

Comprehensive Concept of PM2.5 Forecast: A Case Study in Thailand



**Air Quality and Noise Management Bureau
Pollution Control Department, Thailand**

Biography (Sakda Tridech)



- ▶ **Industrial Engineering, Kasetsart University (2005)**
- ▶ **MSc/Manufacturing Engineer, University of Hertfordshire, UK (2007)**
- ▶ **Ph.D./Advanced Manufacturing and Enterprise Engineering, Brunel University, UK (2012)**
- ▶ **2012 – Present, Pollution Control Department (Environmentalist/ Director of Air Quality Model and Geographic Information Center)**



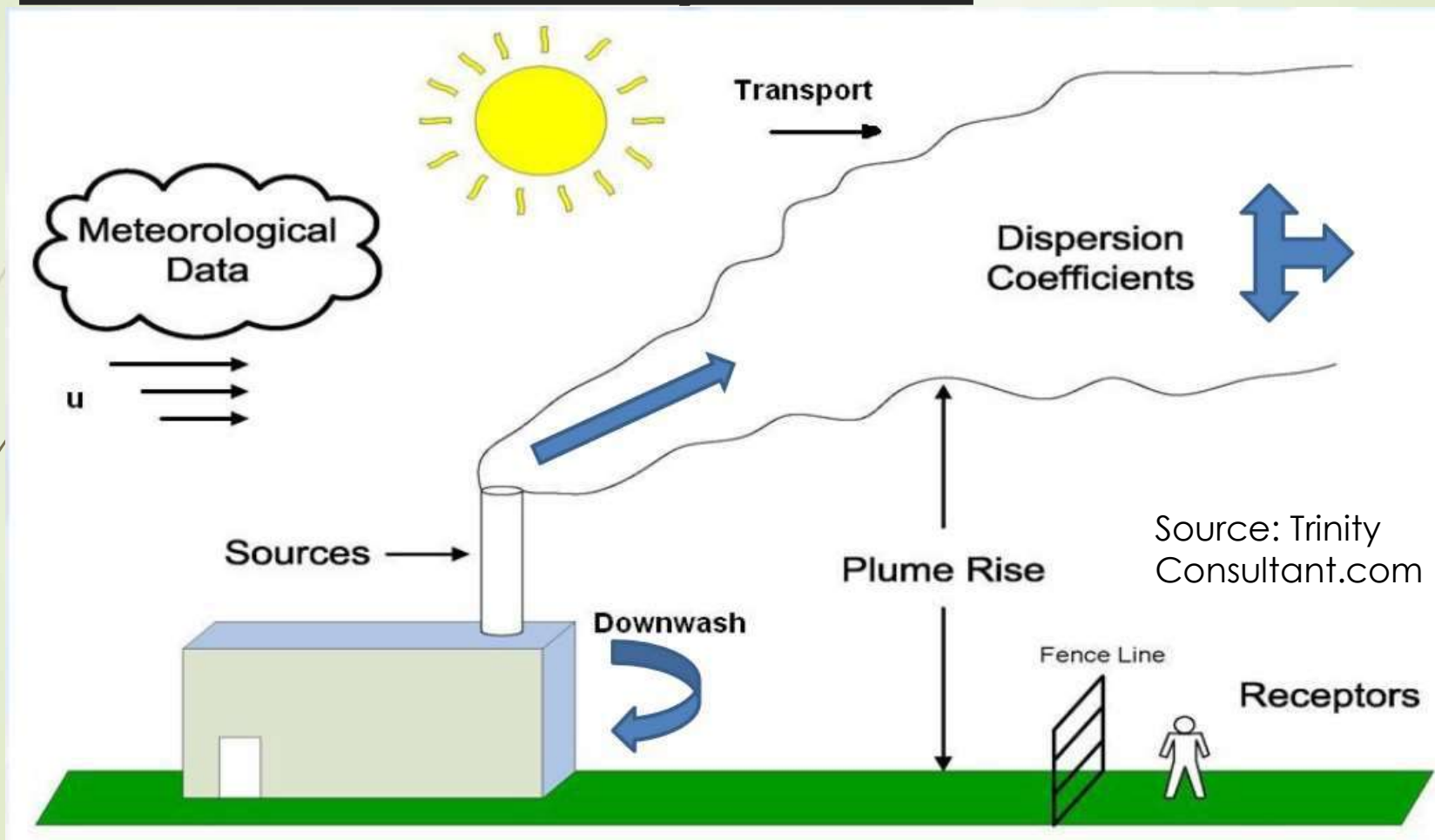
Contents

- Basic of Air Quality Model
- Essential Basic Needs
- Background of PM_{2.5} Problem in Thailand
- Chemical Transport Model
- Requirement for WRF-chem
- Model Configuration and input data
- Product Example
- Preliminary Evaluation
- Simple Box Model

Basic of Air Quality Model

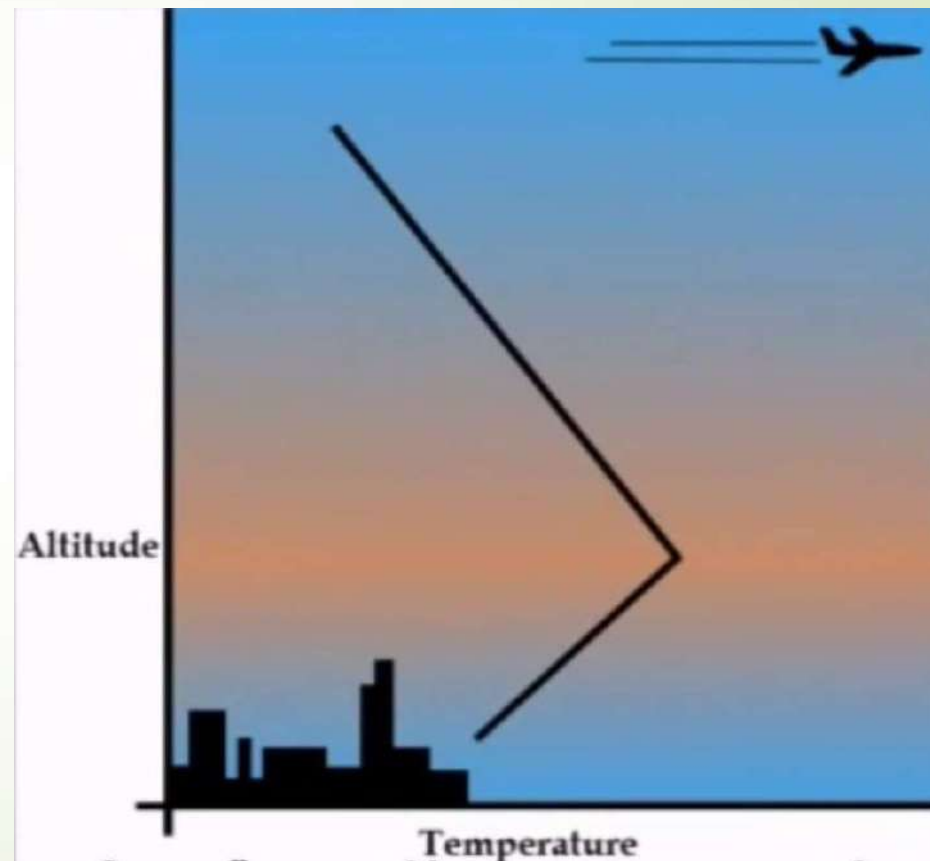
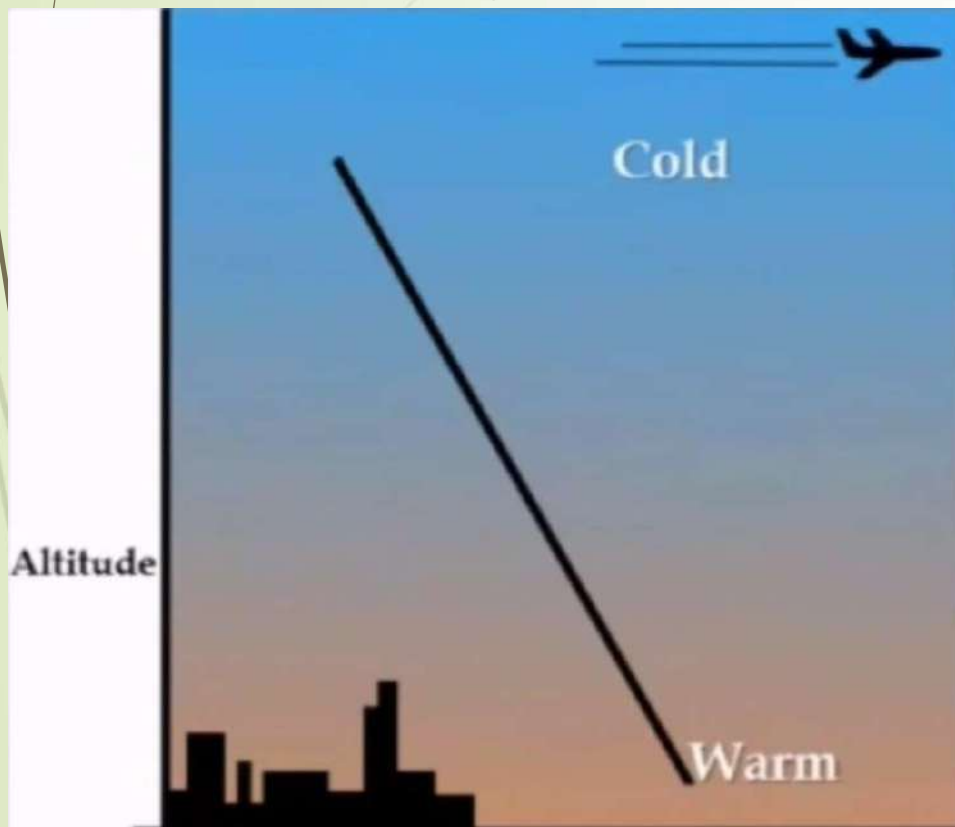
- **Dispersion Modeling:** normally, this kind of model is used to simulate concentration of pollutant at specified ground level
- **Photochemical Modeling:** typically, this kind of model is used to simulate chemical reactive pollutant over large spatial scale
- **Receptor Modeling:** this kind of tool is used to quantify source contributions to receptor concentrations (Source: Air Quality Model US.EPA)

Basic of Air Quality Model



Essential Basic Needs

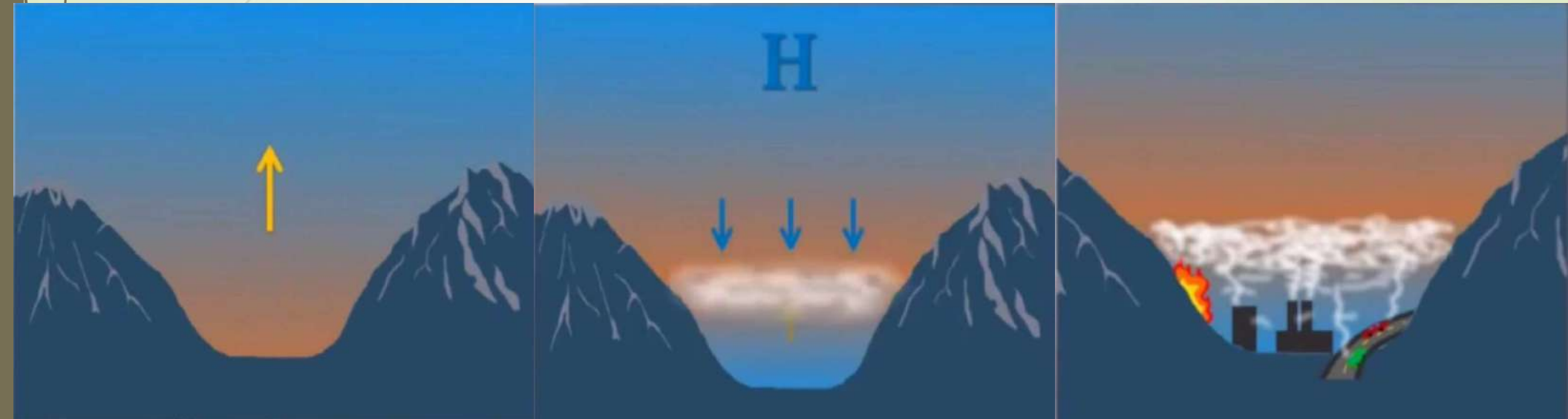
Meteorological mechanism and air pollution



Source: National Weather Service/NOAA

Essential Basic Needs

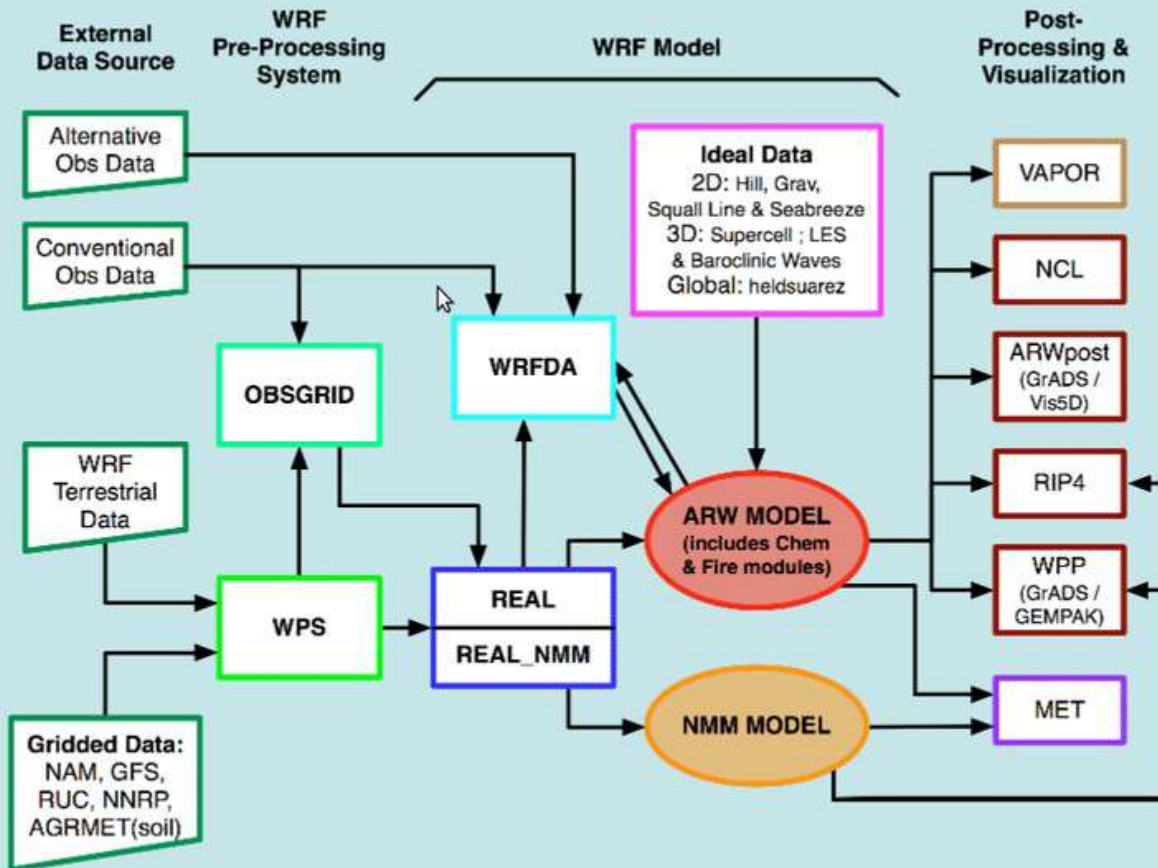
Meteorological mechanism and air pollution



Source: National Weather Service/NOAA

Essential Basic Needs

WRF Modeling System Flow Chart



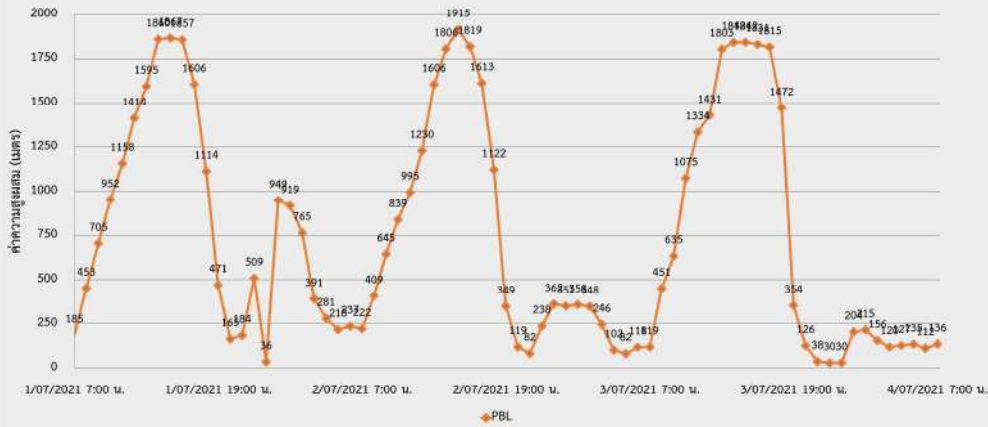
Weather Research Forecast Model



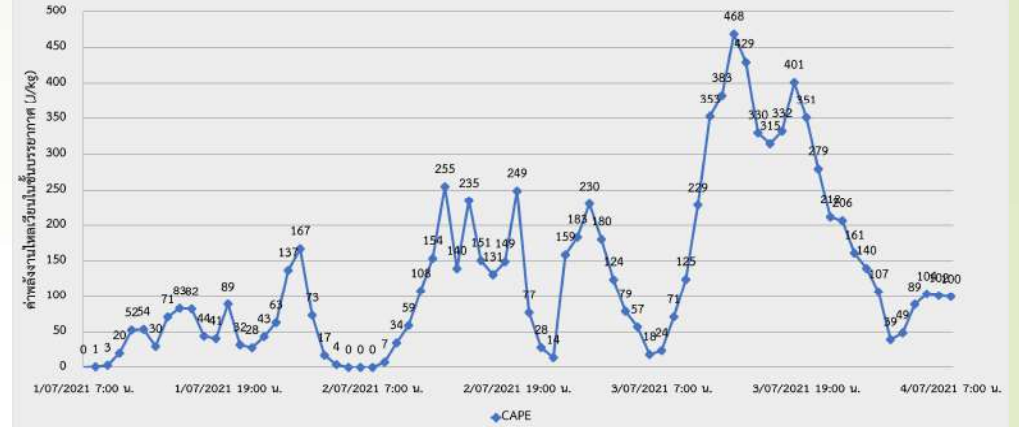
Numerical weather prediction system
Source: National Center for Atmospheric Research

Essential Basic Needs

ค่าความสูงผสมในชั้นบรรยากาศ (PBL) ของวันที่ 1 - 4 ก.ค. 64 ณ เวลา 07:00 น. จ.แม่ฮ่องสอน



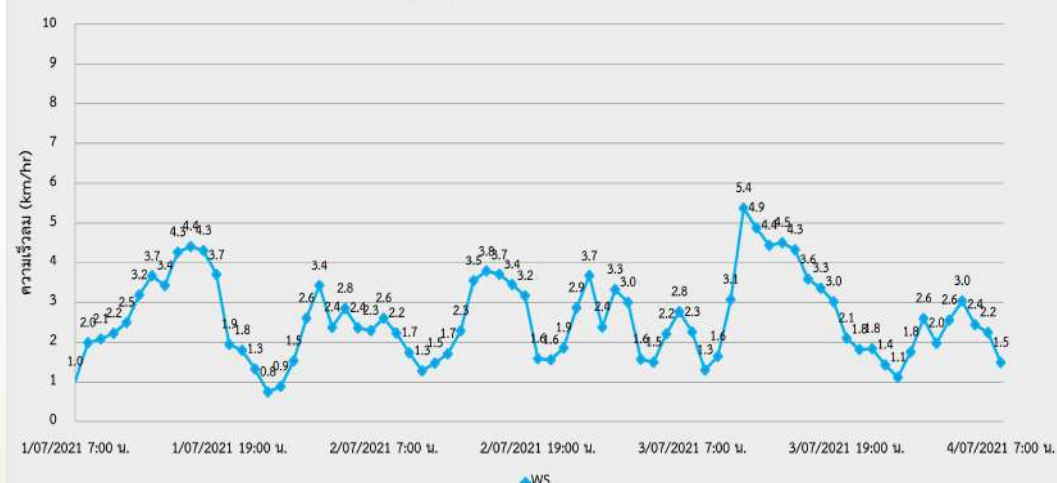
ค่าพลังงานไหลเวียนในชั้นบรรยากาศ (CAPE) ของวันที่ 1 - 4 ก.ค. 64 ณ เวลา 07:00 น. จ.แม่ฮ่องสอน



ดัชนีการยกตัวของอากาศ (Lift index) ของวันที่ 1 - 4 ก.ค. 64 ณ เวลา 07:00 น. จ.แม่ฮ่องสอน

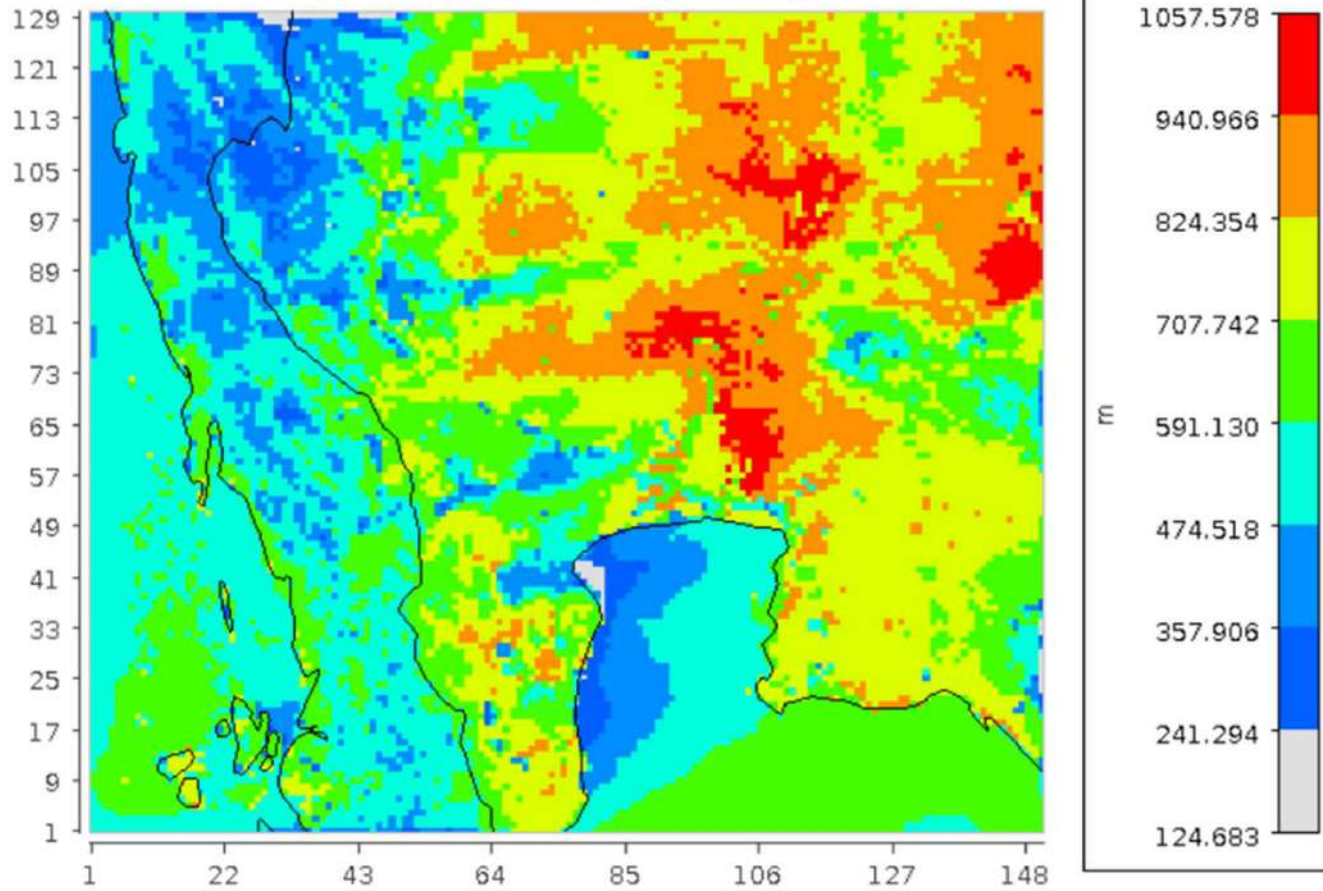


ค่าความความเร็วลม (Windspeed) ของวันที่ 1 - 4 ก.ค. 64 ณ เวลา 07:00 น. จ.แม่ฮ่องสอน



Layer 1 PBLH[1]

[1]=wrfout_d03_2022-05-27_00:00:00_1

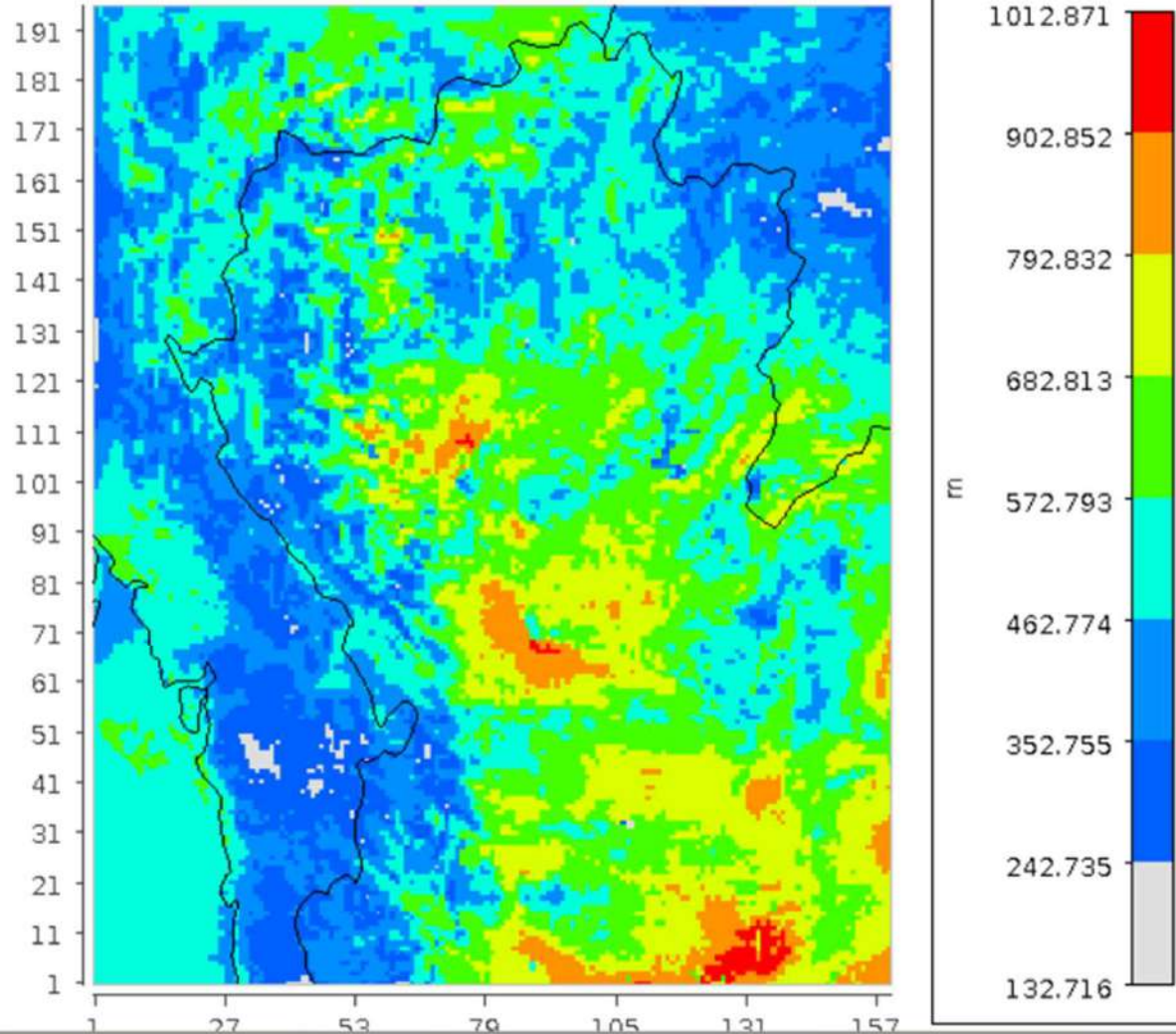


May 27, 2022 00:00:00 UTC

Min (77, 42) = 124.683, Max (103, 58) = 1057.578

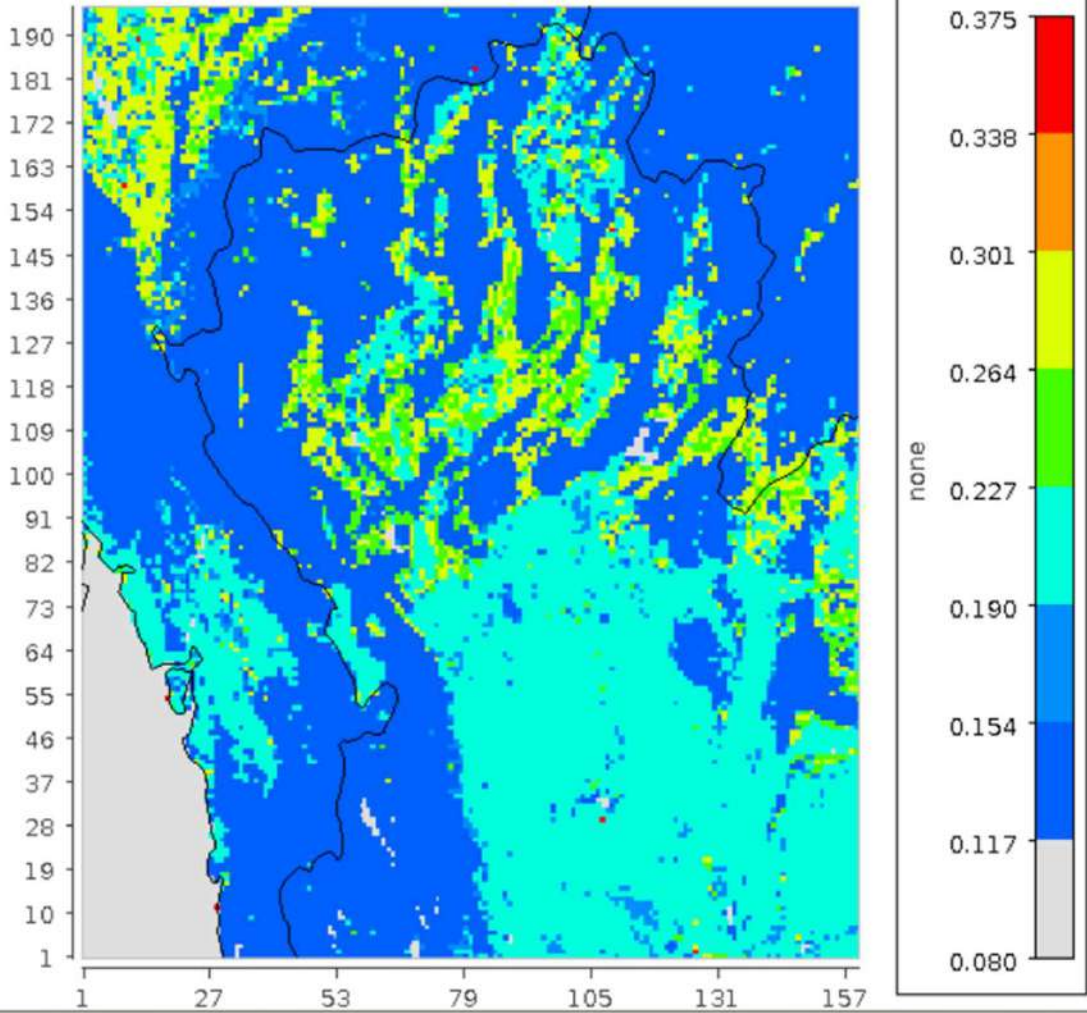
Layer 1 PBLH[1]

[1]=wrfout_d03_2022-05-29_00:00:00_1

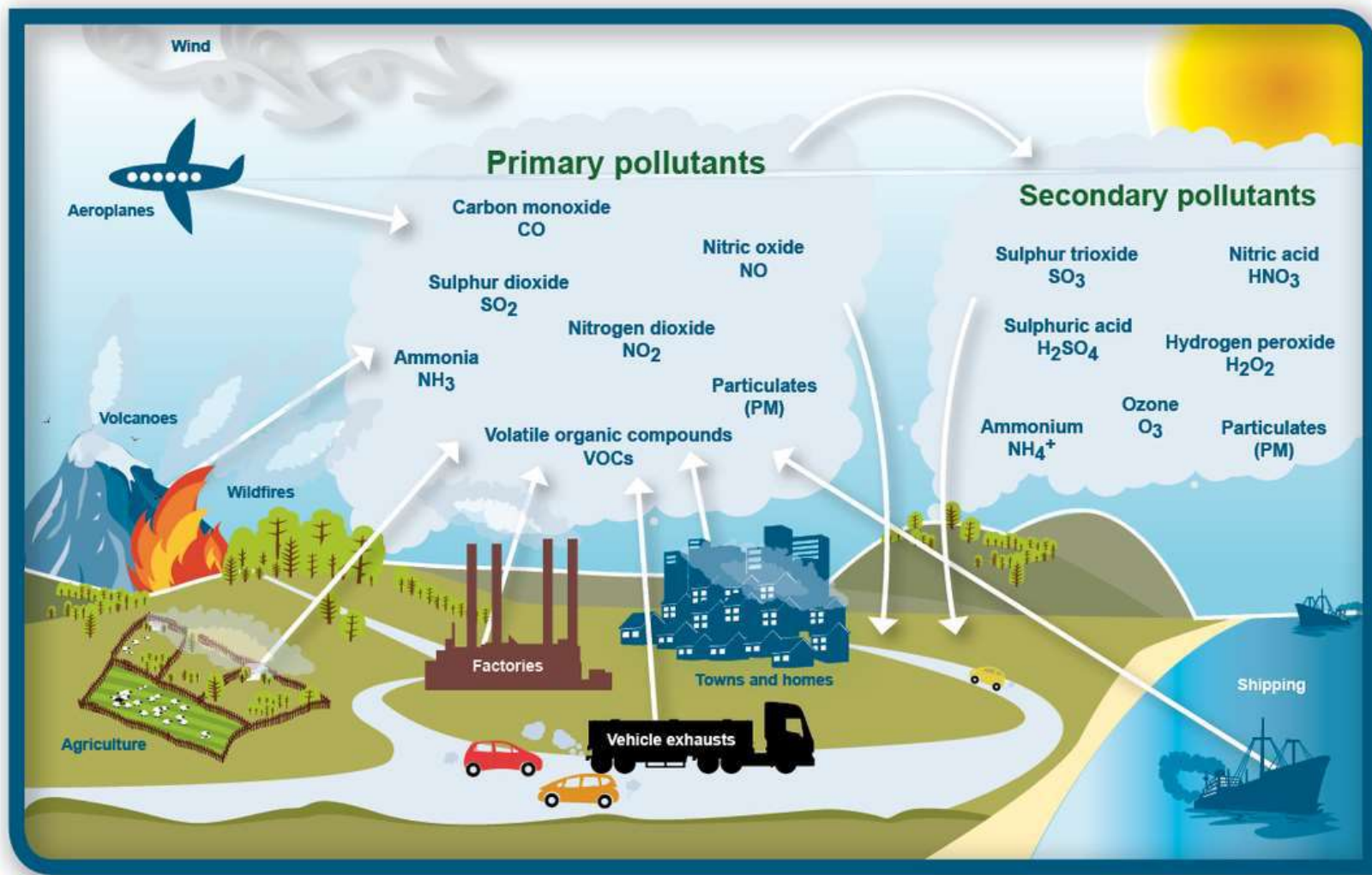


Layer 1 ALBEDO[1]

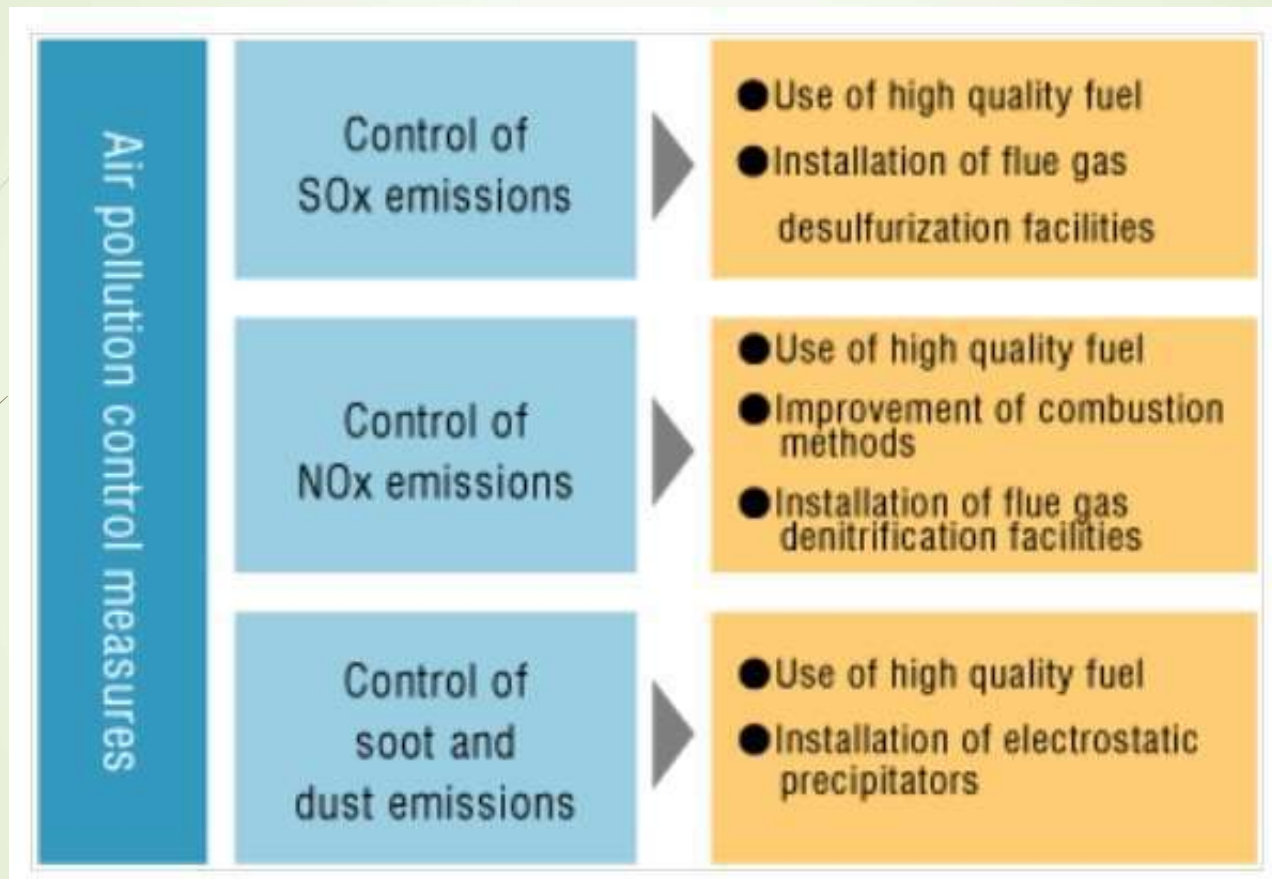
[1]=wrfout_d03_2022-05-26_00:00:00_1



Essential Basic Needs



Essential Basic Needs



Source: <https://www.mrgscience.com/ess-topic-63-photochemical-smog.html>

Background of PM2.5 problem in Thailand

Point source and area source/ critical area in Thailand



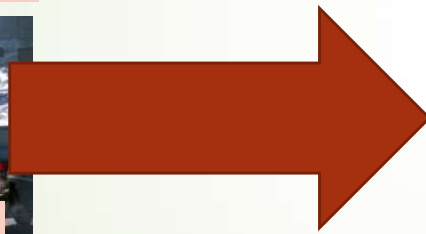
Industrial Pollution



Transportation



Burning Area



BMR



Rayong



Saraburi



Northern Part of Thailand



ศูนย์แก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ (ศกพ.)
Center for Air Pollution Mitigation (CAPM)



**Director General of Pollution Control
Department**

Director of CAPM

1. Knowledge transfer for public sector including source of PM2.5 and meteorological conditions for the phenomena

2. Establish sub-committee for PM2.5 prevention

3. Forest fuel management

4. Establish volunteer network for fire prevention

5. Drive afforestation project and fire prevention project

6. Transfer fire prevention and control to local government organization

7. PM2.5 forecast 3 days in advance

8. Apply satellite image for PM2.5 daily situation report

9. Develop forecasting system and decision-making support system (in the form of application)

10. Forest fuel management using decision-making support system

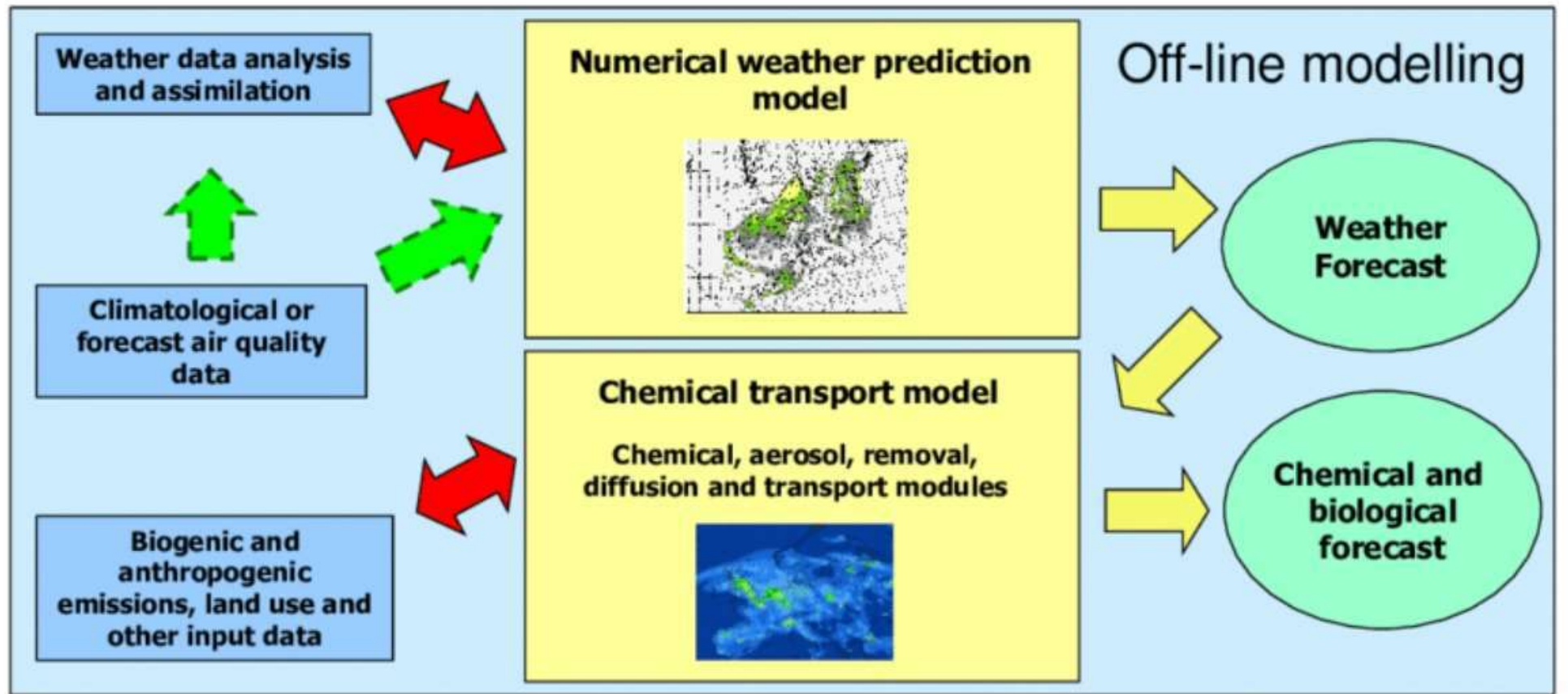
11. Promote public awareness for open burning reduction

12. Promote cooperation between neighboring countries for prevention of transboundary haze

Intensive Policy from The Government



Chemical Transport Model



Source: Kukkonen 2011

Requirement for WRF-chem

Compiler



PGI COMPILERS
& TOOLS

OS



Work Station



Workstation



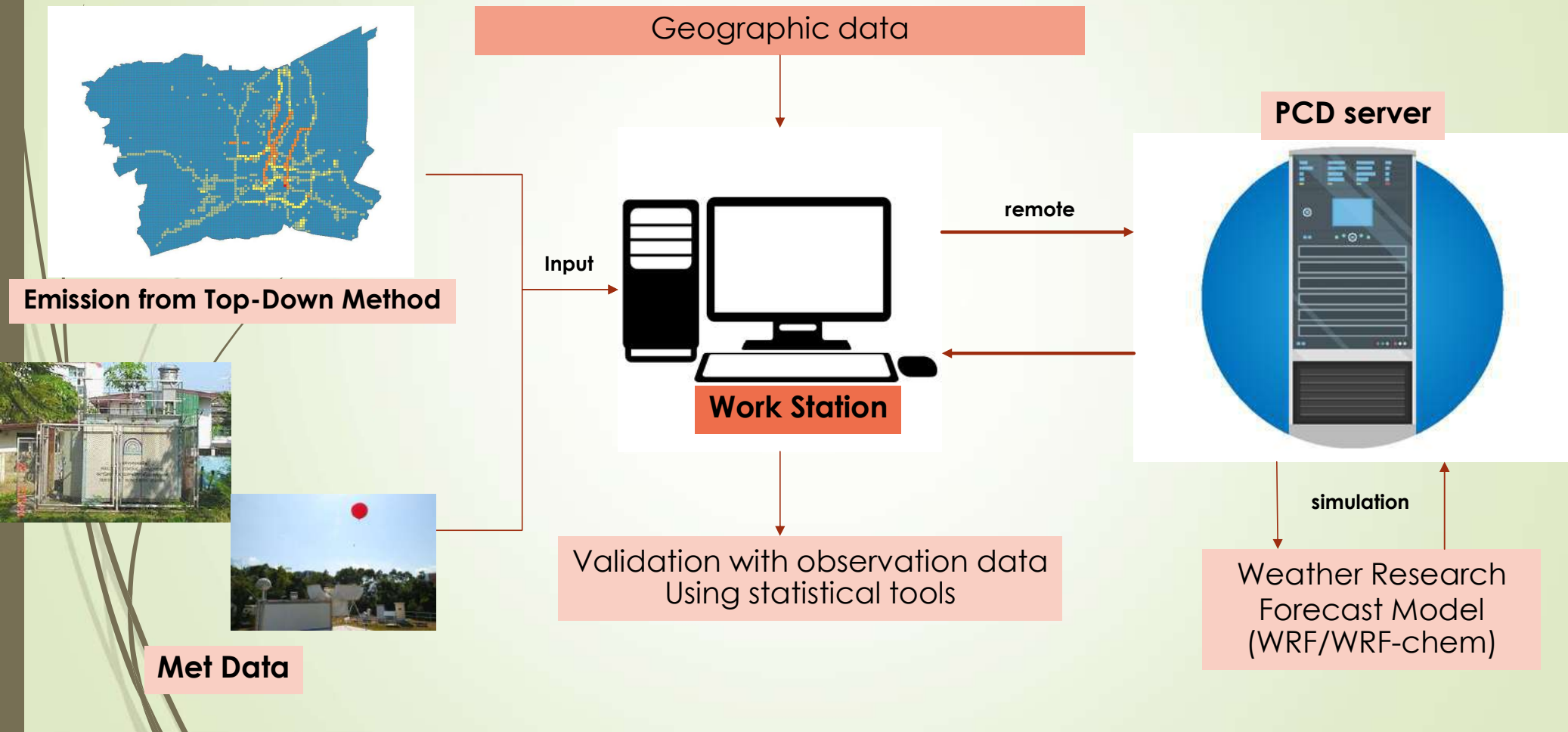
High performance computing

- Installed at NECTEC/NSTDA
- UNIX based
- 4320 Cores
- 750 TB Space Capacity
- WRF/WRF-chem ready
- Remote based

Processing time comparing PCD and TARA

Work Station	Cores	Simulation Time
PCD (data center)	24	7 Hours
TARA (memory)	192	1 Hour
TARA (compute)	160	50 mins – 1 Hour
TARA (compute)	200	45 mins

PCD forecasting process

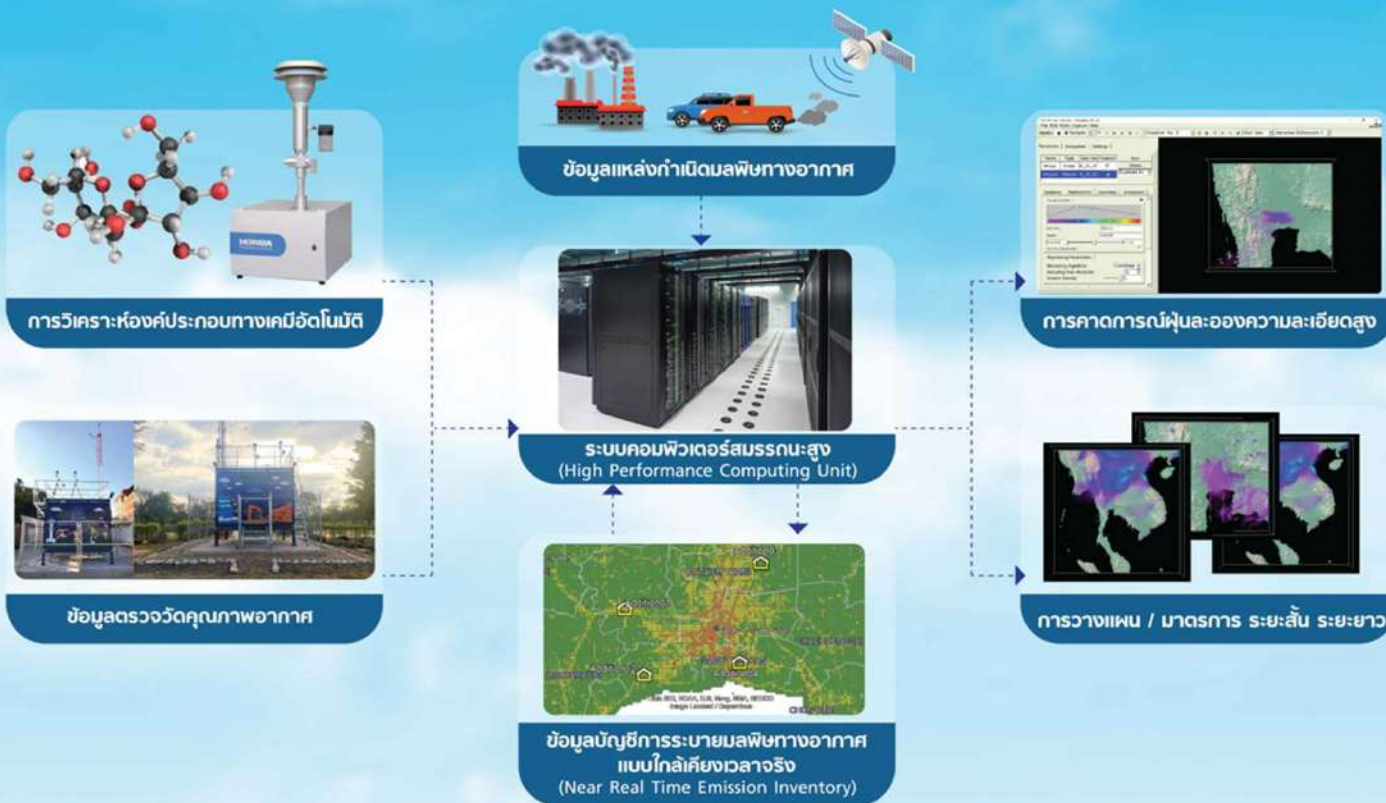


Forecasting System



A Near Real-Time Decision Support System for PM_{2.5} Planning and Control

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจชนิดใกล้เคียงเวลาจริง เพื่อวางแผนและควบคุมสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5}

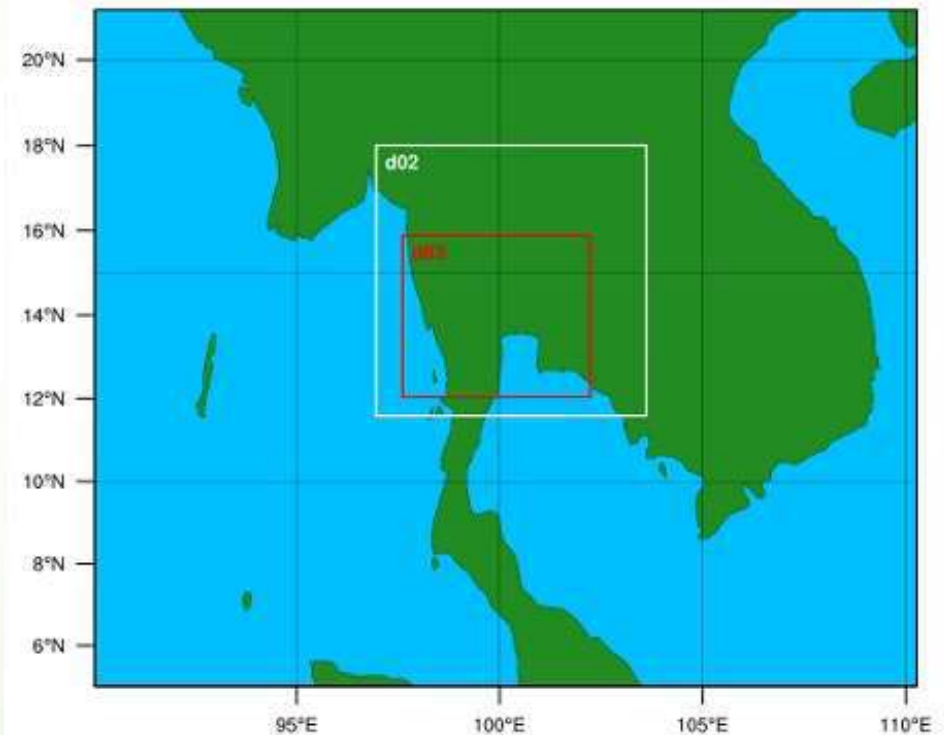


Domain Configuration

Domain Configuration (BMR)

- Mother Domain: cover territory of Thailand with resolution 30x30 km
- Target Domain: cover BMR with resolution 3x3km

WPS Domain Configuration

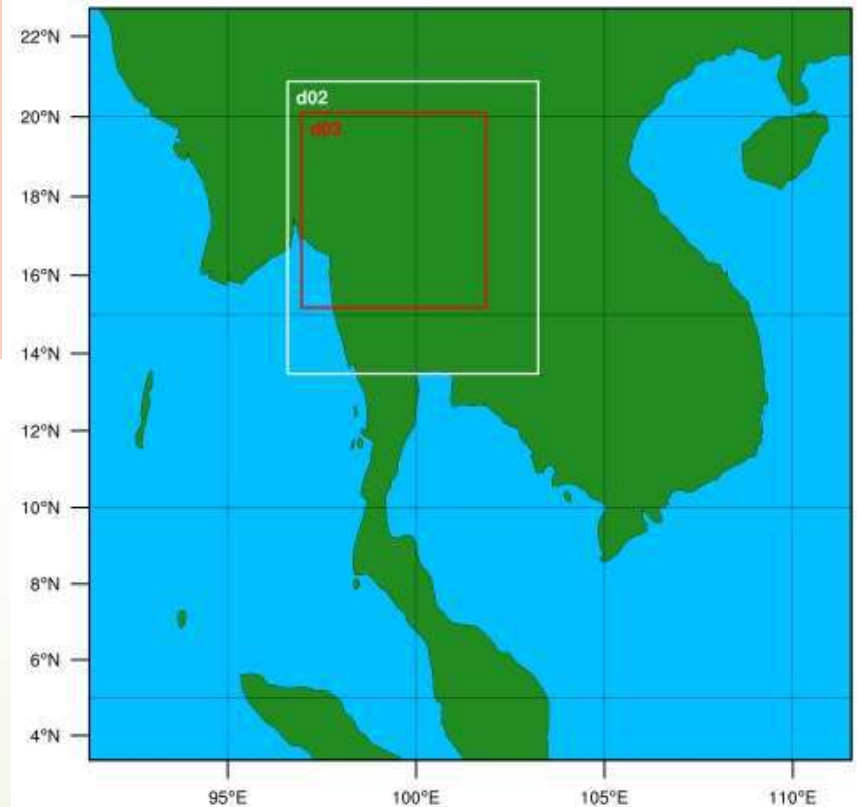


Domain Configuration

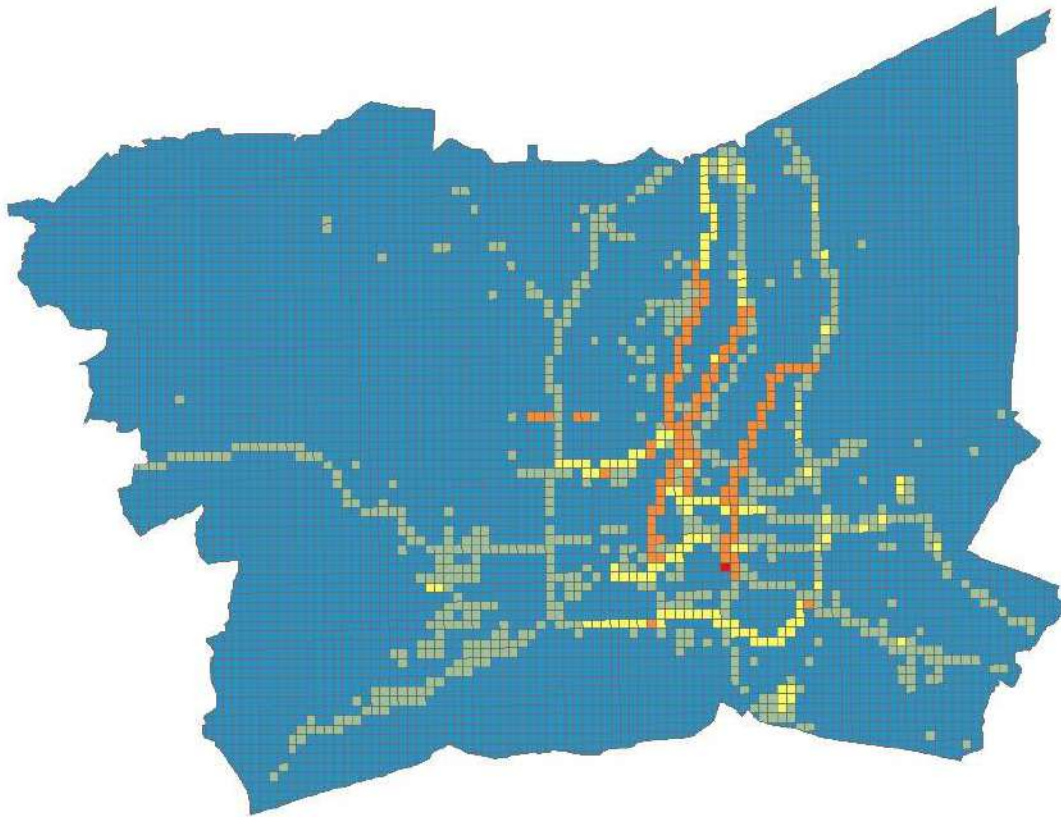
Domain Configuration (North)

- Mother Domain: cover territory of Thailand with resolution 30x30 km
- Target Domain: cover BMR with resolution 3x3km

WPS Domain Configuration



Input Emission Dataset



Pollutant: PM2.5
BMR: Resolution 1KM

Developed by

JGSEE

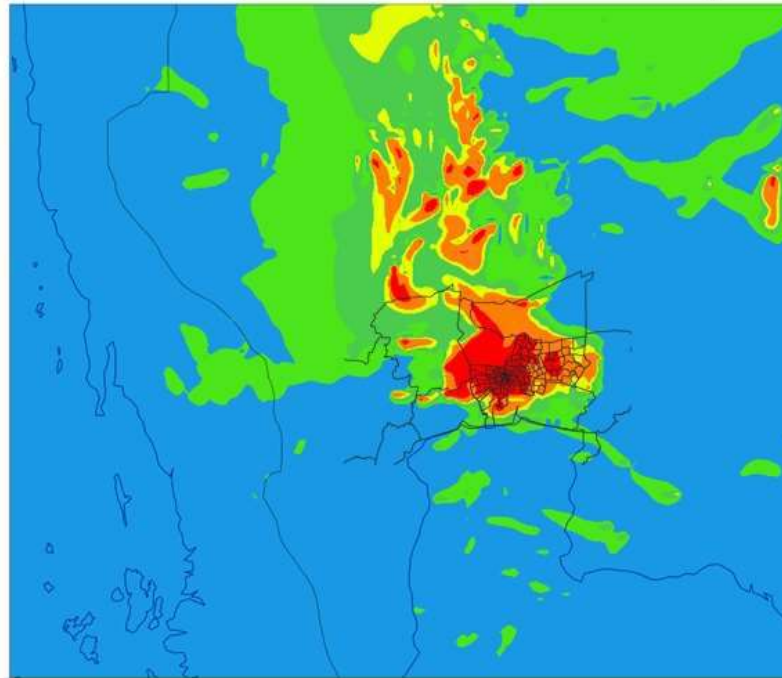
Meteorological Dataset



Product Example

BMR

pm2.5 aerosol dry mass ug m⁻³

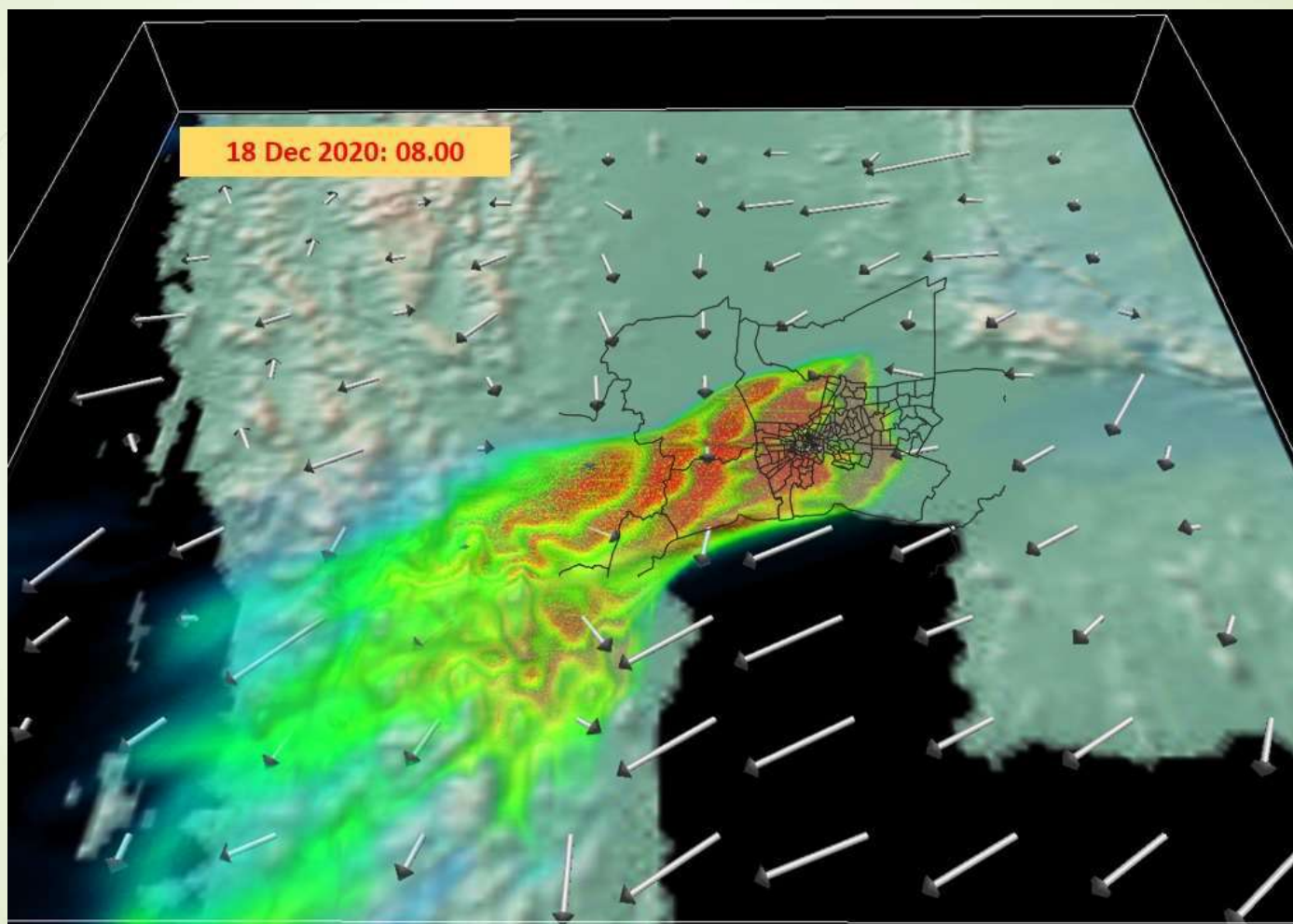


14 Dec 2020: 07.00

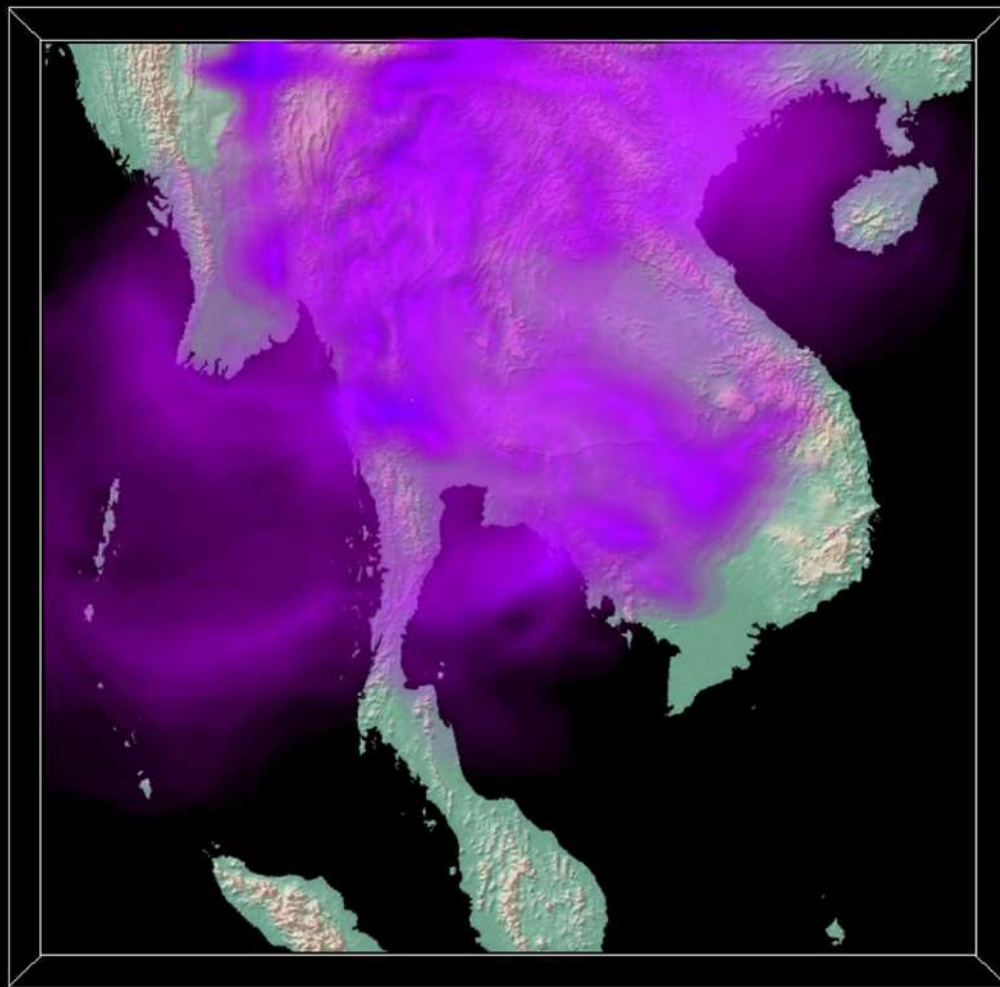


Product Example

BMR



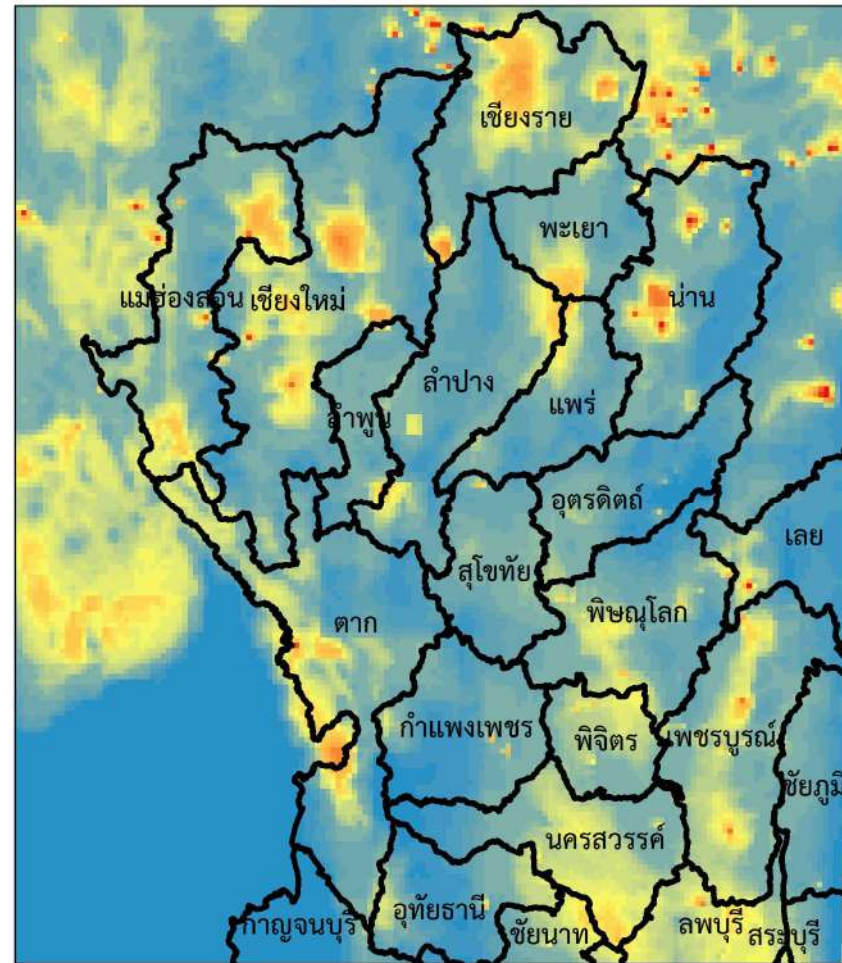
Results



Product Example

The Northern Part of Thailand

30 เมษายน 2564 (ณ เวลา 09.00 น.)



กรุงเทพมหานคร

พรุ้งนี้ 4 ก.พ.



คาดการณ์สถานการณ์ฝุ่นละออง ในพื้นที่ กรุงเทพฯ 7 วันข้างหน้า

- กรุงเทพฯเหนือ (หลักสี่ อนุจักร)
- กรุงเทพฯใต้ (บางแค หนองแขม บางบอน)
- กรุงเทพฯกลาง (พญาไท ดินแดง ห้วยขวาง)
- กรุงเทพฯตะวันออก (คลองสามวา มีนบุรี สะพานสูง)
- กรุงเทพฯเหนือ (คลองจั่น บางกอกน้อย ทวีวัฒนา)



5 ก.พ.



พื้นที่เฝ้าระวัง

- กรุงเทพฯตะวันออก (คลองสามวา มีนบุรี)
- กรุงเทพฯเหนือ (คลองจั่น ทวีวัฒนา)

6 ก.พ.



พื้นที่เฝ้าระวัง

- กรุงเทพฯตะวันออก (คลองสามวา มีนบุรี)
- กรุงเทพฯกลาง (พญาไท ดินแดง)

7 ก.พ.



พื้นที่เฝ้าระวัง

- กรุงเทพฯกลาง (พญาไท ดินแดง)
- กรุงเทพฯตะวันออก (คลองสามวา มีนบุรี)

8 ก.พ.



พื้นที่เฝ้าระวัง

- กรุงเทพฯกลาง (พญาไท ดินแดง)
- กรุงเทพฯตะวันออก (คลองสามวา มีนบุรี)

9 ก.พ.



พื้นที่เฝ้าระวัง

- กรุงเทพฯกลาง (พญาไท ดินแดง)
- กรุงเทพฯตะวันออก (คลองสามวา มีนบุรี)

10 ก.พ.



พื้นที่เฝ้าระวัง

- กรุงเทพฯกลาง (พญาไท ดินแดง)
- กรุงเทพฯตะวันออก (คลองสามวา มีนบุรี)

คุณภาพอากาศ



ดีมาก



ดี



ปานกลาง



เริ่มมีผลต่อสุขภาพ



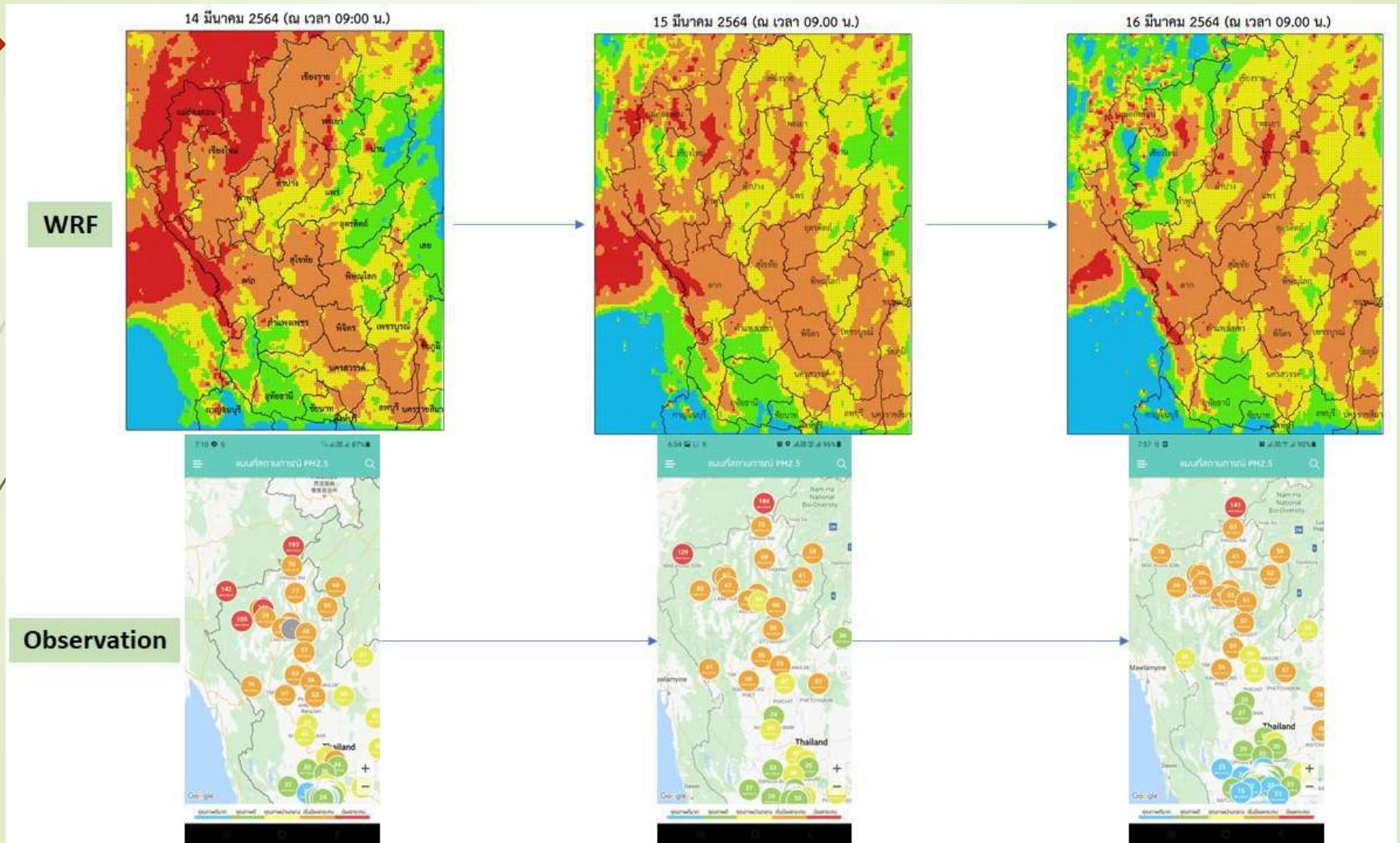
มีผลต่อสุขภาพ



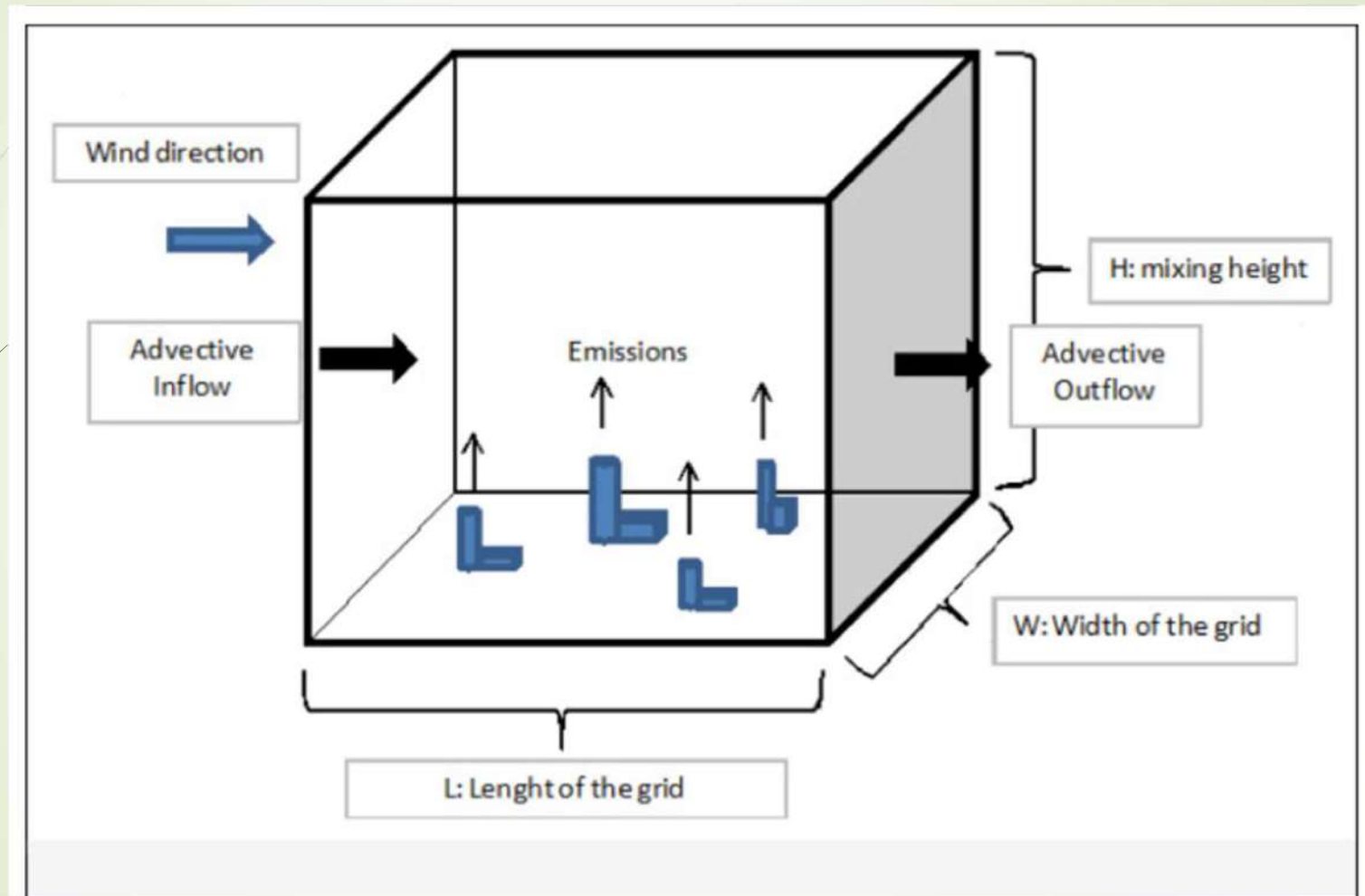
1650
สายด่วนมลพิษ



Preliminary evaluation



Simple Box Model



Future works

- **Expand boundary of target domain**
- **Improve resolution and accuracy**
- **Find optimal solution for supporting short and long term haze free strategic planning**
- **Update emission inventory**

References

- [Air Quality Modeling: https://www.epa.gov/scram/air-modeling-meteorological-grid-models](https://www.epa.gov/scram/air-modeling-meteorological-grid-models)
- *Air Dispersion Modeling Basics for EHS Managers*, Trinity Consultants, 2019
- National Weather Service/ NOAA:
<https://www.youtube.com/user/usweathergov>
- Influence of Grid Resolution in Modeling of Air Pollution from Open Burning, Duanphen Sirithian and Sarawuth Thepanondh, 2016
- Weather Research Forecasting:
<https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/OnLineTutorial/>
- PHOTOCHEMICAL SMOG: <https://www.mrgscience.com/ess-topic-63-photochemical-smog.html>
- NCEP Product Inventory:
<https://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/>
- S. Levent Kuzu, Estimation of atmospheric PCB releases from industrial facilities in Turkey, Atmospheric Pollution Research, 2013



Thank You