NAC2023
18th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๘

ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศและการวิเคราะห์

ดร. รัฐพร แสนเมืองชิน

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

28-31
มีนาคม 2566

18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter, PM)

EPA United States Environmental Protection Agency

The term for a mixture of solid particles and liquid droplets found in the air. Some particles, such as dust, dirt, soot, or smoke, are large or dark enough to be seen with the naked eye. Others are so small they can only be detected using an electron microscope.

- $PM_{2.5}$ คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 µm หรือเล็กกว่า
- PM_{10} คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 µm หรือเล็กกว่า

Ref.: https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics

THE RELATIVE SIZE OF PARTICLES

From the COVID-19 pandemic to the U.S. West Coast wildfires, some of the biggest threats now are also the most microscopic.

A particle needs to be 10 microns (µm) or less before it can be inhaled into your respiratory tract. But just how small are these specks?

Here's a look at the relative sizes of some familiar particles ↘

18th NSTDA Annual Conference

****Visibility threshold 10-40 µm**
(Limit of what the naked eye can see)

SOURCES Clearstream, Daniel Loverbey, EPA, Financial Times, News Medical, Science Direct, SCMP, Susan Sokolowski, Petroclear, U.S. Dept. of Energy
COLLABORATORS RESEARCH + WRITING Carmen Ang, Iman Ghosh | DESIGN + ART DIRECTION Harrison Schell

VISUAL CAPITALIST /visualcapitalist @visualcap visualcapitalist.com

ค่ามาตรฐานของฝุ่น $PM_{2.5}$

องค์กรอนามัยโลก (WHO), 2021 กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

2005 V.S. 2021 WHO **air quality guidelines (AQGs)**

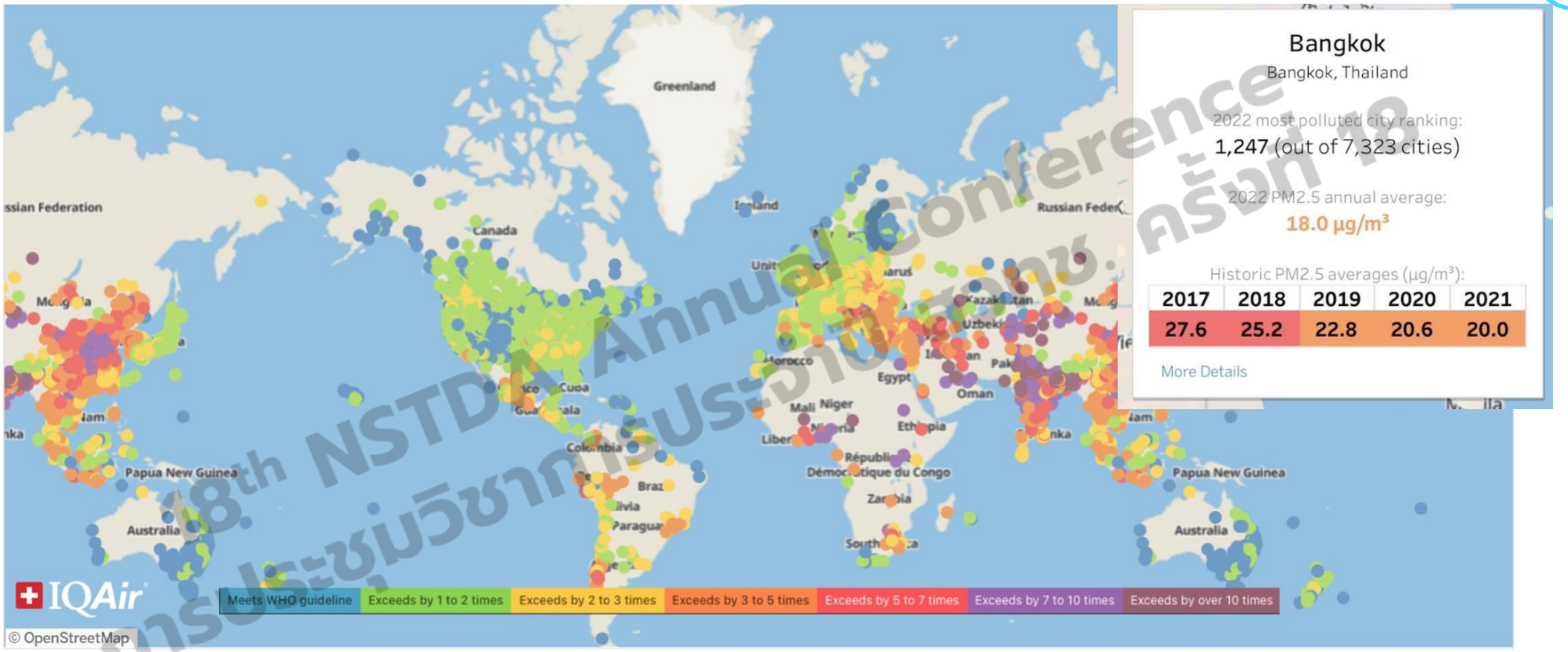
Preventable PM2.5 deaths avoided if new AQGs met globally: ~80% Source: WHO

Pollutant	Averaging Time	2005 AQGs	2021 AQGs
PM2.5 µg/m³	Annual	10	5
	24-hour	25	15
PM10 µg/m³	Annual	20	15
	24-hour	50	45
Ozone (O3) µg/m³	Peak Season*+	-	60
	8-hour**	100	100
Nitrogen dioxide (NO_2) µg/m³	Annual	40	10
	24-hour*	-	25
Sulfur dioxide (SO_2) µg/m³	24-hour	20	40
Carbon monoxide (CO) mg/m³	24-hour*	-	4

* New averaging time for 2021 | + Peak season – average of daily maximum 8-hour mean ozone concentration during the six consecutive months with the highest six-month running-average of ozone concentration NO_2 1-hour average, SO_2 10 minute average, and CO 8-hour, 1-hour, and 15-minute averages unchanged from previous recommendations. Source: World Health Organization

18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18

IQAir World air quality report 2022



18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18

- Six countries met the WHO $PM_{2.5}$ guideline (annual average of 5 µg/m³ or less):
  Australia, New Zealand, Iceland, Finland, Estonia, Grenada

Ref.: https://www.iqair.com/th-en/newsroom/world-air-quality-report-press-release-2022

ค่ามาตรฐานของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในประเทศไทย

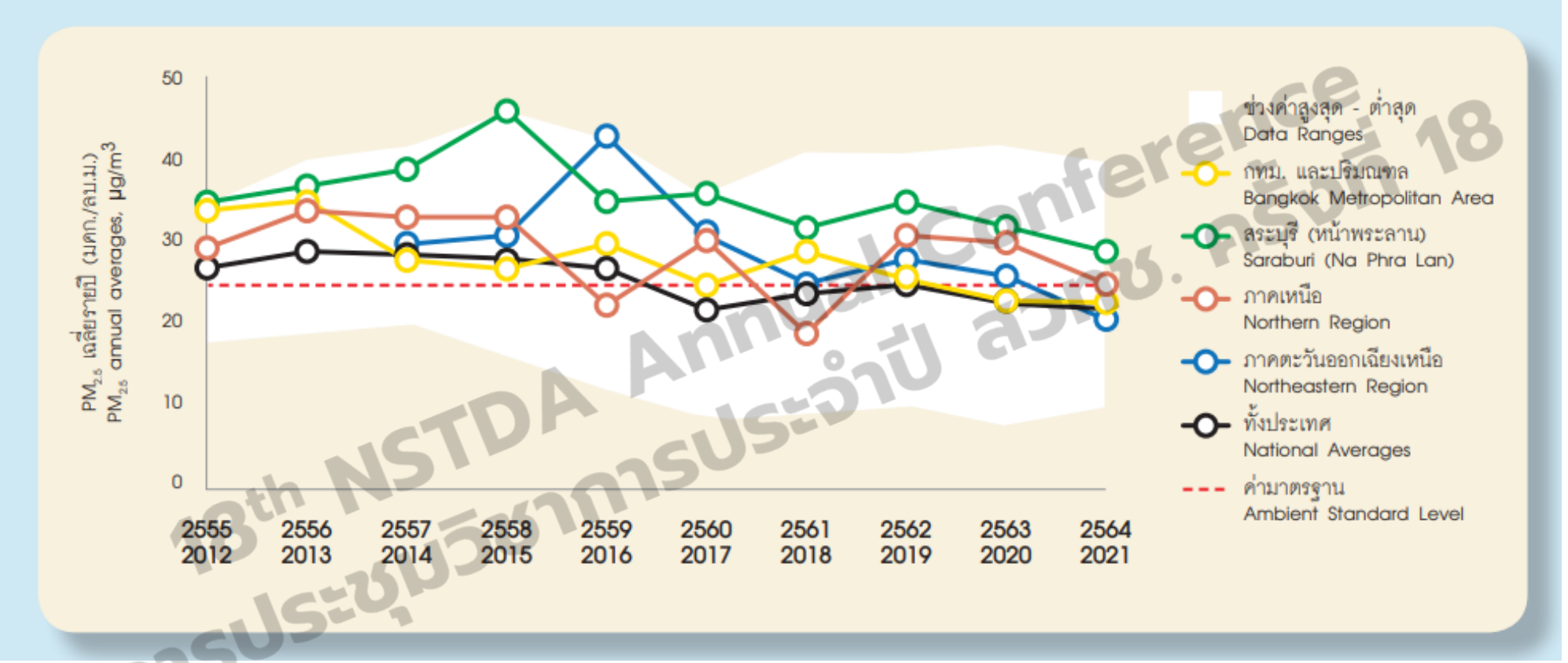
จากเดิมองค์กรอนามัยโลก (WHO) ตั้งค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในอากาศ ว่าหากมีเกินกว่า 25 $\mu g/m^3$ ถือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ *ขณะที่ประเทศไทยกำหนดอันตรายของฝุ่น $PM_{2.5}$ อยู่ที่ 50 $\mu g/m^3$*

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยกรมควบคุมมลพิษ ได้ปรับปรุงค่ามาตรฐานของ $PM_{2.5}$ เรียบร้อยแล้ว โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ประกาศลงในราชกิจานุเบกษา ***เมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2565*** ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 24 ชั่ว โมง (24-hour) ปรับลดจาก 50 เป็น ***37.5 $\mu g/m^3$*** มีผลตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2566 ***(WHO : 15 $\mu g/m^3$)***
- ค่าเฉลี่ยรายปี (Annual) ปรับลดจาก 25 เป็น ***15 $\mu g/m^3$*** มีผลตั้งแต่วันถัดจากประกาศในราชกิจจานุเบกษา ***(WHO : 5 $\mu g/m^3$)***

18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18

ค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ รายปีในช่วง 2555-2564



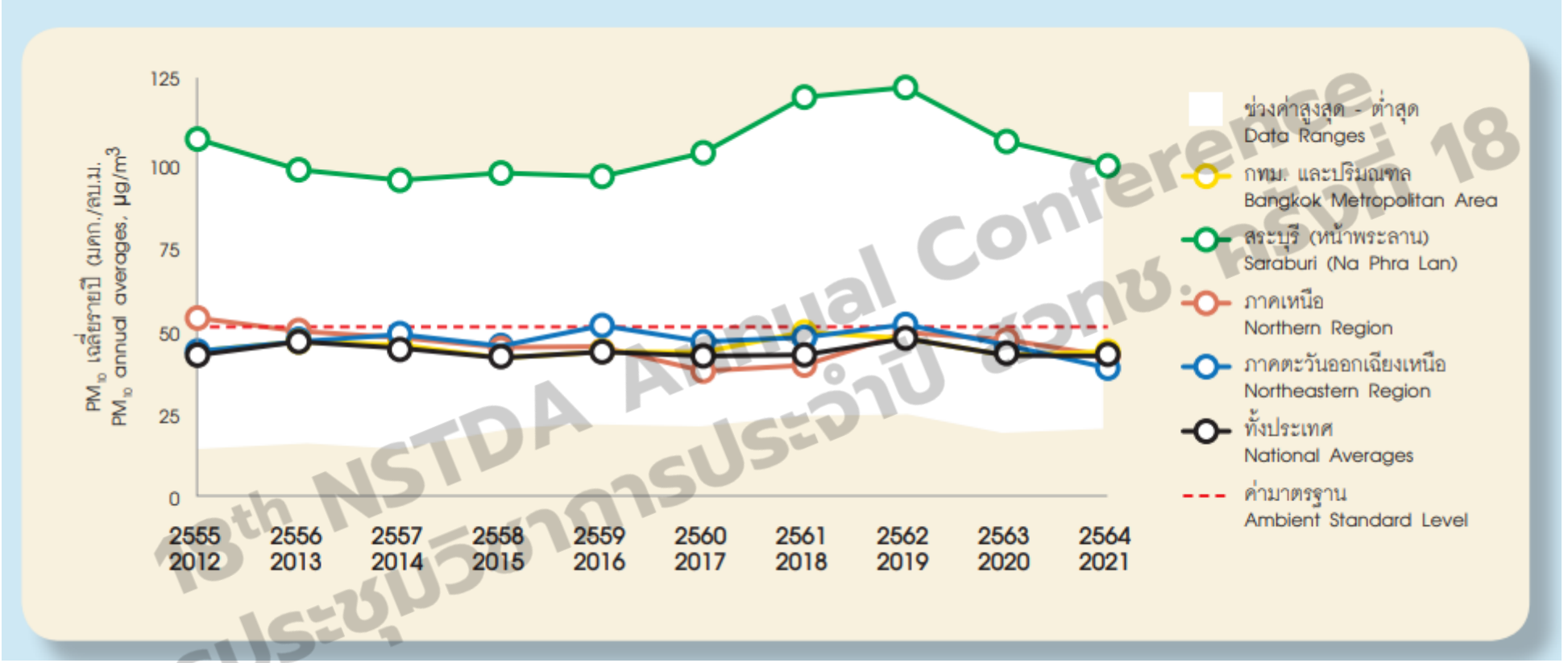
จากข้อมูล $PM_{2.5}$ ที่จุดตรวจวัด 77 พื้นที่ ใน 46 จังหวัด

ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด อยู่ในช่วง 29 - 414 $\mu g/m^3$ เฉลี่ยทั้งประเทศ 93 $\mu g/m^3$

ค่าเฉลี่ยรายปี อยู่ในช่วง 10 - 40 $\mu g/m^3$ เฉลี่ยทั้งประเทศ 22 $\mu g/m^3$

Ref.: สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2564)

ค่าเฉลี่ยของฝุ่น PM_{10} รายปีในช่วง 2555-2564



จากข้อมูล PM_{10} ที่จุดตรวจวัด 77 พื้นที่ ใน 46 จังหวัด

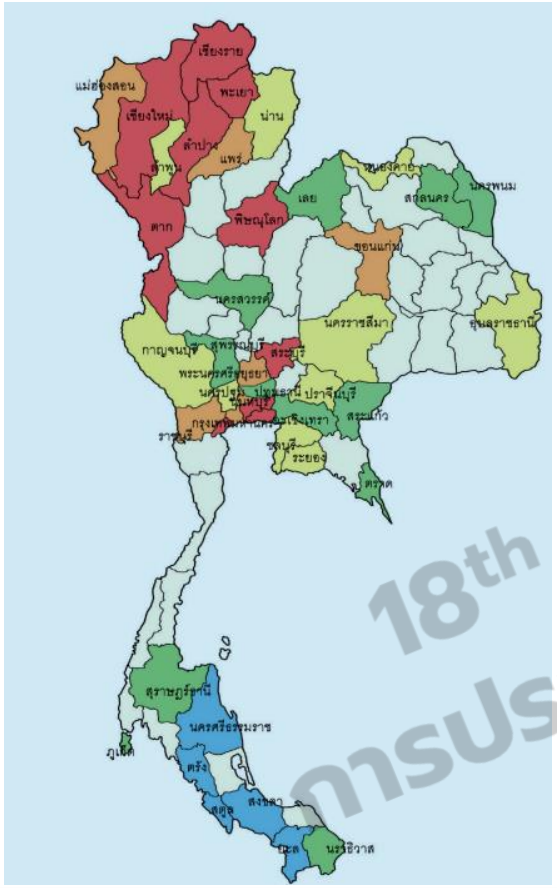
ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด อยู่ในช่วง 42 – 527 $\mu g/m^3$ เฉลี่ยทั้งประเทศ 138 $\mu g/m^3$

ค่าเฉลี่ยรายปี อยู่ในช่วง 19 - 99 $\mu g/m^3$ เฉลี่ยทั้งประเทศ 40 $\mu g/m^3$

Ref.: สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2564)

ฝุ่นละอองขนาดเล็กและมลพิษทางอากาศในไทย

จำนวนวันที่คุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐาน รายจังหวัด ปี 2564



พื้นที่หลักในประเทศที่มีคุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐาน

- กรุงเทพมหานคร
- ภาคเหนือ
  - เชียงใหม่
  - เชียงราย

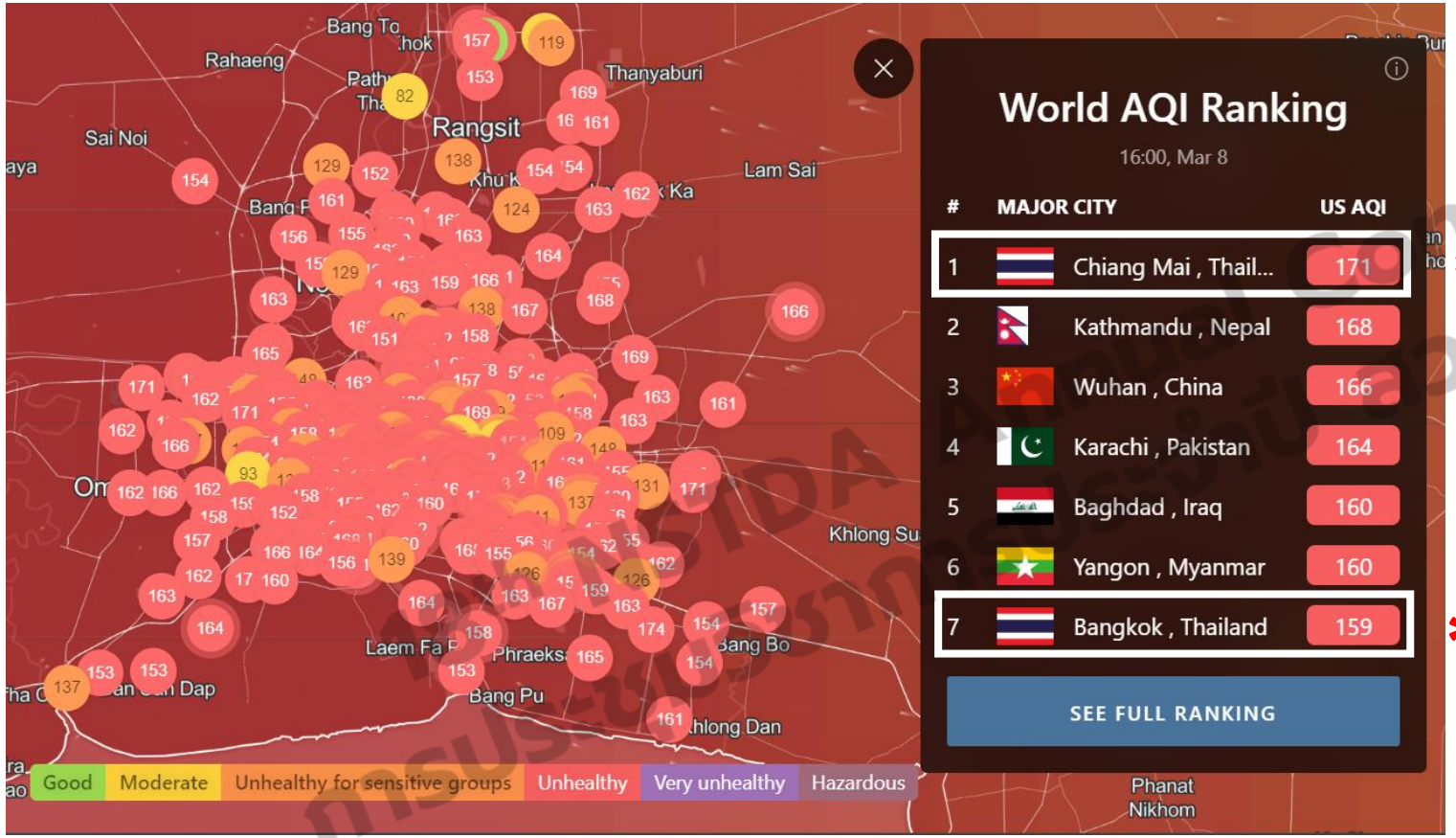
มากกว่า 60 วัน	จำนวน	10	จังหวัด
More than 60 days,		10	provinces
46 - 60 วัน	จำนวน	7	จังหวัด
46 - 60 days,		7	provinces
29 - 45 วัน	จำนวน	10	จังหวัด
29 - 45 days,		10	provinces
1 - 30 วัน	จำนวน	12	จังหวัด
1 - 30 days,		12	provinces
ไม่เกินค่ามาตรฐาน	จำนวน	5	จังหวัด
No exceedances		5	provinces

*จำนวนวันที่คุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐาน คิดจากวันที่ปริมาณสารมลพิษหลัก ได้แก่ $PM_{2.5}$ PM_{10} O_3 NO_2 และ SO_2 พบเกินค่ามาตรฐานของประเทศไทย

18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18

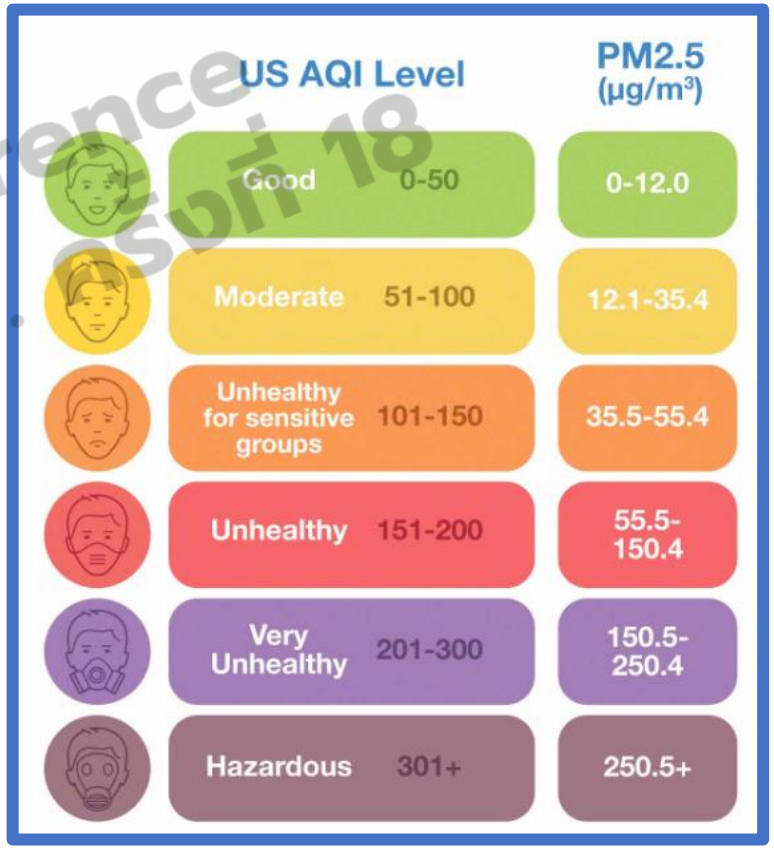
Ref.: สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2564)

World AQI Ranking



***

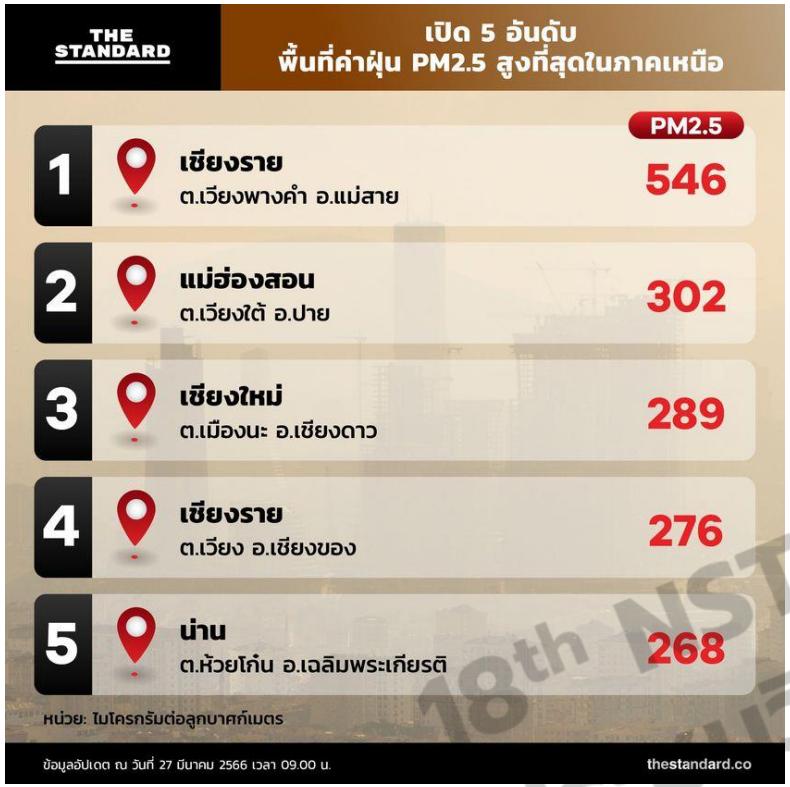
***



ณ วันที่ 8 มีนาคม 2566 (16.00 น.)

Ref.: https://www.iqair.com/th-en/newsroom/thailand-2021-burning-season

สถานการณ์ฝุ่นในภาคเหนือ ปี 2566

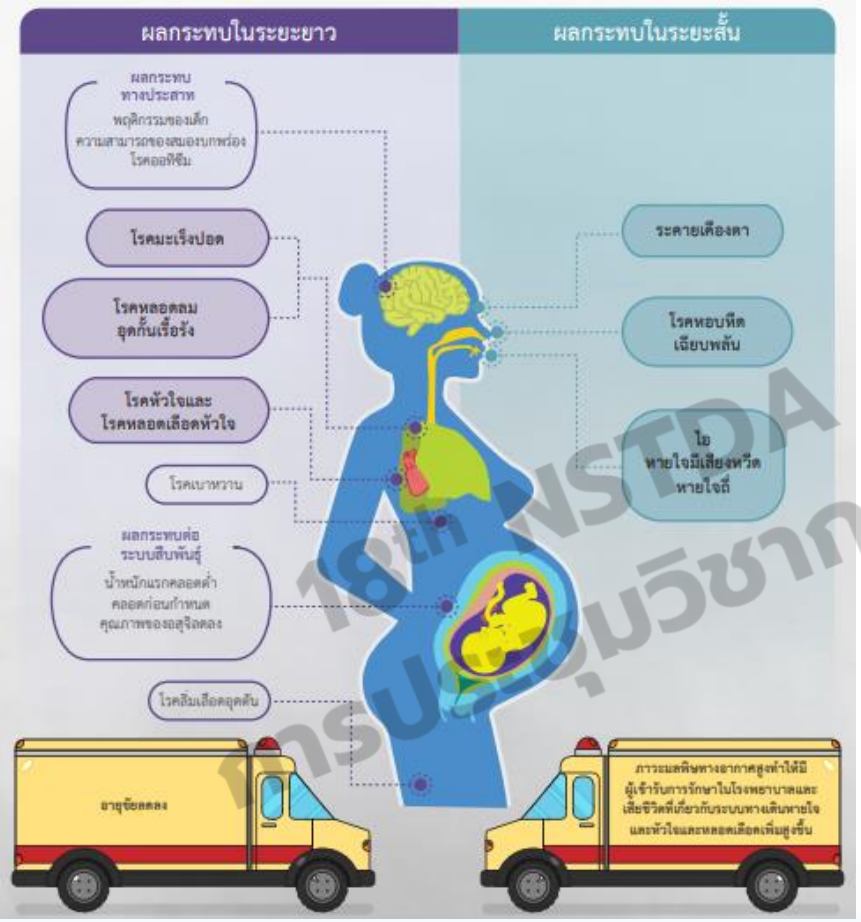


ค่าฝุ่นนี้สูงกว่าค่ามาตรฐานที่ไทยกำหนดว่ามีความอันตรายของ $PM_{2.5}$ ($50\ \mu g/m^3$) ถึง ***5-10 เท่า***

Ref.: THE STANDARD

ผลกระทบของมลพิษทางอากาศ

คนไทย 1.32 ล้านราย ป่วยจากมลพิษทางอากาศ (ข้อมูลระหว่าง 1 ม.ค. – 5 มี.ค. 2566)
ที่มา: กระทรวงสาธารณสุข



กลุ่มโรคทางเดินหายใจ	**583,238 ราย**
กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ	**267,161 ราย**
กลุ่มโรคตาอักเสบ	**242,805 ราย**
โรคหัวใจ หลอดเลือดและสมอง	**208,880 ราย**

18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18

Ref.: https://www.thaigov.go.th/news/contents/details/65877
WHO Thailand

แหล่งที่มาของฝุ่น

1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Natural Particle)

- เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล

2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle)

- การคมนาคม เช่น การเผาไหม้จากเครื่องยนต์ รถบรรทุก (หิน ดิน ปูน)
- โรงงานอุตสาหกรรม เช่น การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จากปล่องควัน
- การก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างอาคาร รถไฟฟ้า การทำถนน การปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค
- การเผาไหม้จากการทำการเกษตร หรือการเผาในที่โล่งแจ้ง เช่น การเผาขยะ การเผาเตรียมพื้นที่ทำการเกษตร
- กิจกรรมในครัวเรือน การใช้เชื้อเพลิงต่างๆ

นอกจากนี้ลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการสะสมของเจ้า ฝุ่นละอองขนาดจิ๋วในชั้นบรรยากาศ

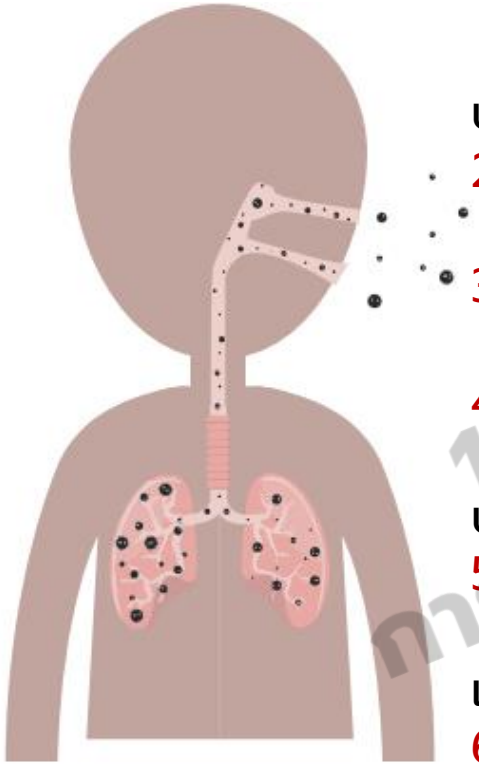
เนื่องจากในช่วง เดือนพฤศจิกายน–มีนาคม ของทุกๆปี ประเทศไทยจะ เข้าสู่หน้าหนาวคือ มีสภาพอากาศหนาวเย็นจาก ความกดอากาศสูง หรือมวลอากาศเย็นจากประเทศจีน แผ่ปกคลุมเป็นระลอกๆ จากสภาพอากาศดังกล่าวนั้นส่งผลให้ฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากแหล่งกำเนิดต่างๆเกิดเพดานการลอยตัวและการกระจายตัวต่ำ ทำให้มีการสะสมปริมาณมากในชั้นบรรยากาศจนส่งผลให้เกิดค่าฝุ่นที่เกินค่ามาตรฐาน

18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๘

Ref.: รอบรู้เรื่องฝุ่นละอองขนาดจิ๋ว กรมควบคุมมลพิษ
เรียนรู้อยู่กับฝุ่น PM 2.5 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2562)

องค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ความร้ายแรงจากฝุ่นละอองขนาดเล็กนี้ คือ สามารถผ่านการกรองของขนจมูกและเข้าสู่ชั้นในสุดของปอดได้ ทำให้เกิดอาการต่างๆ และส่งผลกระทบอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นฝุ่นสามารถทำหน้าที่เป็นตัวกลางพาสารอื่นๆ เข้าสู่ปอด ด้วยการให้สารเหล่านั้นมาเคลือบบนผิวของมัน เช่น สารก่อมะเร็ง (VOC) สารโลหะหนัก เป็นต้น



1. ฝุ่นดินและธาตุธรรมชาติ (Soil dust, natural sources, mineral matter)

Al, Ti, Li, และ Fe เป็นองค์ประกอบหลักของฝุ่นดิน นอกจานี้อาจพบ Ca Mg และ Si ในปริมาณมากซึ่งมาจากองค์ประกอบของดินในชั้นเปลือกโลก

2. อุตสาหกรรม (Industrial)

องค์ประกอบส่วนใหญ่จะมาจากโลหะเป็นหลัก เช่น Fe, Zn, Cd, Cu, Cr, and Sn

3. การเผาชีวมวล (biomass burning)

ธาตุชี้วัดหลักในแหล่งกำเนิดนี้คือ การพบ K^+ ในปริมาณมาก และอาจพบ NO_3^-, และ SO_4^{2-}

4. มลพิษอากาศทุติยภูมิ (Secondary aerosol)

ค่า NO_3^-, NH_4^+, และ SO_4^{2-} แสดงถึงแหล่งกำเนิดที่เป็นฝุ่นละอองทุติยภูมิ ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาในอากาศ

5. การจราจรขนส่ง (Vehicular traffic, Diesel exhaust, tire dust/break wear)

Fe, Ba, Cu, Mn, Ti, และ Zn. นอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบที่ โดดเด่นของ EC, OC, Cd, และ Ni โดยค่า EC และ OC ยังเป็นมวลสารหลักที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากไอเสียของ รถยนต์

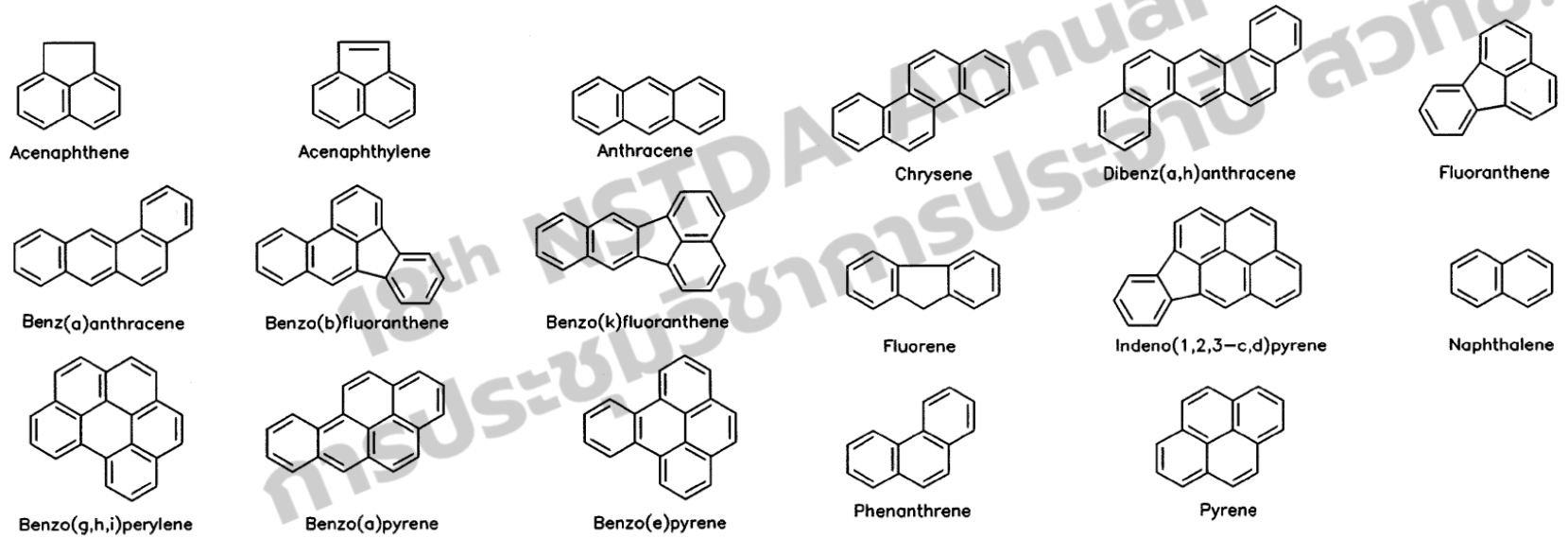
6. แหล่งกำเนิดทางธรรมชาติจากทะเล (Marine sources)

ในแหล่งกำเนิดไอเกลือทะเล มักประกอบด้วย Na และ Cl ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเกลือ

18th NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)

PAHs เป็นกลุ่มสารเคมีที่มีมากกว่า 100 ชนิด เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์หรือการสลาย ทางเคมีของสารอินทรีย์โดยความร้อน เชื้อเพลิงจากถ่านหิน ไม้และสารอินทรีย์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจทำให้เกิด aromatic compounds ได้ทั้งสิ้น ตัวอย่างกิจจกรรมที่เกิด PAHs ได้แก่ การเผาป่า ไฟไหม้ป่า ภูเขาไฟระเบิดควันจากการจุดธูป การเผาถ่าน การเผาไหม้ที่ไม่สมบรูณ์ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ กระบวนการแปรรูปและปรุงอาหาร ปิ้ง ย่าง



Ring structure of common PAHs.

☹ สารเคมีที่มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำ แต่หากสะสมในร่างกายจะเป็นพิษเรื้อรัง

☹ มีความเป็นพิษในด้านการเป็นสารก่อกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็งในสัตว์ และมีความเป็นพิษต่อพืช

Ref.: Compendium of Methods for Toxic Organic Air Pollutants, US EPA (1999)

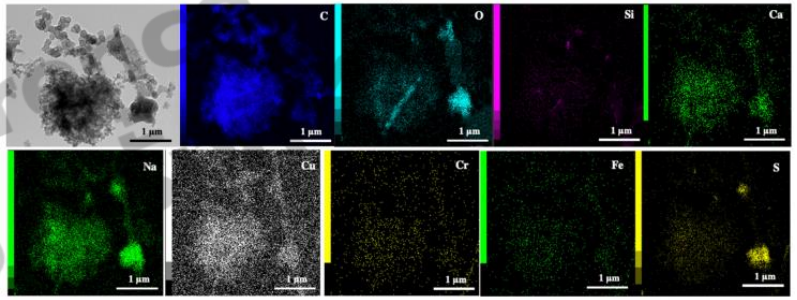
การวิเคราะห์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก

การวิเคราะห์ทางกายภาพ (Physical characterization)

- Scanning Electron Microscopy (SEM)
- Transmission Electron Microscopy (TEM)

SEM TEM

TEM and EDS mapping



Atmosphere 2022, 13, 239.

การวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical characterization)

- SEM coupled with Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)
- TEM coupled with Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (TEM-EDS)
- Carbon Analysis
- Ion Chromatography (IC)
- Gas Chromatography (GC)
- Infrared Spectroscopy (IR)
- Elemental analysis techniques (AAS, ICP-MS, ICP-OES, XRF etc.)

Carbon analyzer

IC

FTIR

GC-MS

AAS/AES

ICP-MS

18th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช.

ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็ก

จากข้อมูลของ WHO รายงานว่า มลพิษทางอากาศของทุกปีส่งผลกระทบให้ประชากรทั่วโลกประมาณ 7 ล้านคน เสียชีวิตก่อนวัยอันควร

Ref.: https://www.who.int/thailand/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

การแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในระยะยาว

ลดการเผาชีวมวลต่างๆ
ลดการใช้เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดมลพิษ
ลดการใช้รถยนต์เมื่อไม่จำเป็น
ลดการปล่อยมลพิษจากครัวเรือนและ
โรงงานอุตสาหกรรม

เพิ่มการปลูกต้นไม้
เพิ่มกฎหรือข้อบังคับของกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยมลพิษทางอากาศ
เพิ่มการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะและเสนอให้ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
เพิ่มการใช้เชื้อเพลิงสะอาด

Ref.: https://www.who.int/thailand/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

Thank you for your attention

18th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 18