 2.5:

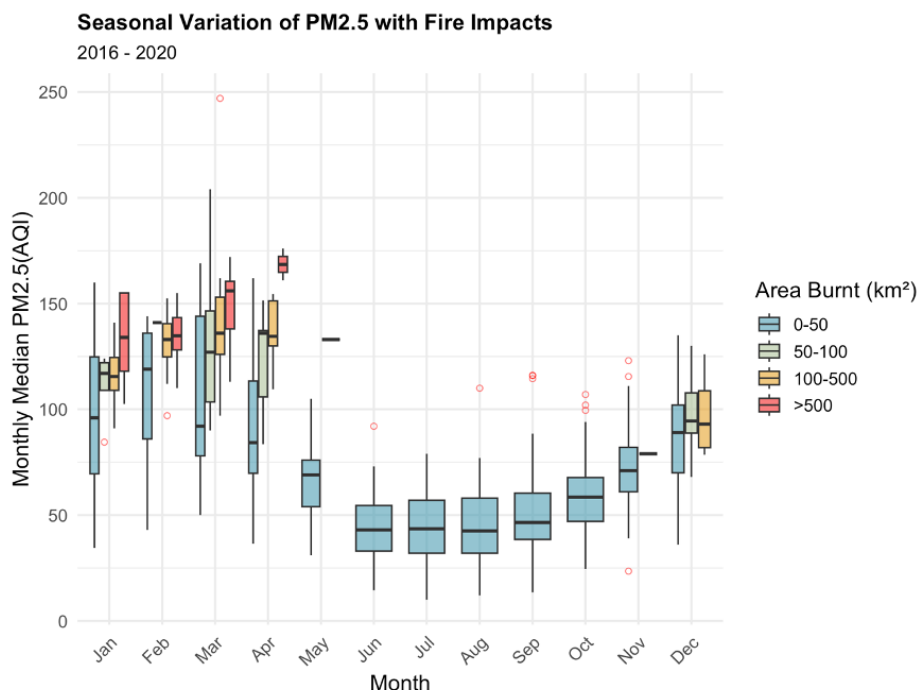
แพลตฟอร์มข้อมูลคุณภาพอากาศ (<https://aqicn.org/data-platform/register/>) ใช้เพื่อเข้าถึงข้อมูล PM 2.5 ใน 21 จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย^o โดยเป็นข้อมูล PM 2.5 เฉลี่ยรายวันตั้งแต่ปี 2559 — 2563 และระบุไว้ในหน่วย AQI ทั้งนี้ ข้อมูลรายวันถูกรวมเข้ากับค่าเฉลี่ยรายเดือน (ค่ามัธยฐาน) ในการวิเคราะห์นี้

Land Use Categories: หมวดหมู่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อมูลที่จำแนกหมวดหมู่การใช้ประโยชน์ที่ดินมาจาก MODIS ซึ่งรวบรวมมาจาก ESA CCI Land Cover v2.0.7 โดยรายงานจัดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างง่ายตามแบบ IPCC ดังปรากฏตามตารางที่ 1 ซึ่งทุกหมวดหมู่การใช้ประโยชน์ที่ดินถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทั่วประเทศ ยกเว้น 'การตั้งถิ่นฐาน' เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นการเผาไหม้แบบชีวมวลเท่านั้น และสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินจะมุ่งเน้นไปที่ป่าไม้และพื้นที่เพาะปลูกเป็นสำคัญ เนื่องจากทุ่งหญ้ามีผลกระทบน้อยที่สุดต่อแนวโน้มการเกิดการเผาไหม้

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท CCI และ IPCC

CCI LC Class Name	IPCC Class Value
Rainfed cropland	Cropland
Irrigated cropland)	Cropland
Mosaic cropland (>50%) / natural vegetation tree, shrub, herbaceous cover (<50%)	Cropland
Mosaic natural vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) >50% / cropland < 50%)	Cropland
Tree cover, broadleaved, evergreen, closed to open (>15%)	Forest
Tree cover, broadleaved, deciduous, closed to open (> 15%)	Forest
Tree cover, needleleaved, evergreen, closed to open (> 15%)	Forest
Tree cover, needleleaved, deciduous, closed to open (> 15%)	Forest
Tree cover, mixed leaf type (broadleaved and needleleaved)	Forest
Mosaic tree and shrub (>50%) / herbaceous cover (< 50%)	Forest
Mosaic herbaceous cover (>50%) / tree and shrub (<50%)	Grassland
Shrubland	Grassland
Grassland)	Grassland
Lichens and mosses	Otherland
Sparse vegetation (tree, shrub, herbaceous cover)	Otherland
Tree cover, flooded, fresh or brakish water	Forest
Tree cover, flooded, saline water	Forest
Urban Areas	Settlement
Shrub or herbaceous cover, flooded, fresh-saline or brakish water	Wetland
Bare areas	Otherland
Water Bodies	No data
Permanent snow and ice	Otherland

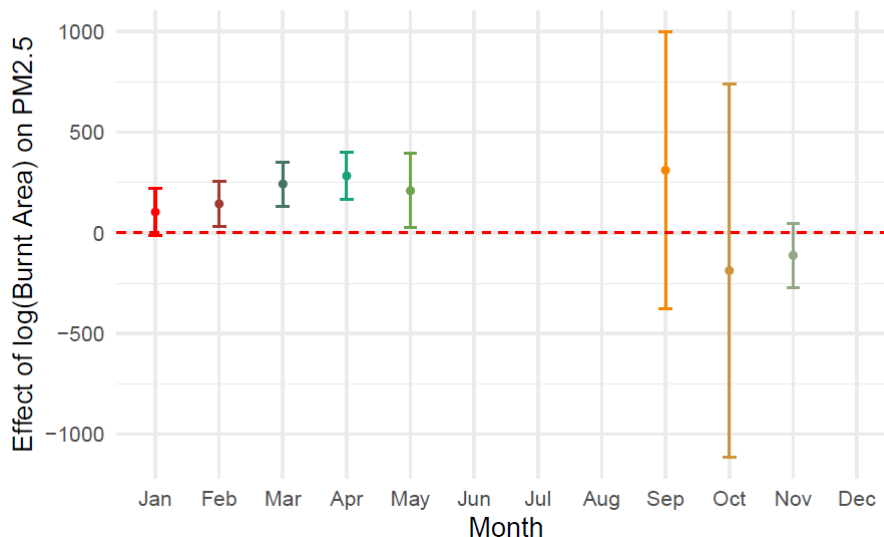


ที่มา: aqicn.org, MODIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

ภาคผนวกที่ 1: ความผันแปรตามฤดูกาลของ PM 2.5 ตั้งแต่ปี 2559 - 2563 ระดับไฟส่งผลกระทบบนค่า PM 2.5 (AQI) โดยเฉลี่ยในเดือน กุมภาพันธ์ (P < 0.05) มีนาคม (P < 0.05) และเมษายน (P > 0.001) ในเดือนที่ค่า PM 2.5 (AQI) เฉลี่ยต่อเดือนสูงขึ้น ก็จะมีปริมาณพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โดยตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายนมีพื้นที่เพลิงไหม้เฉลี่ยทั่วจังหวัดไม่เกิน 50 ตารางกิโลเมตร อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน จะมีพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้มากขึ้น รวมถึงค่า PM 2.5 ที่สูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนเมษายนมีการเผาไหม้ในระดับสูง (> 500 km2) ทำให้ค่า PM 2.5 (AQI) โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า เมื่อเทียบกับการเผาไหม้ในระดับต่ำ (0 - 50 km2) (P < 0.05)

Monthly Variation in the Effect of Burnt Area on PM2.5

Relative to the month with the lowest average PM2.5 (June)

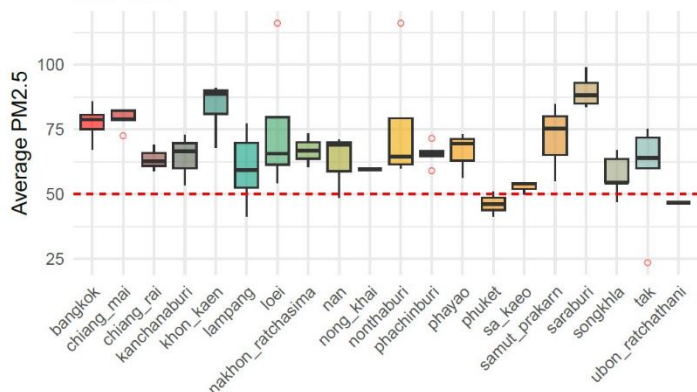


ที่มา: aqicn.org, MODIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

ภาคผนวกที่ 2: เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม เป็น 4 เดือนที่ได้รับผลกระทบจากไฟไหม้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับเดือนมิถุนายน บ่งชี้ว่าไฟไหม้ส่งผลกระทบต่อ PM 2.5 ในช่วงเดือนดังกล่าว แต่ที่น่าสนใจคือเดือนเมษายนมีพื้นที่ไฟไหม้สูงกว่าเดือนมีนาคม แม้ว่าจากข้อมูลจะแสดงว่าจุดสูงสุดในพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้และ PM 2.5 อยู่ในเดือนมีนาคมก็ตาม ซึ่งสิ่งนี้อาจบ่งบอกถึงผลกระทบที่ล่าช้าของ PM 2.5 ที่เกิดจากเผาไหม้

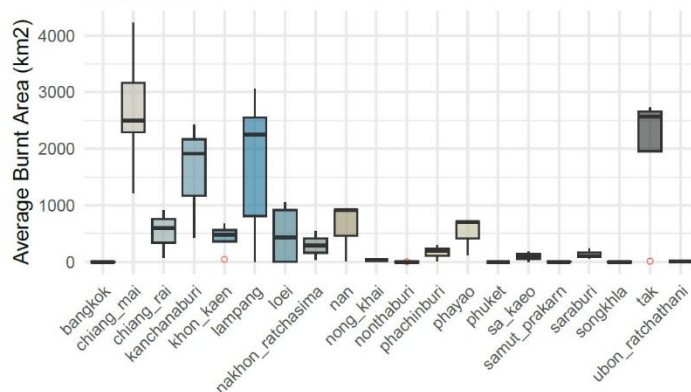
Average PM2.5 by Province

2016 – 2021



Average Fire Extent by Province

2016 – 2021



ที่มา: aqicn.org, MODIS วิเคราะห์โดย Hannah O'Sullivan, University of Helsinki และศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย

ภาคผนวกที่ 3

ซ้าย: ค่าเฉลี่ย PM 2.5 รายเดือน เส้นประสีแดงที่ 50 แสดงถึงค่ามาตรฐาน PM 2.5 ที่ดีและควรจะเป็น

ขวา: พื้นที่ไฟไหม้ทั้งหมดโดยเฉลี่ยในแต่ละปี

Disclaimers รายงานวิจัยนี้จัดทำโดย บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย จำกัด (KResearch) เพื่อเผยแพร่เป็นการทั่วไป โดยอาศัยแหล่งข้อมูลสาธารณะ หรือ ข้อมูลที่เชื่อว่ามีที่น่าเชื่อถือที่ปรากฏขณะจัดทำ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละช่วงเวลา ทั้งนี้ KResearch มีอาจริบรองความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ ความเหมาะสม ความครบถ้วนสมบูรณ์ หรือความเป็นปัจจุบันของข้อมูลดังกล่าว และไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อชี้ชวน เสนอแนะ ให้คำแนะนำ หรือจงใจในการตัดสินใจเพื่อดำเนินการใดๆ แต่อย่างใด ดังนั้น ท่านควรศึกษาข้อมูลด้วยความระมัดระวังและใช้วิจารณญาณอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ KResearch จะไม่รับผิดชอบในความเสี่ยงใดที่เกิดขึ้นจากการใช้ข้อมูลดังกล่าว

ข้อมูลใดๆ ที่ปรากฏในรายงานวิจัยนี้เป็นทรัพย์สินของ KResearch และ/หรือบุคคลที่สาม (แล้วแต่กรณี) การนำข้อมูลดังกล่าว (ไม่ว่าทั้งหมดหรือบางส่วน) ไปใช้ต้องแสดงข้อความถึงสิทธิความเป็นเจ้าของแก่ KResearch และ/หรือบุคคลที่สาม (แล้วแต่กรณี) หรือแหล่งที่มาของข้อมูลนั้นๆ ทั้งนี้ ท่านจะไม่ทำซ้ำ ปรับปรุง ตัดแปลง แก้ไข ส่งต่อ เผยแพร่ หรือกระทำการในลักษณะใดๆ เพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้า โดยไม่ได้รับอนุญาตล่วงหน้า เป็นลายลักษณ์อักษรจาก KResearch และ/หรือบุคคลที่สาม (แล้วแต่กรณี)

References

1. Akimoto, H. Global Air Quality and Pollution. *Science* **302**, 1716–1719 (2003).
2. Goshua, A., Akdis, C. A. & Nadeau, K. C. World Health Organization global air quality guideline recommendations: Executive summary. *Allergy* **77**, 1955–1960 (2022).
3. Xie, Y., Dai, H., Dong, H., Hanaoka, T. & Masui, T. Economic Impacts from PM 2.5 Pollution-Related Health Effects in China: A Provincial-Level Analysis. *Environ. Sci. Technol.* **50**, 4836–4843 (2016).
4. Feng, S., Gao, D., Liao, F., Zhou, F. & Wang, X. The health effects of ambient PM 2.5 and potential mechanisms. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **128**, 67–74 (2016).
5. Lelieveld, J., Evans, J. S., Fnais, M., Giannadaki, D. & Pozzer, A. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* **525**, 367–371 (2015).
6. IQAir. *2023 World Air Quality Report: Region and City PM 2.5 Ranking*. (2023).
7. Nikam, J., Archer, D. & Nopsert, C. *Regulating Air Quality in Thailand – a Review of Policies*. <https://www.jstor.org/stable/resrep29541> (2021).
8. Misonne, D. & Eloise, S. *Regulating Air Quality: the First Global Assessment of Air Pollution Legislation*. (2021).
9. Ouyang, H. *et al.* Toward Better and Healthier Air Quality: Implementation of WHO 2021 Global Air Quality Guidelines in Asia. *Bulletin of the American Meteorological Society* **103**, E1696–E1703 (2022).
10. Li, X., Jin, L. & Kan, H. Air pollution: a global problem needs local fixes. *Nature* **570**, 437–439 (2019).
11. Vohra, K. *et al.* Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem. *Environmental Research* **195**, 110754 (2021).
12. Lizundia-Loiola, J., Otón, G., Ramo, R. & Chuvieco, E. A spatio-temporal active-fire clustering approach for global burned area mapping at 250 m from MODIS data. *Remote Sensing of Environment* **236**, 111493 (2020).
13. van Donkelaar, A. *et al.* Monthly Global Estimates of Fine Particulate Matter and Their Uncertainty. *Environ. Sci. Technol.* **55**, 15287–15300 (2021).
14. Johnston, F. H. *et al.* Estimated Global Mortality Attributable to Smoke from Landscape Fires. *Environmental Health Perspectives* **120**, 695–701 (2012).

15. Liu, J. C., Pereira, G., Uhl, S. A., Bravo, M. A. & Bell, M. L. A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke. *Environmental Research* **136**, 120–132 (2015).
16. Heil, A. & Goldammer, J. Smoke-haze pollution: a review of the 1997 episode in Southeast Asia. *Reg Environ Change* **2**, 24–37 (2001).
17. Niemi, J. V. *et al.* Long-range transport episodes of fine particles in southern Finland during 1999–2007. *Atmospheric Environment* **43**, 1255–1264 (2009).
18. Chart-asa, C. Spatial-temporal Patterns of MODIS Active Fire/Hotspots in Chiang Rai, Upper Northern Thailand and the Greater Mekong Subregion Countries During 2003-2015. *Applied Environmental Research* **43**, 121–131 (2021).
19. Amnuaylojaroen, T., Kreasuwun, J., Towta, S. & Siriwittayakorn, K. Dispersion of Particulate Matter (PM10) from Forest Fire in Chiang Mai Province, Thailand. *Chiang Mai Journal of Science* **37**, 39–47 (2009).
20. Talukdar, N. R. *et al.* Forest fire in Thailand: Spatio-temporal distribution and future risk assessment. *Natural Hazards Research* (2023) doi:10.1016/j.nhres.2023.09.002.
21. Vadrevu, K. P. *et al.* Trends in Vegetation fires in South and Southeast Asian Countries. *Sci Rep* **9**, 7422 (2019).
22. Marks, D. & Miller, M. A. A transboundary political ecology of air pollution: Slow violence on Thailand’s margins. *Environmental Policy and Governance* **32**, 305–319 (2022).
23. Crawford, J. H. *et al.* The Airborne and Satellite Investigation of Asian Air Quality (Asia-Aq): An Opportunity for International Collaboration. in *IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* 6506–6509 (2022). doi:10.1109/IGARSS46834.2022.9883819.
24. van Donkelaar, A., Martin, R. V., Brauer, M. & Boys, B. L. Use of Satellite Observations for Long-Term Exposure Assessment of Global Concentrations of Fine Particulate Matter. *Environmental Health Perspectives* **123**, 135–143 (2015).
25. Gorelick, N. *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* **202**, 18–27 (2017).
26. Tanipat *et al.* MODIS Hotspot Validation over Thailand. *Remote Sensing* **2009** **1(4)**, 1043 - 1054 (2009).