



การใช้แบบจำลอง **PM_{2.5}** เพื่อการจัดการคุณภาพอากาศ

อ.ดร.วิน ไตรวิทย์ยานุรักษ์

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

21 พ.ย. 2566

วัตถุประสงค์

1. รู้จักแบบจำลอง **AERMOD** ซึ่งเอามาใช้จำลอง **PM_{2.5}**
2. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการคำนวณอัตราการปลดปล่อยมลสารจากการจราจรทางถนน
3. ได้ทดลอง/มีประสบการณ์ในการใช้โปรแกรม **AERMOD View**
4. เห็นแนวทางในการใช้ **Emission inventory** เพื่อศึกษาจากทัศน์การจัดการแหล่งกำเนิด

การจัดการคุณภาพอากาศ



แบบจำลองคุณภาพอากาศ

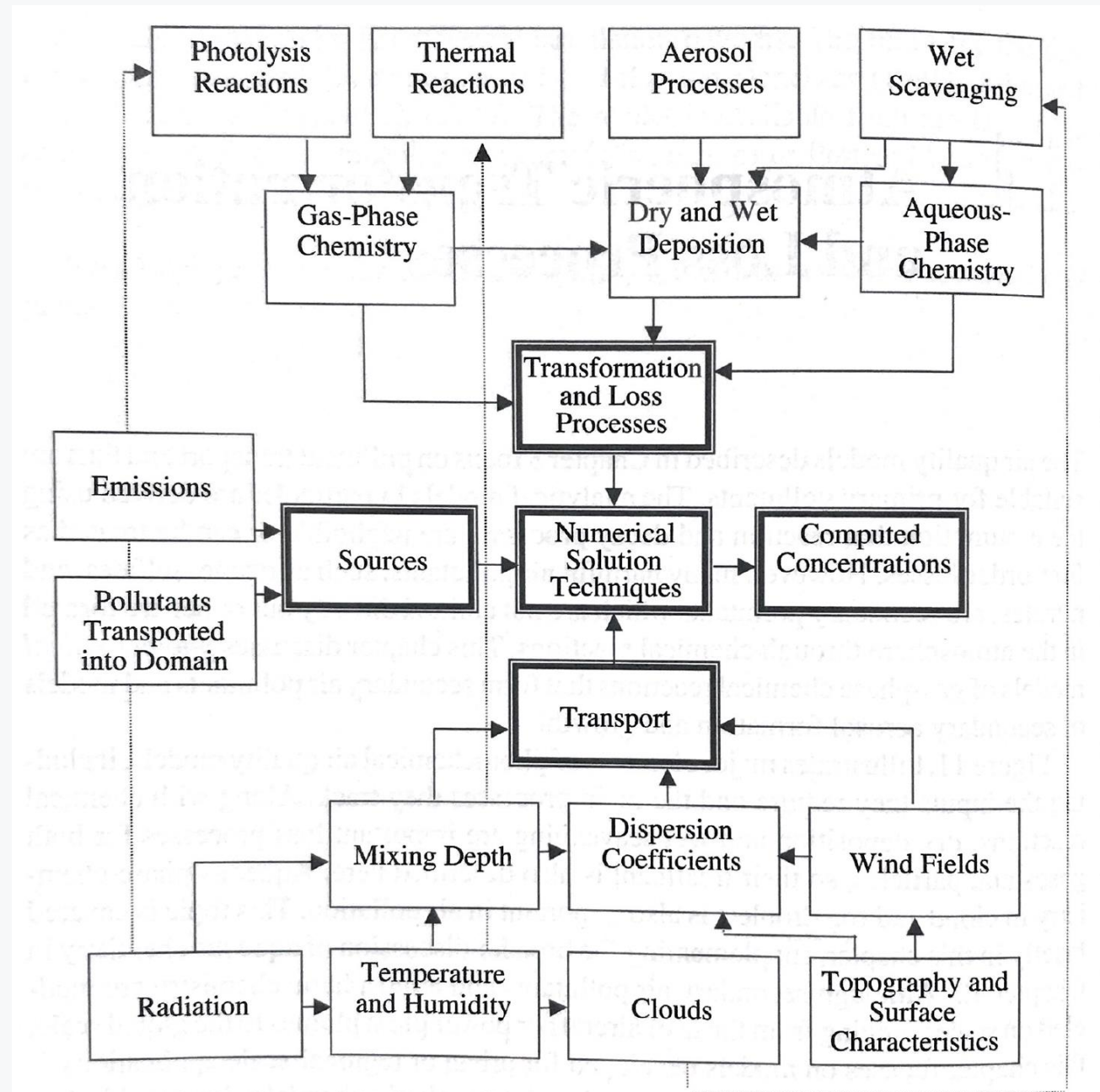
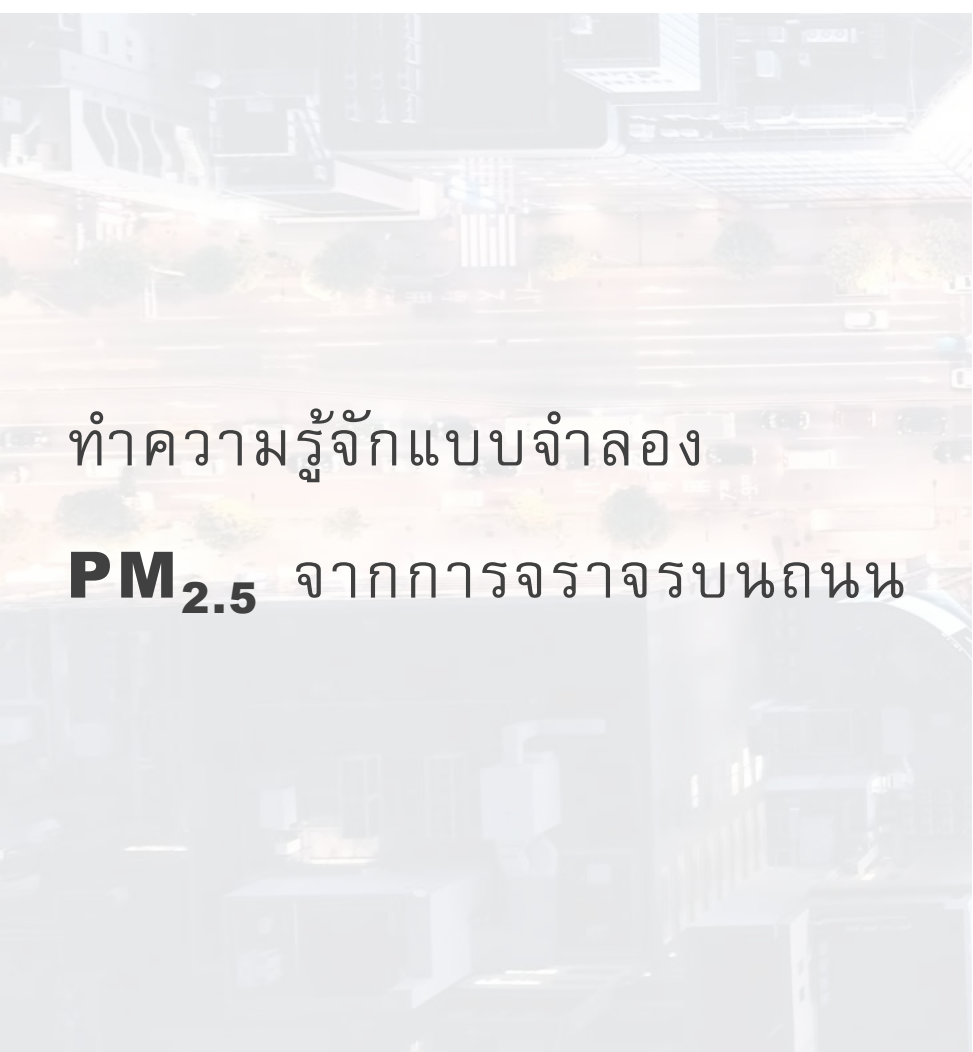
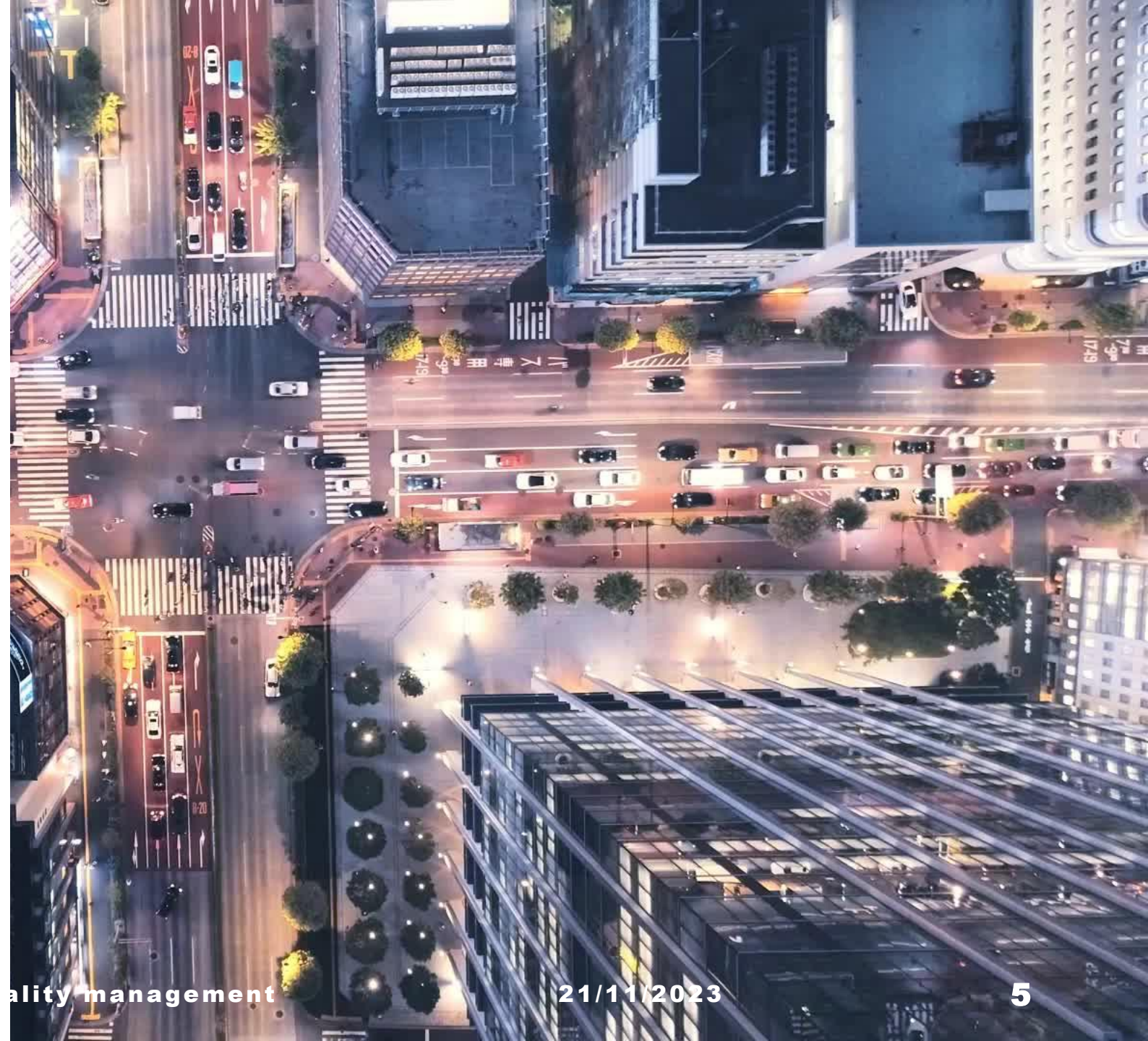


Figure 11.1 from: *Integrated Environmental Modeling* textbook, Ramaswami, Milford, & Small, 2005

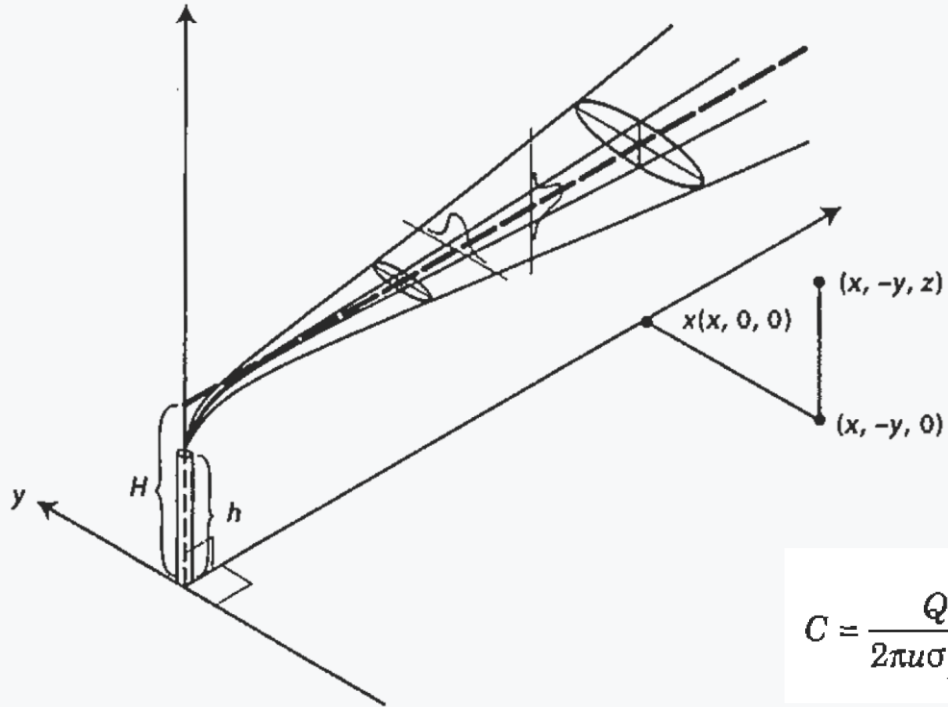


ทำความรู้จักแบบจำลอง

PM_{2.5} จากการจราจรบนถนน



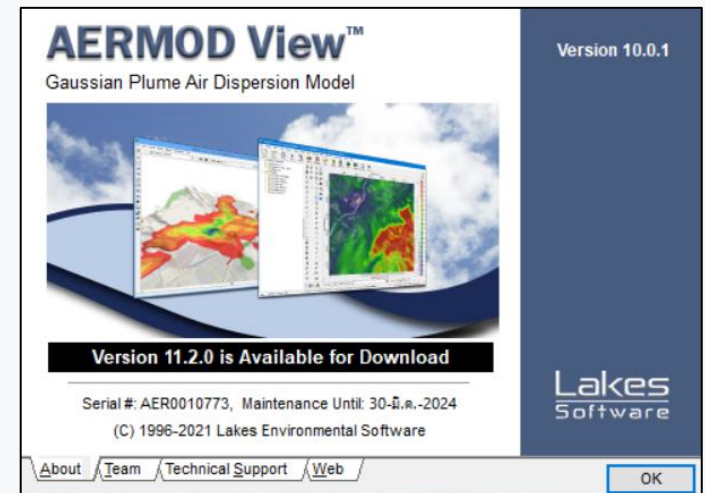
แบบจำลองแก๊สเซียน (Gaussian model)



$$C = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z-H)^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z+H)^2}{\sigma_z^2}\right) \right\}$$

แบบจำลอง **AERMOD**

- US EPA recommended tool
- Free downloadable source code (Fortran language)
- Licensed program “AERMOD View” provide graphical user interface and support

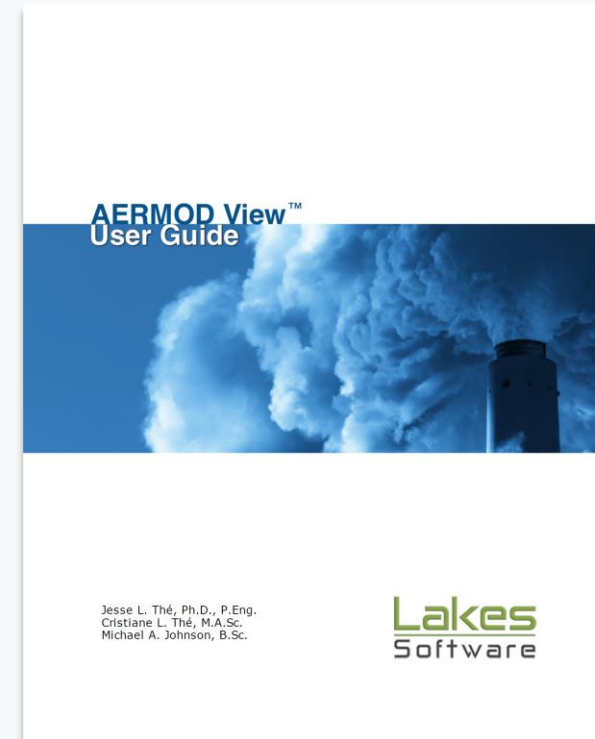


- Dispersion model
- Chemical loss: 1st order
- Deposition calculation

AERMOD View program

คู่มือการใช้งาน download ได้ที่

<https://drive.google.com/file/d/1N44CbqSHGonaQoiPLys9pUhGz2LoUkl0/view?usp=sharing>



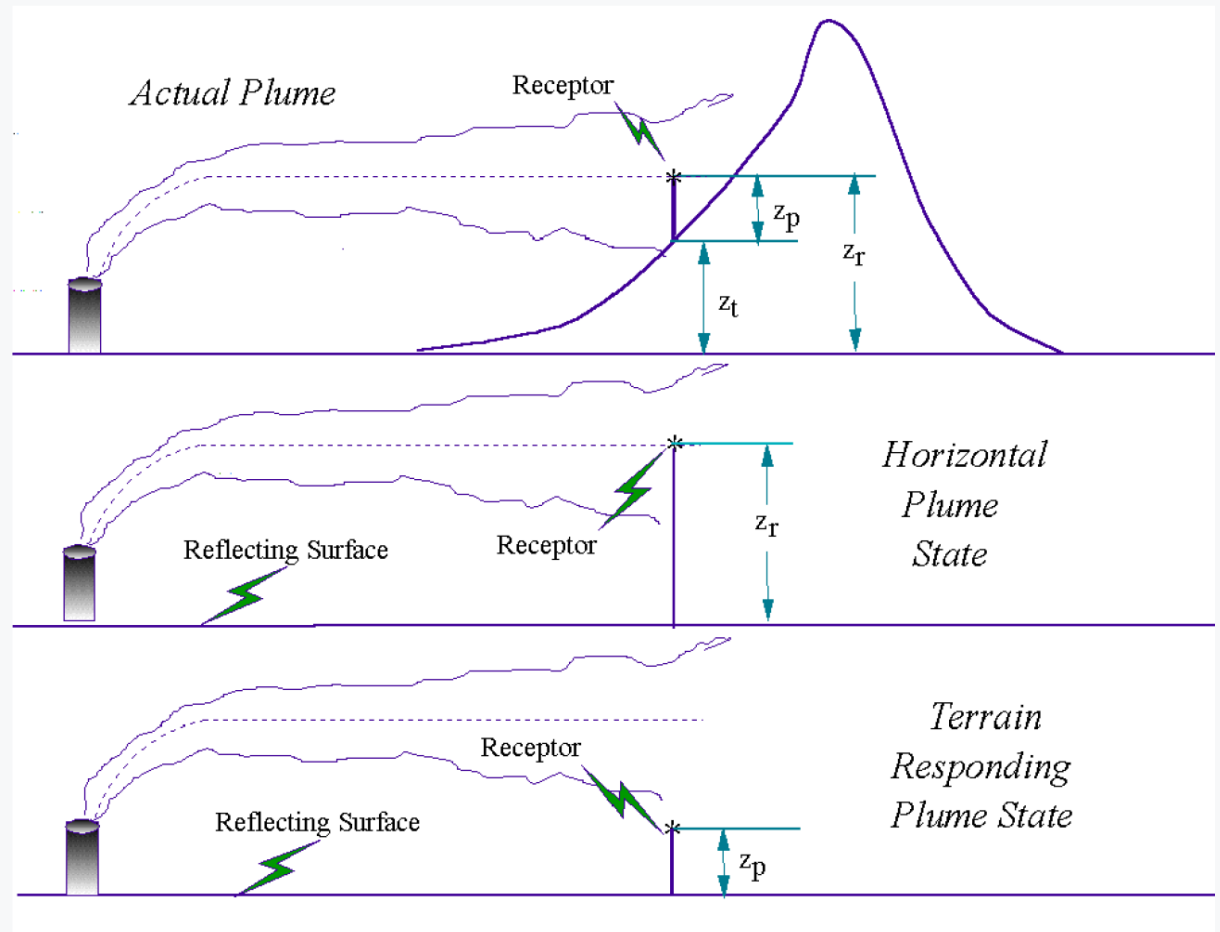
Disclaimer: AERMOD View เป็น Licensed software ของบริษัท

Lakes Environmental Software

ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ www.webLakes.com

Modeling framework

- steady-state plume model: AERMOD ใช้สมมติฐานว่าความเข้มข้นทำยลมในระหว่างชั่วโมงที่จำลองนั้น ขึ้นกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยของชั่วโมงนั้น
- การจำลอง plume สัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ

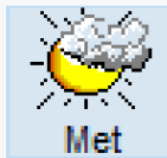


ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง

AERMOD



Emission source แหล่งกำเนิดมลสาร



Meteorology อุตุนิยมวิทยา



Terrain ภูมิประเทศ



Receptor ผู้รับมลสาร

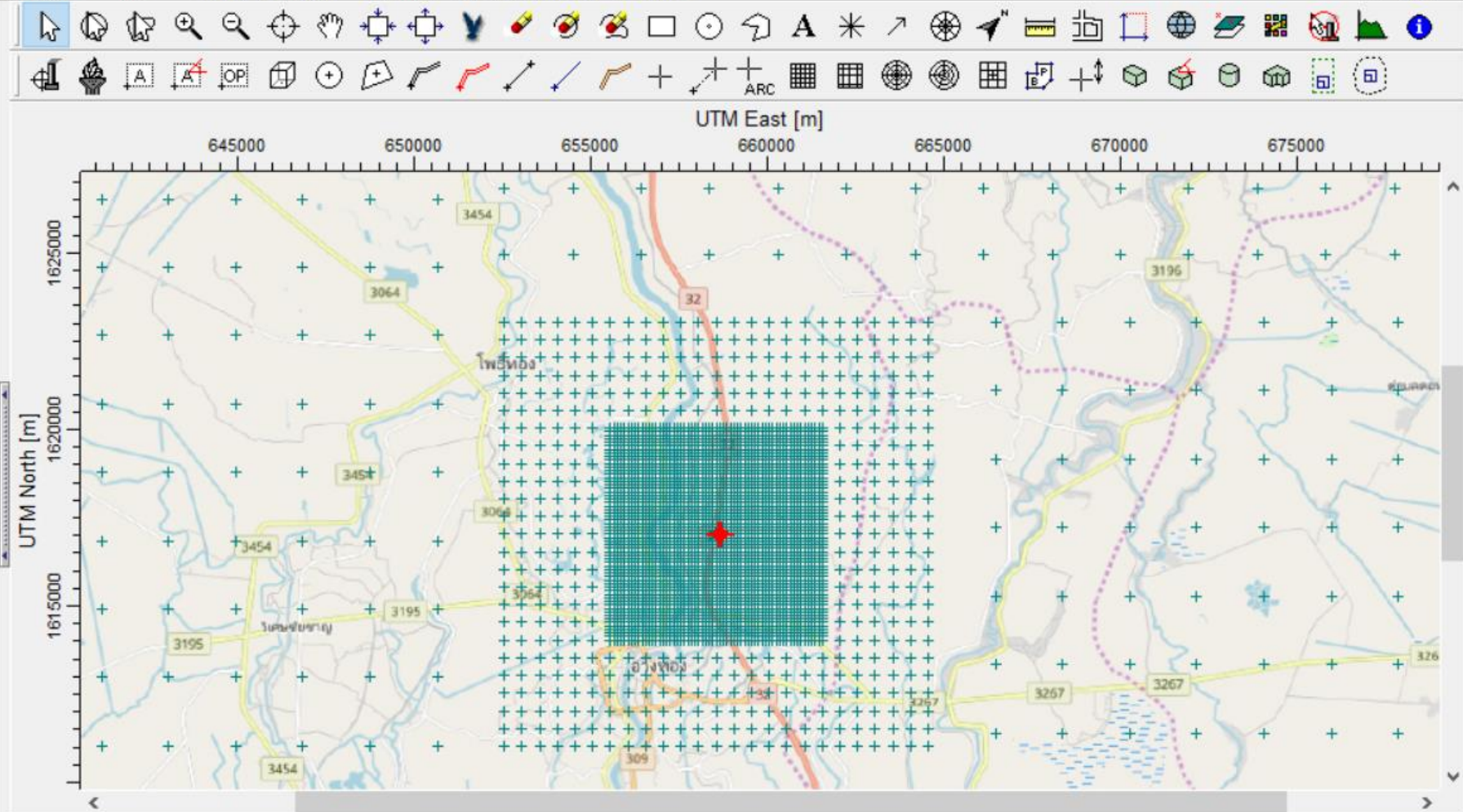


Building อาคาร [optional]

Note: any reference to AERMOD View may be limited to features available as of version 10.2.1. AERMOD View is a commercial licensed program providing graphical user interface and variety of data server connection functionality.



- Site Domain Boundary
- Buildings
- GEP 5L Area of Influence
- GEP 5L 360 degrees Area of Influence
- Point Source
- Area Source
- Risk Receptors
- Plant Boundary Intermediate Points
- Plant Blanking Boundary
- Cartesian Plant Boundary
- Posting
- Contours
- Terrain Contours
- Angthong-site-area.jpg
- 3km-square-18zl.bmp
- Open Cycle Map
- Lakes Satellite
- Open Street Map



Model: AERMOD Version 19191 X: 649399.66 [m] Y: 1620197.26 [m]
Plotfile List: PTT_AngThong-plant.AD\01H1GALL.PLT Output Type: Concentration

Input Overlays Labels Plots PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL Max: 243.76992 [OU/m³] at (658649.85, 1617092.08)

แหล่งกำเนิดมลสาร

Emission sources

- **Type of source: Point vs. Line vs. Area**
- **Emission rate**
- **Relevant details:**
 - *Elevation*
 - *Emission temporal variation*
- **Optional feature: Source groups**

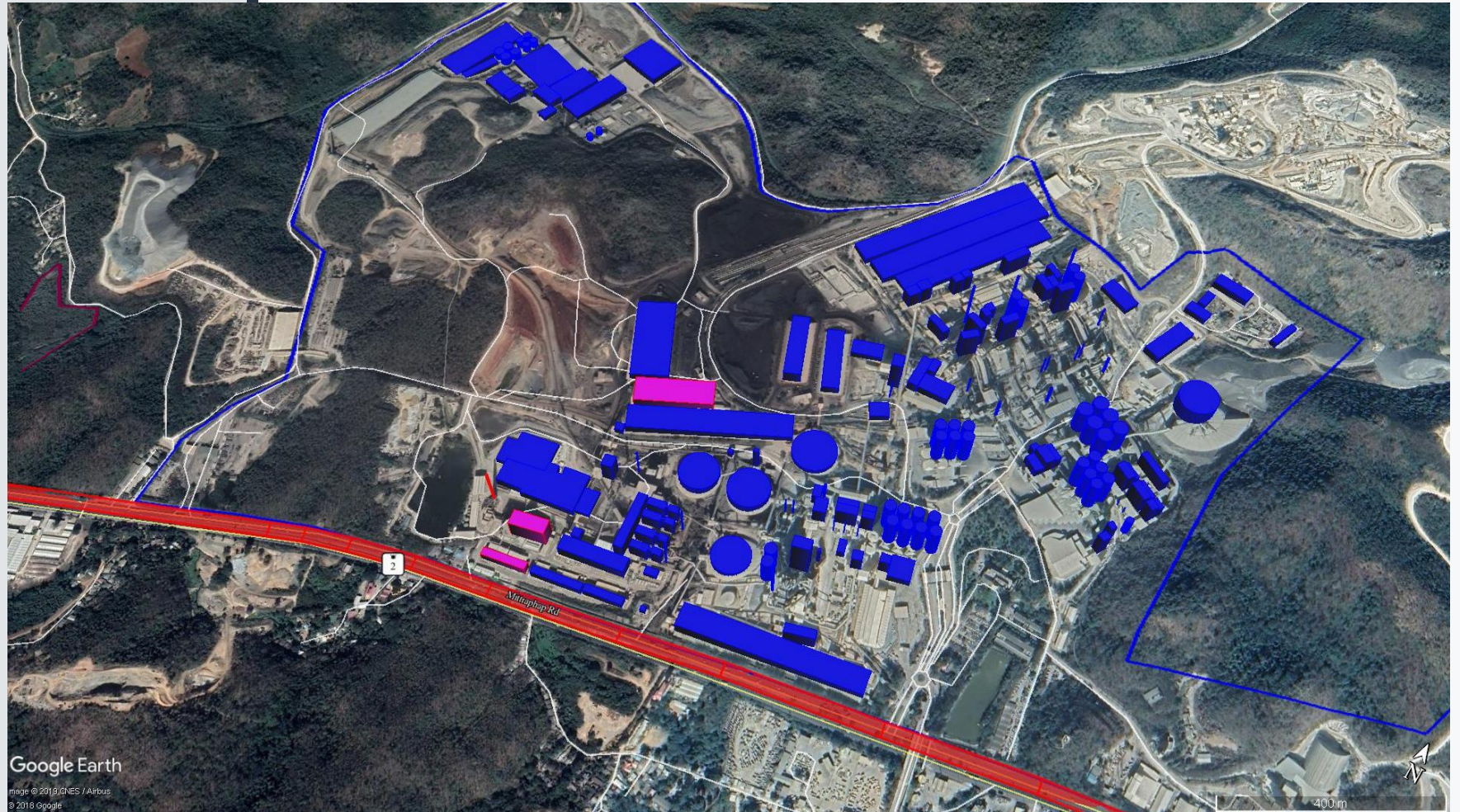
Source group ช่วยในการวิเคราะห์ source contribution

The screenshot shows the 'Source Pathway' software interface. On the left, a tree view shows 'Source Parameters' and 'Source Options', with 'Source Groups' selected. The main area displays a list of source groups: HWY (15), SCCF (43), SCCM (9), SCGF (27), SCGM (9), TPIF (32), TPIM (3), and TPtx (1). A search bar is visible with 'Text to Search:' and 'Search Using: All Fields'. Below the search bar is a table with 16 rows of source data.

#	Source ID	Type	In Group(s)	Description
1	BRL1	VOLUME	TPIM	Loading of blasted rock to tr
2	BRL2_1	VOLUME	SCCM	Blasted rock loading: SCC #'
3	BRL2_2	VOLUME	SCCM	Blasted rock loading: SCC #:
4	BRL2_3	VOLUME	SCCM	Blasted rock loading: SCC #:
5	BRL3_1	VOLUME	SCGM	Blasted rock loading: SCG #
6	BRL3_2	VOLUME	SCGM	Blasted rock loading: SCG #:
7	BRL3_3	VOLUME	SCGM	Blasted rock loading: SCG #:
8	BRP2_1	VOLUME	SCCM	Blast site prep: SCC #1
9	BRT1	LINE VOLUME	TPIM	Blasted rock transfer from n
10	BRT2_1	LINE VOLUME	SCCM	Blasted rock transfer from n
11	BRT2_2	LINE VOLUME	SCCM	Blasted rock transfer from n
12	BRT2_3	LINE VOLUME	SCCM	Blasted rock transfer from n
13	BRT3_1	LINE VOLUME	SCGM	Blasted rock transfer: SCG #
14	BRT3_2	LINE VOLUME	SCGM	Blasted rock transfer: SCG #
15	BRT3_3	LINE VOLUME	SCGM	Blasted rock transfer: SCG #
16	BSP1	VOLUME	TPIM	Blast site prep: TPI

Source group example

- HWY: highway traffic
- EXT FAC: existing factories
- 150 MW: proposed new plant



Variable emission

Source Pathway

Model: AERMOD

- Source Parameters
 - Source Summary
 - Building Downwash
 - Gas & Particle Data
 - Background Concentrations
- Source Options
 - Source Groups
 - Urban Groups
 - Variable Emissions**
 - Hourly Emission File
 - Emission Output Unit
- NOx to NO2 Options
 - In-Stack NO2 / NOx Ratios
 - OLM Groups (OLM)
 - PSD Groups (PVMRM)

Variable Emissions

- By Season (SEASON)
- By Month (1)
- By Hour-of-Day (2)
 - Mine operate (21)
 - traffic-hourly-variation (15)**
- By Wind Speed (WSPEED)
- By Season / Hour (SEASHR)
- By Season / Hour / Day (SHRDOW)
- By Season / Hour / Seven Days (SHRDOW7)
- By Month / Hour / Day (1)
- By Month / Hour / Seven Days (MHRDOW7)
- By Hour / Seven Days (HRDOW7)
- By Hour / Day (1)

Search Using: All Fields Selected Field

Text to Search: Any Word Starting With Show All

#	Source ID	Source Type	In Scenario(s)	Description
20	BSP3_2	VOLUME	Mine operate	Blast site prep: SCG #2
21	BSP3_3	VOLUME	Mine operate	Blast site prep: SCG #3
22	NH1_SEC1	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH1 Section km. 92+000
23	NH1_SEC2	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH1 section km. 121+000
24	NH2089_SEC1	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH2089 Section km.6+500
25	NH2089_SEC2	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH2089 Section km.25+000
26	NH21	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH21 section km. 4+800
27	NH2_SEC1	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH2 Section km.11+000
28	NH2_SEC2_1	LINE AREA	traffic-hourly-variation	Section km. 21+250
29	NH2_SEC2_2	LINE AREA	traffic-hourly-variation	Section km. 21+250
30	NH2_SEC3	LINE AREA	traffic-hourly-variation	Section km.45+600
31	NH3222	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH3222 section km.8+247
32	NH3224_SEC1	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH3224 Section km.4+200
33	NH3224_SEC2	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH3224 section km.20+200
34	NH362_SEC1	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH 362 section km.1+500
35	NH362_SEC2	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH362 section km.10+200
36	NH362_SEC3	LINE AREA	traffic-hourly-variation	NH 362 section km.23+000
37	STCK1	POINT		CFBC boiler stack 150 MW 100% coal
38	STCK10	POINT		Coal Mill Stack No. 6

Remove >> << Add

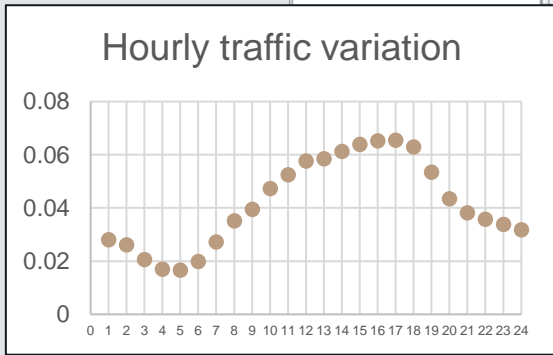
Variable Emission Factors - by Hour-of-Day (traffic-hourly-variation (15))

The Emission Factor is a multiplier of the emission rate you specified for the source

Hour (Ending of Hour Period)	Factor
01:00	0.026046422
02:00	0.026031593
03:00	0.020551257
04:00	0.016924565
05:00	0.016602192
06:00	0.019825919
07:00	0.027159897
08:00	0.035058027

Value: Apply Clear Table

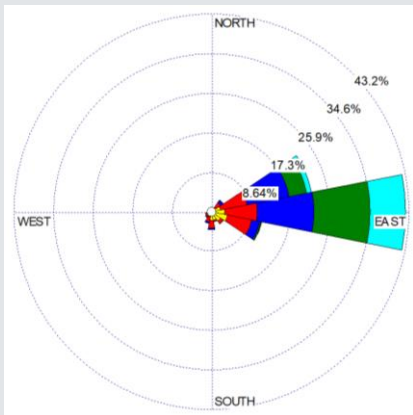
Help Previous Next Close



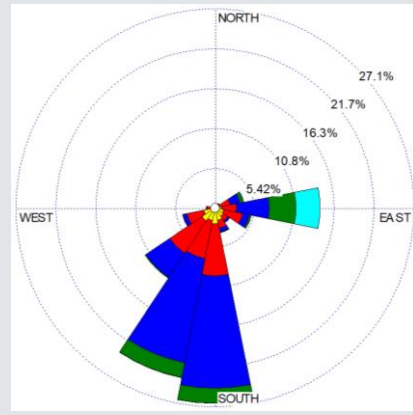
อุตุนิยมวิทยา Meteorology

Surface data and upper air data

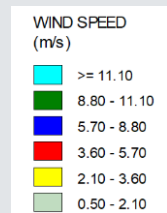
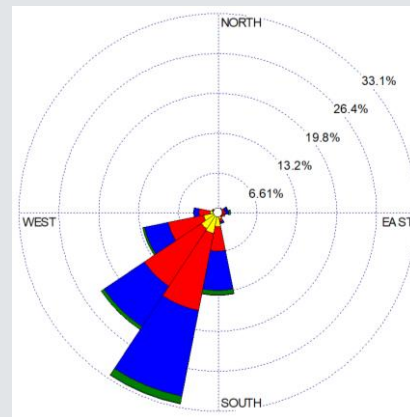
Winter



Summer



Rainy



Data for Saraburi, Thailand year 2013 – 2017

สภาพภูมิประเทศ **Terrain input**



DEM : digital elevation model

Satellite elevation data, i.e. SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) site: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>

Source: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA02735> southern coast of the Arabian Peninsula including parts of the countries of Oman and Yemen

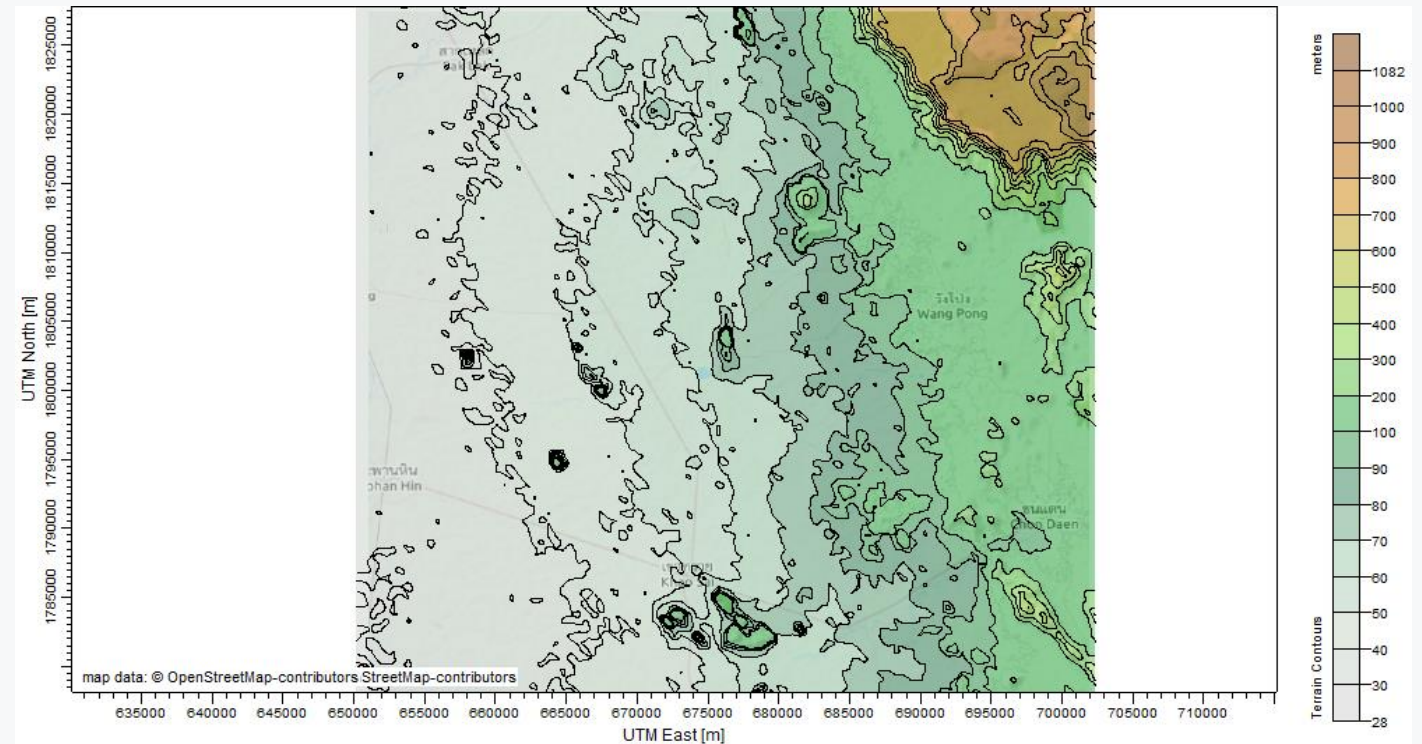
สภาพภูมิประเทศ

Terrain input

STRM1 - Version 3 data with approx. 30-meter resolution or 1 arc sec

Example:

DEM for Pichit area



Processed by AERMAP

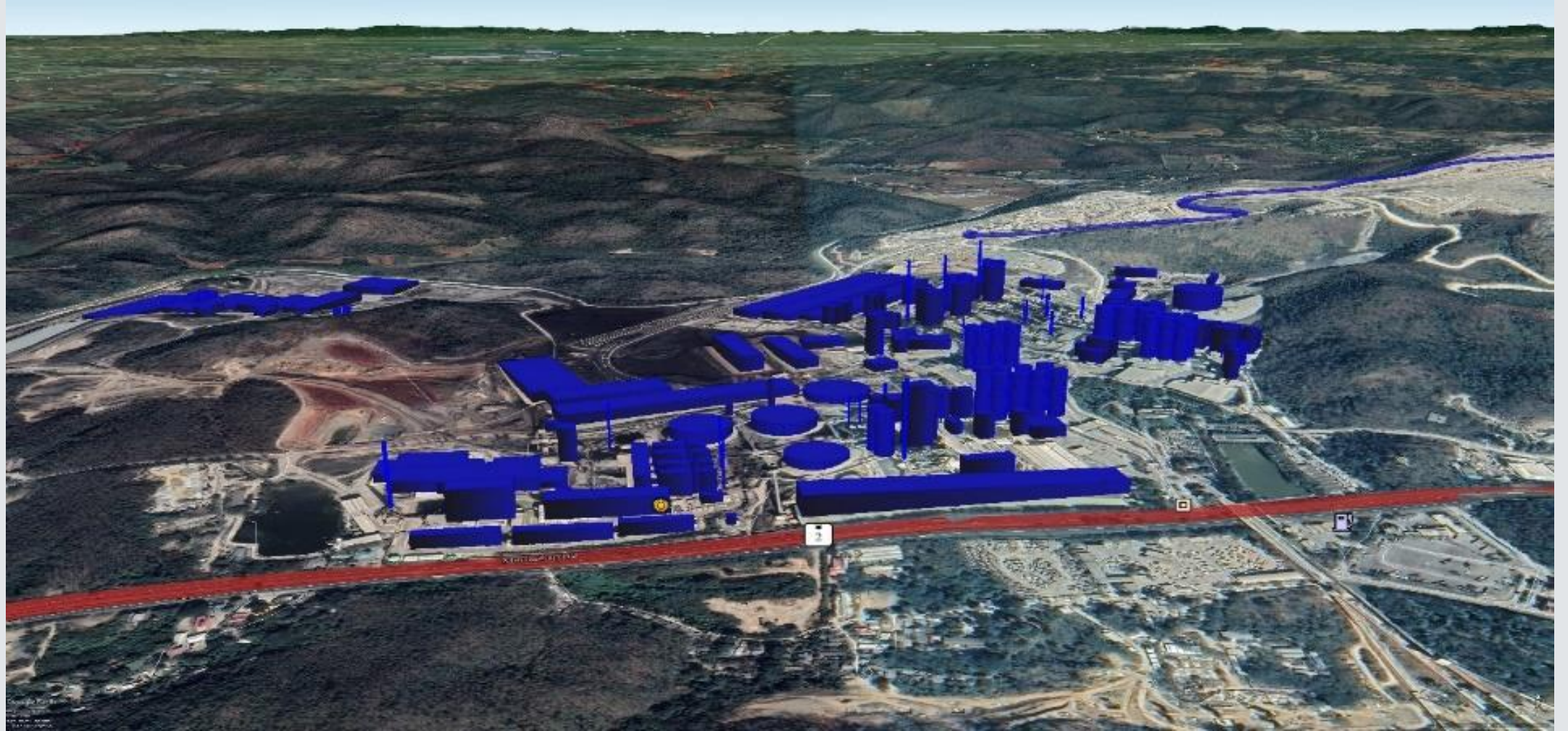
calculating the elevation for sources and receptors with respect to ground level

สิ่งกีดขวาง/อาคาร (Buildings)



Source: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA02735> southern coast of the Arabian Peninsula including parts of the countries of Oman and Yemen

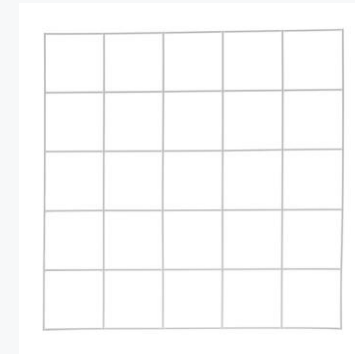
สิ่งกีดขวาง/อาคาร (Buildings)



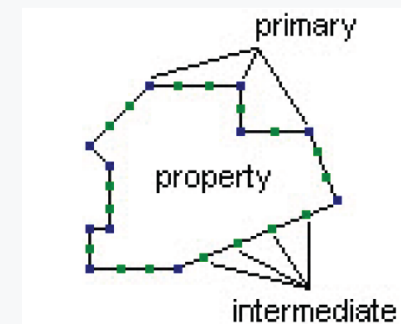
ตำแหน่งผู้รับ (Receptors)

- คือการบอกให้แบบจำลองคำนวณความเข้มข้น ณ จุดที่สนใจ
- Discrete receptors = individual points

- Grid receptors



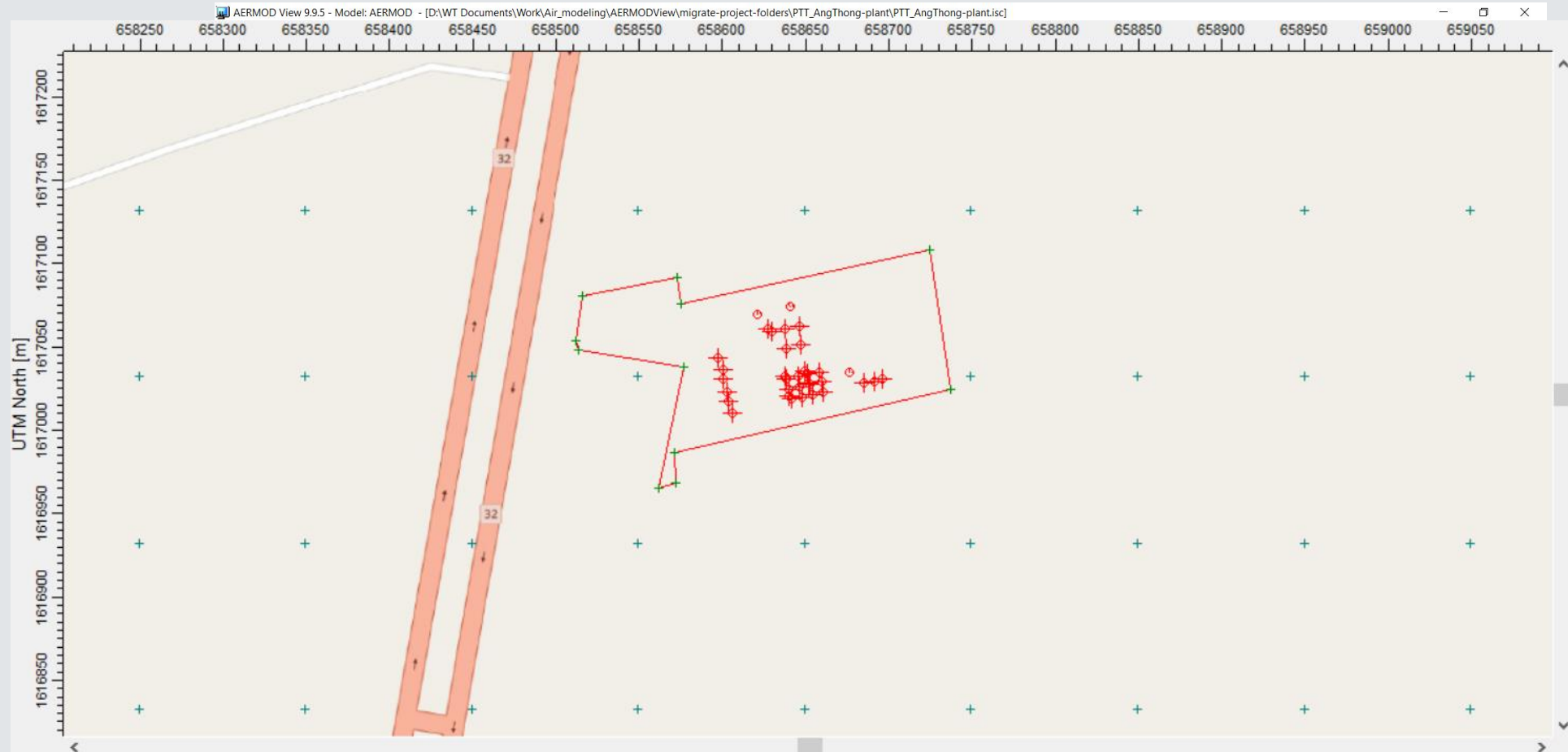
- Fenceline receptors



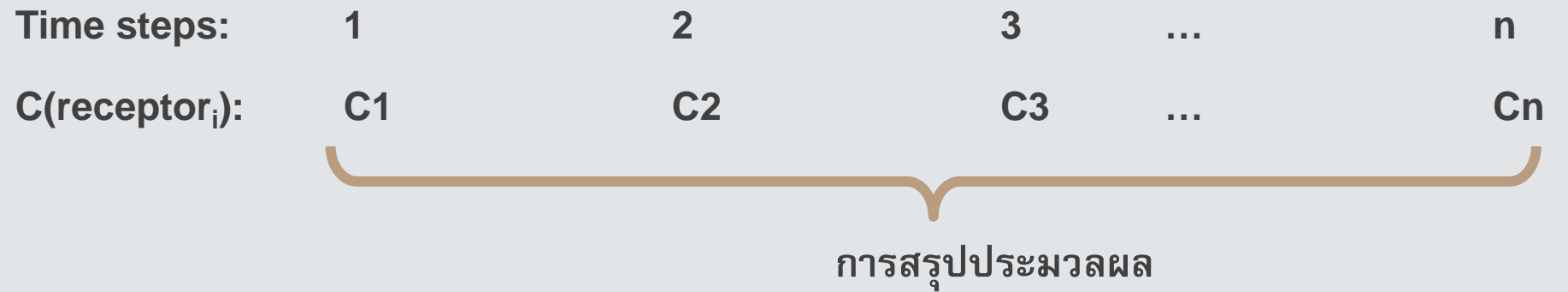
การจำลองดำเนินไปอย่างไร

1-hour time stepping calculation

คำนวณไปที่ละคู่ แหล่งกำเนิด-จุดรับมลสาร

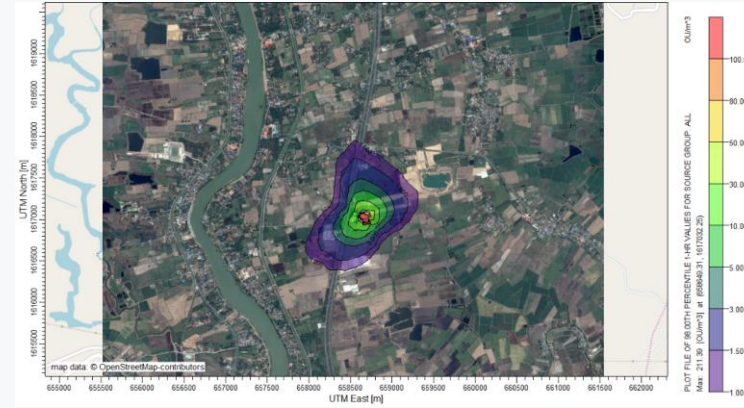
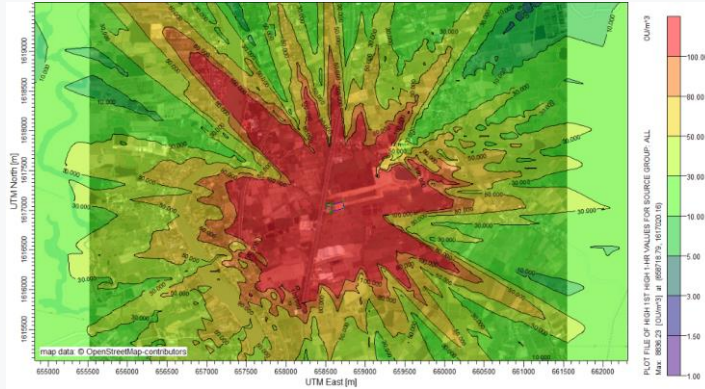


แบบจำลองนำเสนอผลการคำนวณอย่างไร



Outputting options:

- Max 1-hr average
 - Period average
 - Selected percentile
 - Animation
 - Time-series
- AERMOD View option
- Extract from the output text file
-

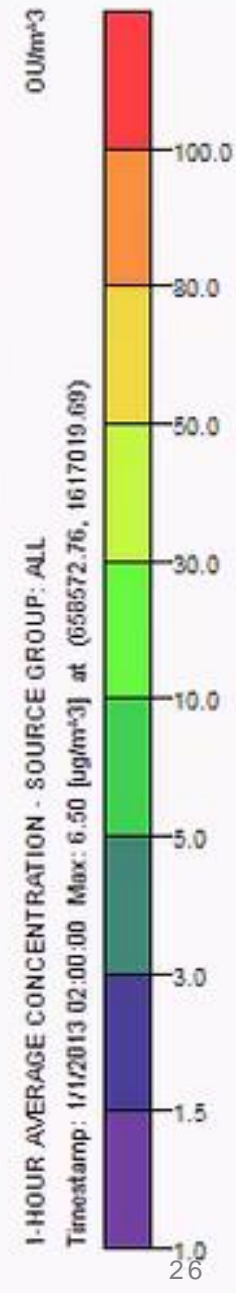
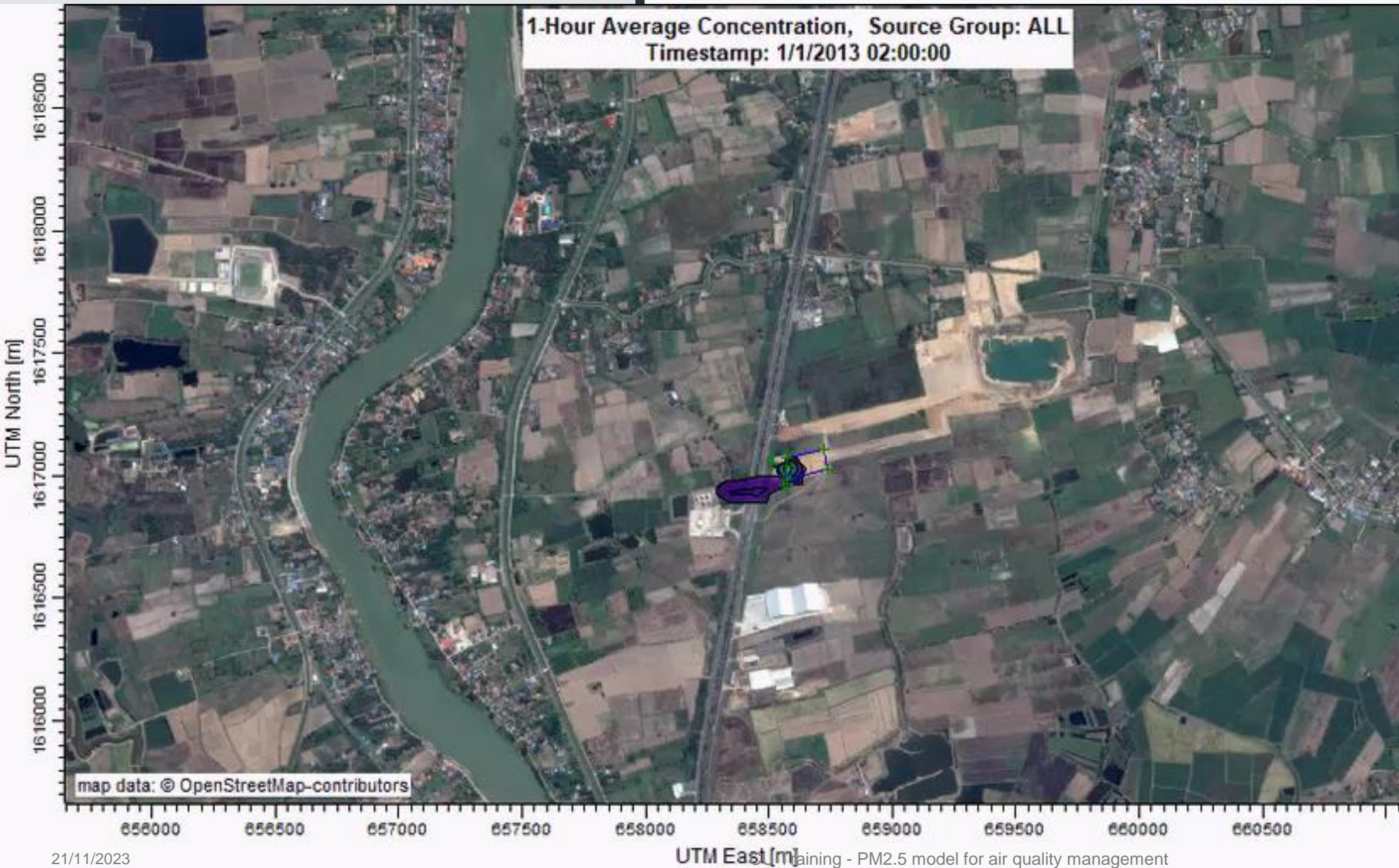


การนำเสนอผลลัพธ์แบบต่าง ๆ

Max (100th percentile)

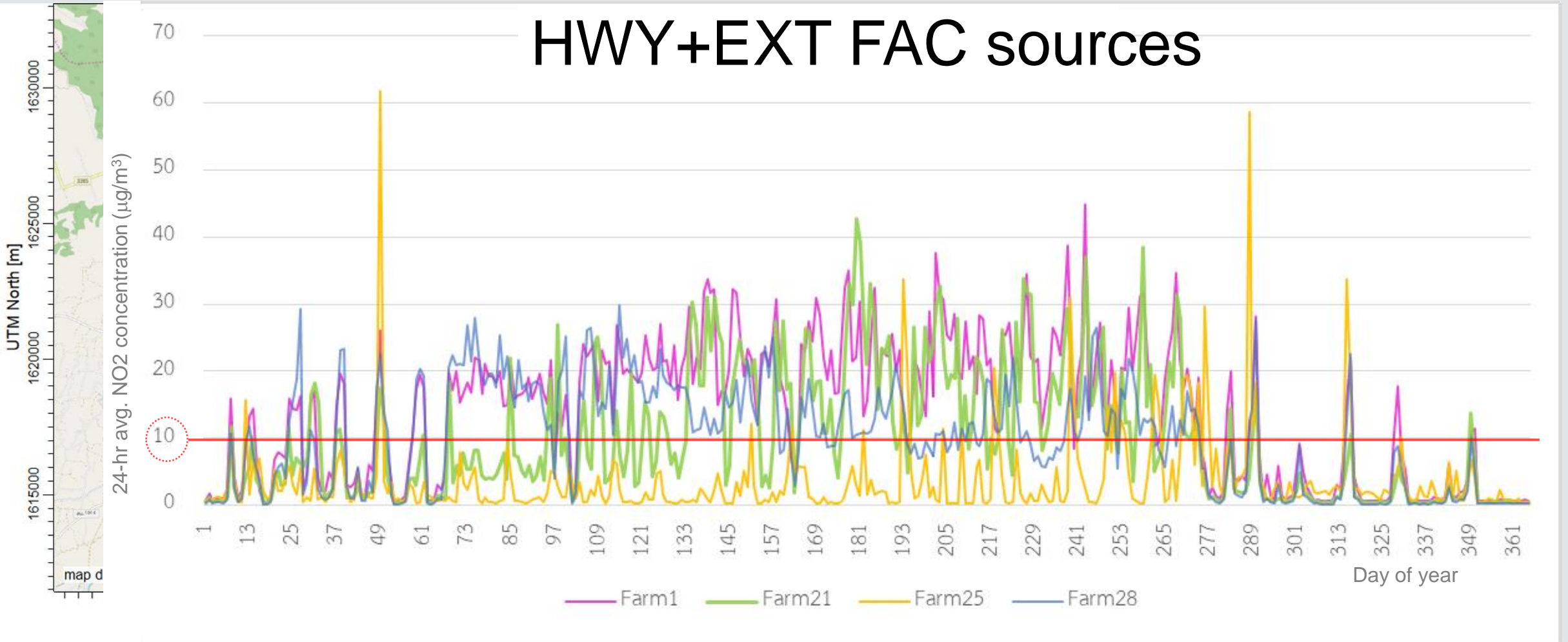
98th percentile

Period-average



การนำเสนอ Time series

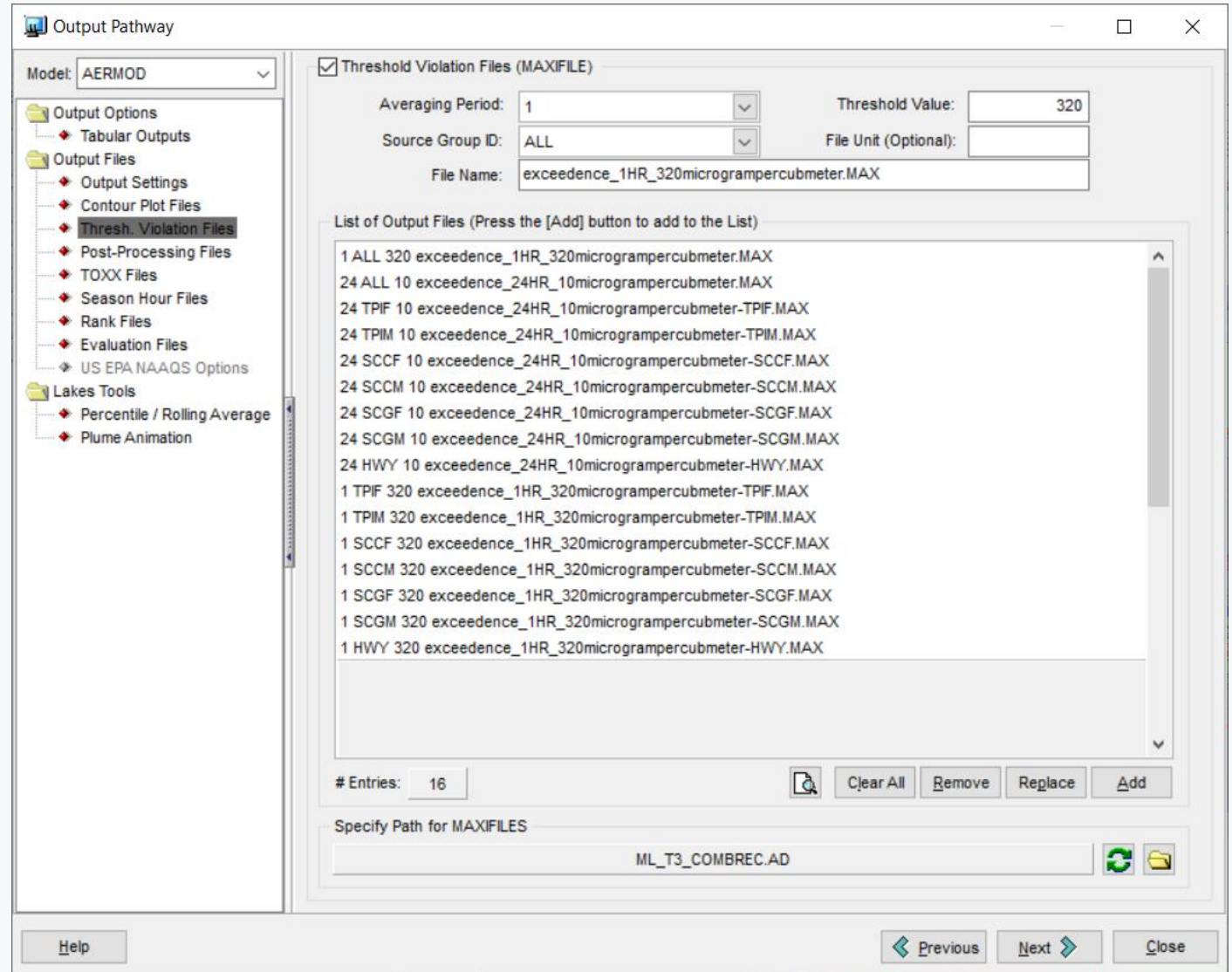
Example: Time series of 24-hr avg. NO₂ concentrations



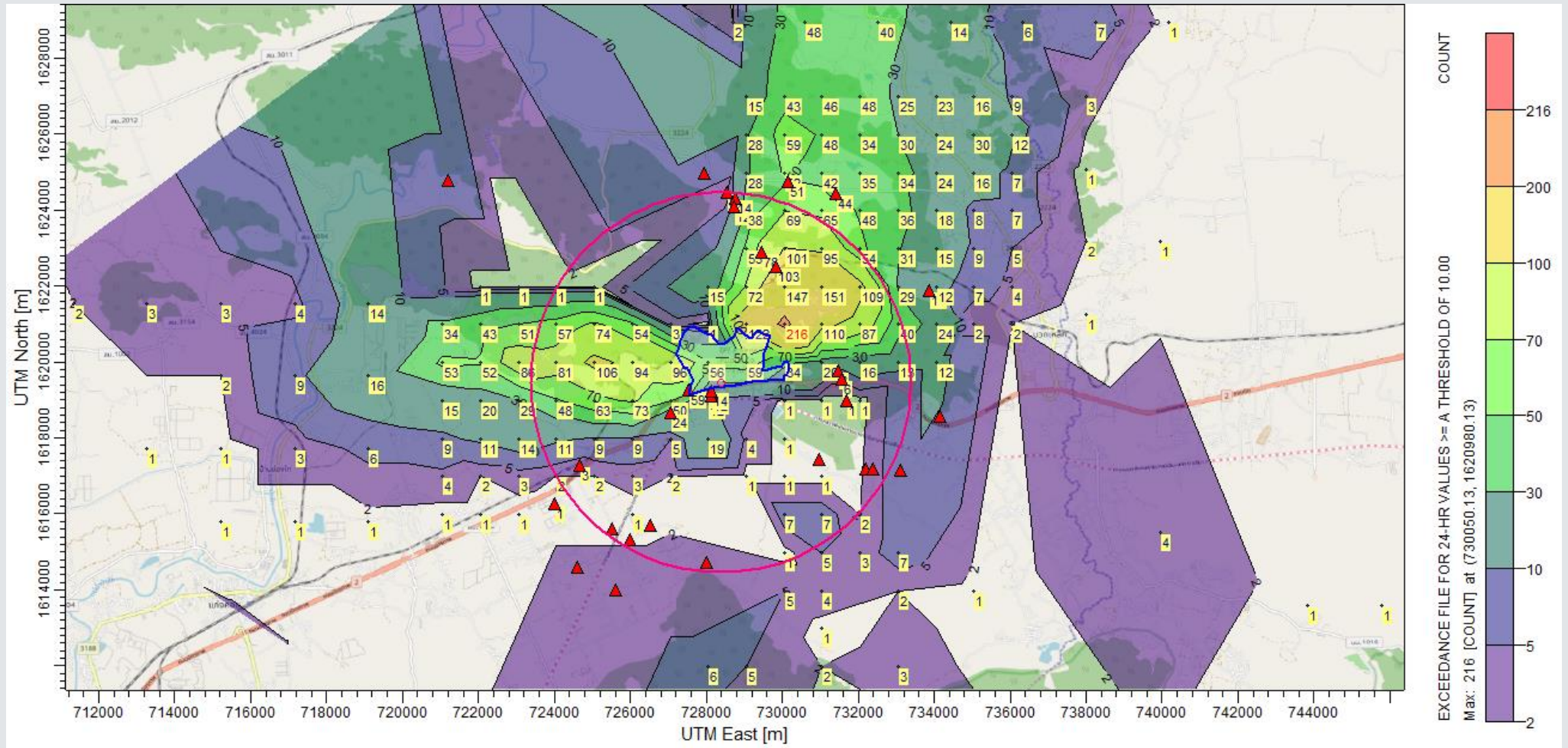
การนับจำนวนครั้งที่ **PM_{2.5}**

เกินระดับที่สนใจ

Threshold violation file



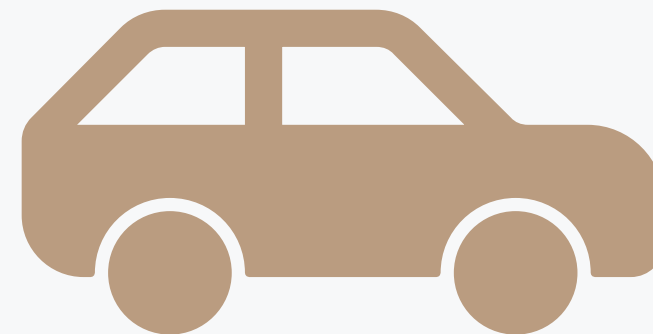
ตัวอย่าง การแสดงจำนวนครั้งที่เกินค่าที่สนใจ



การคำนวณอัตราการปลดปล่อย

PM_{2.5}

จากการจราจรบนถนน





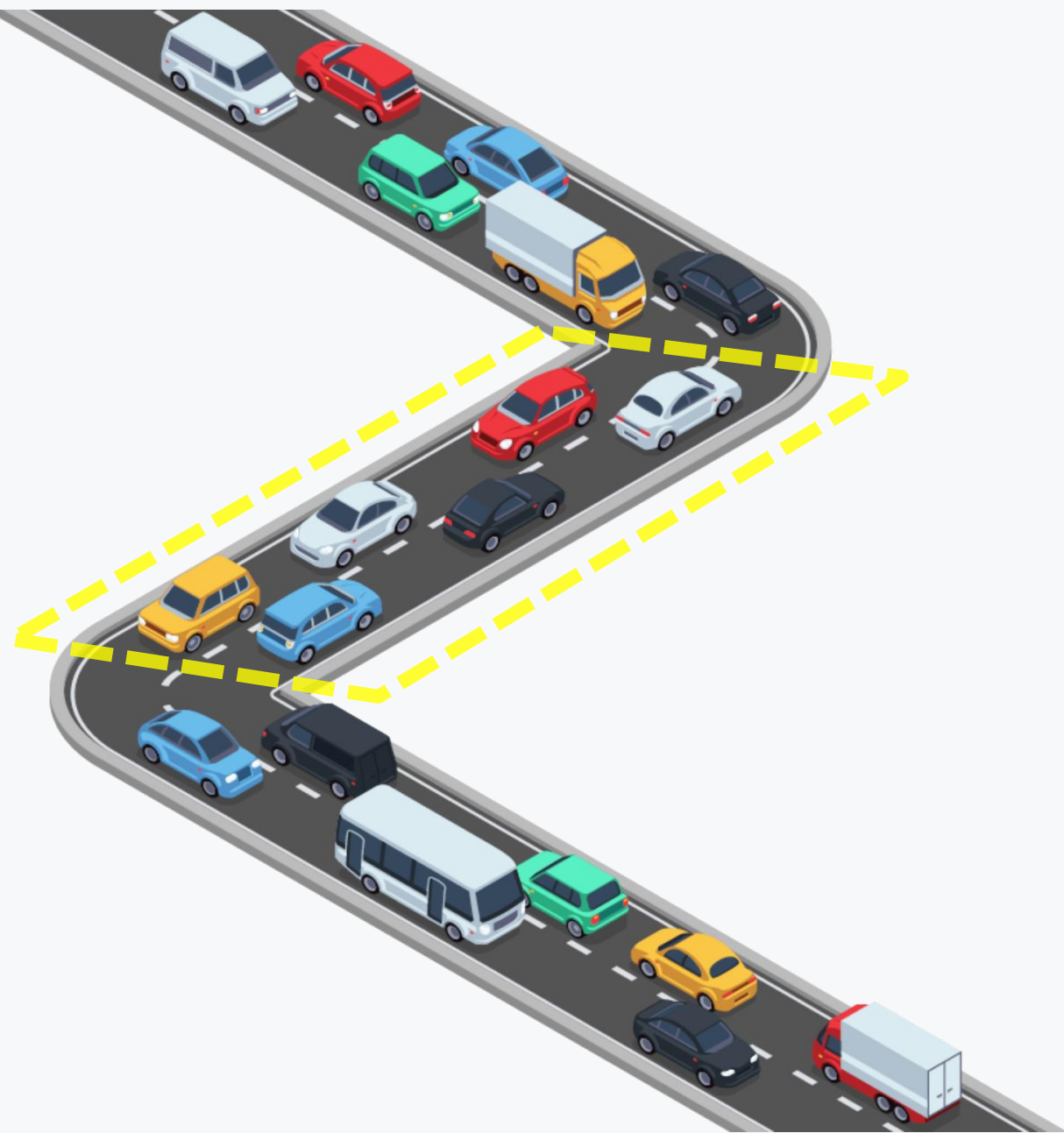
Emission inventory คืออะไร

A comprehensive listing by source of air pollutants emissions in a geographic area during a specific time period

ทฤษฎีพื้นฐาน

Emission rate = Activity data × Emission factor

$$\frac{g}{s} \quad [=] \quad \frac{km \cdot veh}{hr} \times \frac{1}{\frac{s}{hr}} \times \frac{g PM_{2.5}}{km \cdot veh}$$



ข้อมูลกิจกรรม (Activity data)

แหล่งข้อมูล:

- การเก็บข้อมูลปริมาณจราจร ...
 - โครงการศึกษาด้านที่เกี่ยวข้องกับจราจร
 - ภารกิจประจำของหน่วยงานกำกับดูแลถนน
- การวิเคราะห์ข้อมูลจากกล้อง traffic CCTV
- ...

ตัวอย่างแหล่งข้อมูลปริมาณจราจรจากหน่วยงาน

- กรมทางหลวง : **classified AADT (annual averaged daily traffic)**
- สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร : ปริมาณจราจร 3 ช่วงเวลา เก็บ 1 วัน
- การทางพิเศษแห่งประเทศไทย : ปริมาณรถผ่านด่าน 4 ล้อ/6-10 ล้อ/ มากกว่า 10 ล้อ



สำนักงานจราจรและขนส่ง
Traffic and Transportation Department

รายการข้อมูลสถิติด้านการจราจรและขนส่ง

- [ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกในกรุงเทพมหานคร ปี 2564 จำแนกตามประเภทรถ และช่วงเวลา จัดเรียงตามวันที่สำรวจ อัตราเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนสายสำคัญช่วงชั่วโมงเร่งด่วน ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มพื้นที่ชั้นใน ปี 2559 -2564](#)
- [จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ปี 2554 – 2562](#)
- [จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้า BTS ปี 2554 – 2562](#)
- [จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้ามหานคร ปี 2554 – 2562](#)
- [จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตเรลลิงค์ ปี 2554 – 2562](#)
- [จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการการรถไฟแห่งประเทศไทย ทางรถไฟผ่านชานเมือง ปิงปองประมาณ 2554 – 2562](#)
- [จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการเรือโดยสารคลองแสนแสบ ปี 2554 – 2562](#)
- [จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการเรือยนต์เฟลวาใบจักรยาว ปี 2550 – 2560](#)
- [ข้อมูลปริมาณจราจรบนสะพานในเขต](#)

015.pdf | 1 / 62 | 60% | [Zoom controls]

1

2

ปริมาณจราจรบริเวณทางแยกในกรุงเทพมหานคร ปี 2564
จำแนกตามประเภทรถ และช่วงเวลา จัดเรียงตามวันที่สำรวจ

ลำดับที่	ชื่อทางแยก วัน / เดือน / ปี	ถนน/ซอย	ช่วงเวลา	ประเภทรถ (คัน)						ปริมาณรวม (คัน)		
				รถยนต์นั่ง	ตู้/ปิคอัพ	มอเตอร์ไซด์	รถจักรยานยนต์	รถสามล้อ	รถจักรยาน	แต่ละช่วงเวลา	แต่ละถนน	รวมทั้งแยก
1	สี่กั๊กพระยาภิรมย์ (4 ม.ค. 64)	บ้านหม้อ	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	218	49	-	-	6	68	341	11,572	
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	962	247	-	-	22	332	1,563		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	472	110	-	-	11	140	733		
		เจริญกรุง	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	1,188	175	79	62	7	49	1,560		
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	3,678	828	219	202	22	197	5,146		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	1,585	391	78	91	4	80	2,229		
2	พิบูลสงคราม (5 ม.ค. 64)	ประชาราษฎร์สาย 1	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	4,115	602	66	7	7	6	4,803	42,075	
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	7,424	1,912	310	8	138	32	9,824		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	2,470	772	113	4	46	15	3,420		
		พิบูลสงคราม	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	1,231	294	21	8	14	-	1,568		
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	4,104	1,606	70	31	96	4	5,911		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	1,599	680	31	22	18	4	2,354		
3	เพชรพระราม (6 ม.ค. 64)	บรรทัดทอง	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	733	116	24	-	5	16	894	51,420	
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	2,392	636	66	-	26	37	3,157		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	990	301	40	-	5	13	1,349		
		เพชรบุรี	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	7,661	990	217	10	20	127	9,025		
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	19,444	4,881	727	24	193	369	25,638		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	8,890	1,927	293	9	58	180	11,357		
4	สุรศักดิ์ (7 ม.ค. 64)	มหาลักษณ์	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	1,065	290	3	-	26	32	1,416	38,271	
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	4,122	1,653	3	-	145	167	6,090		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	1,546	617	1	-	10	43	2,217		
		สีลม	รถคันเช้า (7.00 - 9.00 น.)	4,177	874	79	13	11	15	5,169		
			รถคันเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	13,435	2,647	344	34	101	88	16,649		
			รถคันเย็น (16.00 - 19.00 น.)	5,339	1,177	140	26	19	29	6,730		

สรุปจำนวนอุบัติเหตุ 1 ม.ค. 2566 - ปัจจุบัน

อุบัติเหตุ 17,046 บาดเจ็บ 14,357 เสียชีวิต 2,122

- การจราจร
- รายงานอุบัติเหตุ
- แผนที่
- ปัญหาการจราจรกรมอุปกณ์มาณการ
- ทะเบียนประวัติอุปกรณ์ยานพาหนะความปลอดภัยและทางแยก
- คู่มือต่างๆ
- รายงานเผยแพร่วิชาการ
- ขออนุญาตทำการใดๆในเขตทางหลวง
- ผลการศึกษาด้านความปลอดภัย
- สายการที่ต้องใช้ความระมัดระวังในการเดินทางขอรถโดยสารและรถบรรทุก
- บริเวณที่ต้องใช้ความระมัดระวังในการเดินทางช่วงเทศกาล

การจราจร

ปริมาณจราจรบนทางหลวงในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

- ปี 2565 new
- ปี 2564
- ปี 2563
- ปี 2562
- ปี 2561
- ปี 2560
- ปี 2559
- ปี 2558
- ปี 2557
- ปี 2556
- ปี 2555
- ปี 2554
- ปี 2553
- ปี 2552
- ปี 2551
- ปี 2550

ตัวอย่าง

adtparimon65 - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help PDFescape Desktop Creator Tell me what you want to do

07 174

จุดสำรวจ	รถยนต์นั่ง (ไม่เกิน 7 คน)	รถยนต์นั่ง (เกิน 7 คน)	รถโดยสาร ขนาดเล็ก	รถโดยสาร ขนาดกลาง	รถโดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก (4 ล้อ)	รถบรรทุก ขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	รถบรรทุก ขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	รถบรรทุก ท่วง (มากกว่า 3 เพลา)	รวม	% ของ ยานยนต์ หนัก	จักรยาน 2 ล้อ และ จักรยาน 3 ล้อ	สามล้อ เครื่องและ จักรยานยนต์	แขวงทางหลวง	จังหวัด	
สรุปปริมาณจราจรเฉลี่ย คัน/วัน บนทางหลวงในเส้นทางสายกรุงเทพปริมณฑล ปี 2565																
25+556	22,176	8,681	11	458	1,123	12,156	379	73	62	26	45,145	4.70	142	10,755	ขท.กรุงเทพ	กรุงเทพมหานคร
35+550	108,048	24,599	1,498	2,934	8,320	41,874	6,129	2,849	909	862	198,022	11.11	235	12,095	ขท.ปทุมธานี	ปทุมธานี
20+000	7,571	7,066	992	716	1,061	2,004	1,019	394	124	38	20,985	15.97	108	5,311	ขท.สมุทรปราการ	สมุทรปราการ
40+800	13,053	4,455	735	648	716	11,511	3,860	948	801	743	37,470	20.59	440	5,711	ขท.สมุทรปราการ	สมุทรปราการ
26+500	26,290	8,985	1,004	266	449	20,574	1,303	1,202	752	174	60,999	6.80	100	14,873	ขท.สมุทรสาคร	นครปฐม
31+500	20,608	8,672	414	151	473	16,071	1,029	622	613	200	48,853	6.32	97	8,381	ขท.สมุทรสาคร	นครปฐม
41+500	35,969	17,637	1,708	1,627	1,469	19,626	5,698	5,563	5,604	1,316	96,217	22.11	15	3,839	ขท.นครปฐม	นครปฐม
55+087	25,156	17,630	2,980	3,238	3,349	23,686	6,451	7,823	7,653	5,089	103,055	32.61	83	9,258	ขท.นครปฐม	นครปฐม
60+387	27,861	7,708	2,301	2,772	2,367	25,963	6,886	5,642	6,406	4,743	91,745	31.41	0	5,379	ขท.นครปฐม	นครปฐม

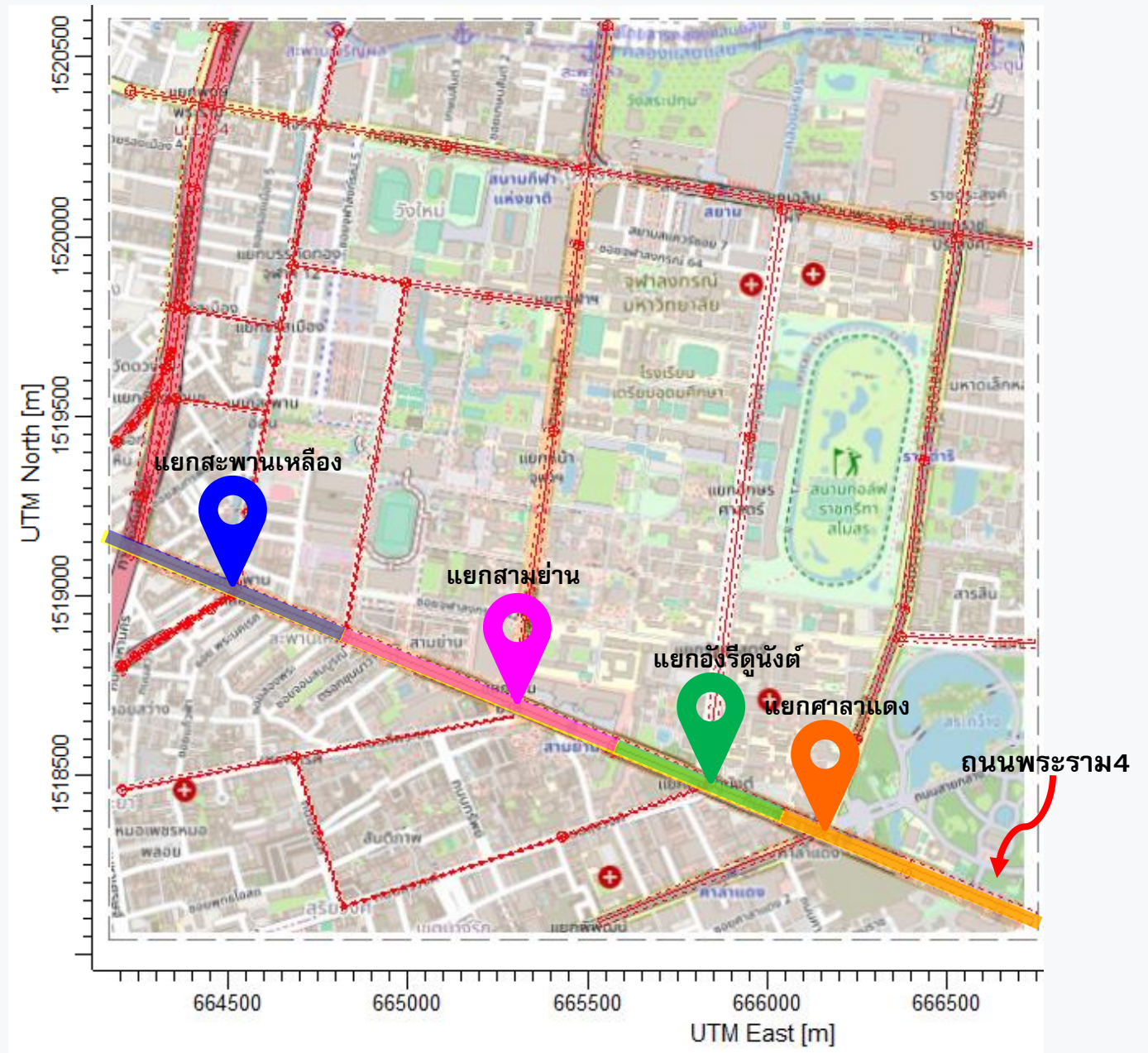
ปริมาณจราจรบนทางหลวงสายหลักทั่วประเทศ

- ปี 2565 new
- ปี 2564
- ปี 2563

ยกตัวอย่างการจัดการ

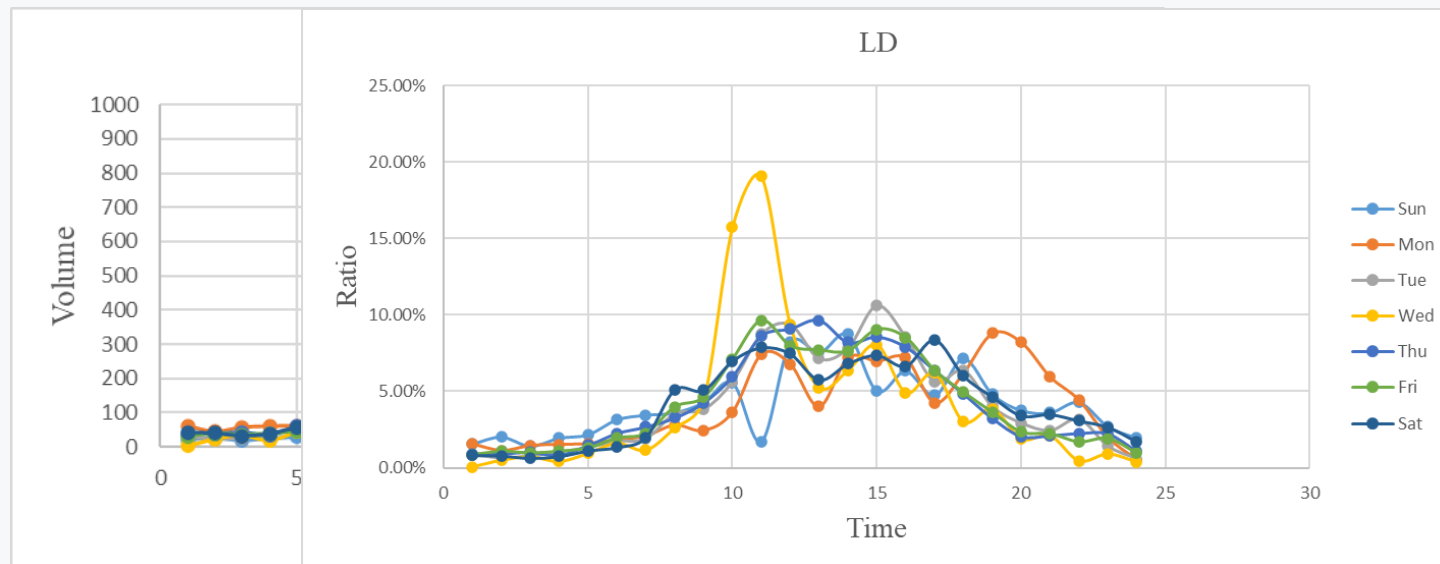
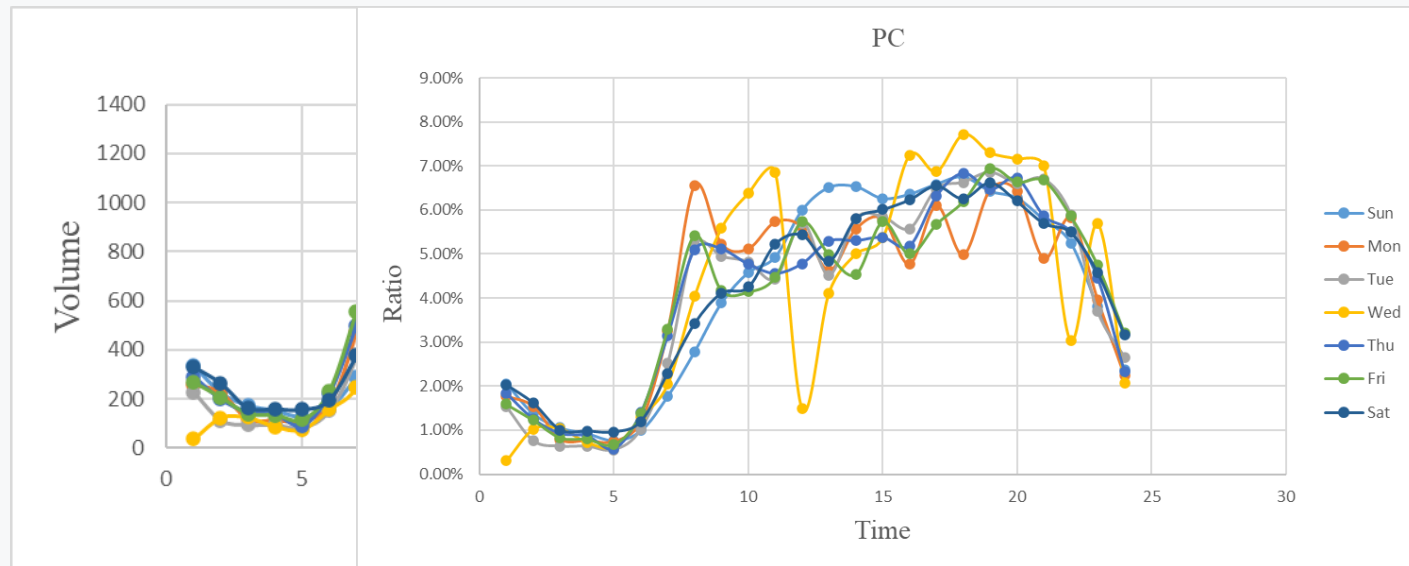
ข้อมูลกิจกรรม

ถนนพระราม4 → 4 ท่อนแหล่งกำเนิด



ตัวอย่างข้อมูลความผันแปร

ปริมาณจราจร



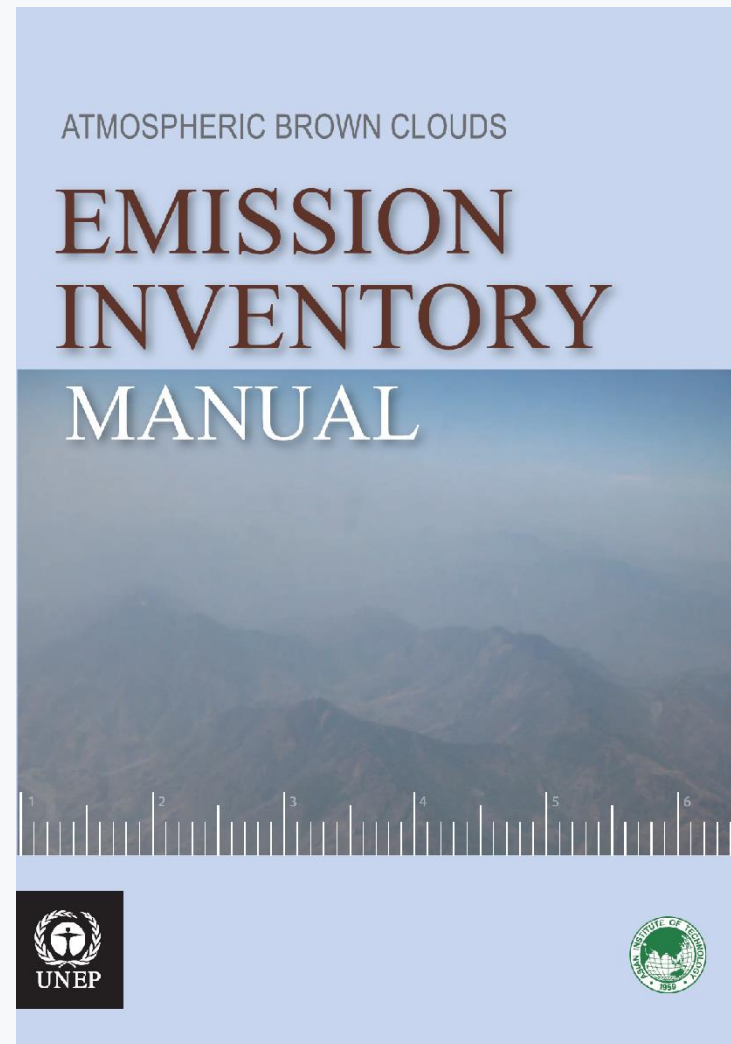
ค่าตัวคูณการปลดปล่อย (Emission factor)

UNEP Atmospheric Brown Clouds

Emission Inventory Manual

Pollutants:

- PM
- SO₂
- CO₂
- NO_x
- NH₃
- CO
- MNVOC
- CH₄



Ref: Shrestha, R.M., Kim Oanh, N.T., Shrestha, R. P., Rupakheti, M., Rajbhandari, S., Permedi, D.A., Kanabkaew, T. and Iyengarasan, M. (2012), **Atmospheric Brown Cloud (ABC) Emission Inventory Manual**, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

Table 3.11: Vehicle Emission Factors (g/km) for the Detailed Method

Vehicle /Fuel Type	Pollutants in g/km ^a				Pollutants in g/kg ^{a,1}					
	NO _x	CO	NM VOC	NH ₃	PM _{2.5}	BC	OC	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gasoline										
Passenger cars (Uncontrolled)	2.2, 1.8 ^a	46, 9.8 ^a	5.3, 1.7 ^a	0.002	0.06 ^a , 0.073 ^a , 0.059 ^a , 0.59 ^a	0.025 ^a , 0.020 ^a , 0.005 ^a , 0.05 ^a	0.026 ^a , 0.021 ^a , 0.04 ^a , 0.4 ^a	3180	1.7, 1.5 ^a	0.14 ^a
Passenger cars (Moderate control)	1.4, 1.1 ^a	7.5, 3.9 ^a	1.4, 0.8 ^a	0.002	0.05 ^a , 0.0035 ^a , 0.011 ^a	0.017 ^a , 0.0022 ^a , 0.0009 ^a	0.018 ^a , 0.0012 ^a , 0.007 ^a	3180	1.7, 1.5 ^a	0.14 ^a
Passenger cars (Good control-EURO I & II)	0.5, 0.2 ^a	2.9, 2 ^a	0.5, 0.25 ^a	0.1	0.03 ^a , 0.007 ^a , 0.014 ^a	0.010 ^a , 0.0067 ^a , 0.0005 ^a	0.011 ^a , 0.0022 ^a , 0.004 ^a	3180	1.7, 1.5 ^a	0.14 ^a
Motorcycles (2-stroke) (Uncontrolled)	0.05, 0.03 ^a , 0.02 ^a	10, 6.5 ^a , 2.7 ^a	6.5, 3.9 ^a , 3.8 ^a	0.001	0.05, 0.23 ^a	0.01 ^a	0.18 ^a	38.8	1.24, 1.5 ^a	0.14 ^a
Motorcycles (2-stroke with control)	0.06 ^a	4 ^a	3.3 ^a	0.002	0.1 ^a	0.005 ^a	0.08 ^a	38.8	1.24, 1.5 ^a	0.14 ^a
Motorcycles (4-stroke) (Uncontrolled)	0.3, 0.31 ^a , 0.17 ^a	20, 3c, 1.6 ^a	3.9, 0.8 ^a , 0.54 ^a	0.002	0.032, 0.07 ^a	0.0035 ^a	0.05 ^a	36.65	1.24, 1.5 ^a	0.14 ^a
Motorcycles (4-stroke with control)	0.3 ^a	2.2 ^a	0.7 ^a	0.002	0.05 ^a	0.0025 ^a	0.04 ^a	36.65	1.24, 1.5 ^a	0.14 ^a
3-Wheelers (2-stroke) (uncontrolled)	0.09, 0.05 ^a	24, 14 ^a	16, 8.3 ^a	0.002	0.6, 0.35 ^a	0.017 ^a	0.3 ^a	3180	1.24, 1.5 ^a	0.14 ^a
3-Wheelers (2-stroke with control)	0.09 ^a	8.6 ^a	7 ^a	0.002	0.15 ^a	0.007 ^a	0.12 ^a	3180	1.24, 1.5 ^a	0.14 ^a
Diesel										
3-Wheelers (Uncontrolled)	13 ^b	2.25	-	0.001	1.54 ^b	0.8 ^a	0.24 ^a	3140	0.08	0.17 ^a
Passenger cars (Uncontrolled)	2.77 ^a	7.3 ^a	0.37 ^a	0.001	0.84 ^a	0.23 ^a , 0.44 ^a	0.13 ^a	3140	0.08	0.17 ^a
Passenger cars (Moderate control)	0.66, 2.77 ^a	0.71, 1.2 ^a	0.19, 0.37 ^a	0.001	0.15, 0.42 ^a	0.2 ^a	0.06 ^a	3140	0.08	0.17 ^a
Passenger cars (Good control-EURO I & II)	0.66, 2.77 ^a	0.9 ^a	0.13 ^a	0.001	0.07 ^a	0.04 ^a	0.01 ^a	3140	0.08	0.17 ^a
Light duty vehicles (Uncontrolled)	3.15 ^a	8.7 ^a	0.34 ^a	0.001	0.8 ^a , 0.324 ^a , 0.26 ^a , 0.15 ^a , 0.73 ^a	0.13 ^a , 0.4 ^a , 0.16 ^a , 0.51 ^a , 0.5 ^a	0.067 ^a , 0.15 ^a , 0.24 ^a , 0.17 ^a	3140	0.08, 0.17 ^a	0.17 ^a
Light duty vehicles (Moderate control)	1.43, 2.49 ^a	1.58, 6.9 ^a	0.42, 0.28 ^a	0.001	0.25, 0.5 ^a , 0.26 ^a	0.07 ^a , 0.32 ^a	0.012 ^a , 0.15 ^a	3140	0.08, 0.17 ^a	0.17 ^a
Light duty vehicles (Good control-EURO I & II)	1.28 ^a	5.1 ^a	0.14 ^a	0.001	0.2 ^a , 0.052 ^a , 0.15 ^a	0.04 ^a , 0.13 ^a , 0.034 ^a	0.012 ^a , 0.014 ^a , 0.06 ^a	3140	0.08, 0.17 ^a	0.17 ^a
Heavy duty vehicles (Uncontrolled)	6.54 ^a	5.5 ^a , 4.96 ^a	1.78 ^a , 1.88 ^a	0.003	2.25 ^a , 3.3 ^a , 1.34 ^a , 1.3 ^a	2.6 ^a , 2 ^a , 0.74 ^a , 0.54 ^a	0.3 ^a , 1 ^a , 0.47 ^a	3140	0.25, 0.17 ^a	0.17 ^a
Heavy duty vehicles (moderate control)	10.4, 12.6 ^a	8.98, 4.5 ^a	1.95, 1.21 ^a	0.003	1, 1.2 ^a , 0.185 ^a , 0.76 ^a	0.41 ^a , 0.056 ^a , 0.4 ^a	0.036 ^a , 0.036 ^a , 0.54 ^a	3140, 1411 ^a	0.25, 0.076 ^a , 0.17 ^a	0.17 ^a , 0.09 ^a
Heavy duty vehicles (Good control- EURO I & II)	9.15 ^a	3.6 ^a	0.87 ^a	0.003	0.42 ^a , 0.047 ^a , 0.72 ^a	0.27 ^a , 0.041 ^a , 0.14 ^a	0.036 ^a , 0.008 ^a , 0.19 ^a	3140, 1411 ^a	0.25, 0.076 ^a , 0.17 ^a	0.17 ^a , 0.09 ^a
LPG										
Passenger cars (Uncontrolled)	2.1 ^a	8 ^a , 4.1 ^a	3.5, 0.18 ^a	-	0.06 ^a	-	-	3030	2.9 ^a	0.009
Passenger cars (Good control-EURO I)	2.16, 0.05 ^a	7.1, 0.3 ^a	1.49, 0.25 ^a	-	0.064	-	-	3030	2.9 ^a	0.009

ค่าตัวคูณการปลดปล่อย (Emission factor)

โครงการศึกษาโดย

AIT (2563)

Pollutants:

- CO
- NO_x
- SO₂
- NMVOC
- PM₁₀
- PM_{2.5}
- NH₃
- CO₂
- N₂O
- CH₄
- BC
- OC



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) และสารมลพิษตั้งต้นของฝุ่นทุติยภูมิ (Secondary PM_{2.5}) ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จัดทำโดย

Prof. Nguyen Thi Kim Oanh

และคณะ

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)

30 มกราคม 2563

Table A2.3 Emission factors for running

Vehicle types	Description	Fraction	Emission Factors (g/km)											
			CO	NO _x	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	BC ^f	OC ^f
PC	Gasoline Pre Euro	0.011	25.0	1.308	0.005	3.458	0.035	0.033	0.002 ^c	246	0.010	0.545	0.006	0.026
	Gasoline Euro 1	0.002	14.0	0.741	0.004	1.282	0.014	0.014	0.059	226	0.011	0.202	0.003	0.011
	Gasoline Euro 2	0.010	3.7	0.377	0.004	0.612	0.005	0.005	0.059	218	0.009	0.069	0.001	0.004
	Gasoline Euro 3	0.038	1.6	0.130	0.004	0.400 ^c	0.002	0.002	0.061	220	0.008	0.009	0.000	0.001
	Gasoline Euro 4	0.047	0.6	0.100	0.004	0.230 ^c	0.002	0.002	0.002 ^c	222	0.005	0.007	0.000	0.002
	Gasoline Euro 5 ^a		0.6 ^b	0.060 ^b	0.0002 ^c	0.188 ^c	0.002 ^c	0.002 ^c	0.002 ^c	-	0.005 ^c	0.007 ^c	0.000	0.002
	Gasoline Euro 6 ^a		0.6 ^b	0.060 ^b	0.0002 ^c	0.146 ^c	0.002 ^c	0.002 ^c	0.002 ^c	-	0.005 ^c	0.007 ^c	0.000	0.002
	CNG	0.013	10.4	0.699	0.001	0.361	0.001	0.001	0.073	207	0.017	2.421		
	LPG Pre-Euro	0.005	98.3	5.513	0.001	4.534	0.007	0.007	0.036	256	0.003	1.293		
	LPG Euro 1	0.001	22.8	0.881	0.023	2.005	-	-	0.065	221	0.021	0.287		
	LPG Euro 2	0.004	6.6	0.464	0.023	1.007	-	-	0.065	219	0.018	0.094		
	LPG Euro 3	0.017	3.1	0.195	0.023	0.477	-	-	0.067	227	0.017	0.014		
	LPG Euro 4	0.021	0.6	0.137	0.024	0.239	-	-	0.070	237	0.012	0.006		
	Diesel Pre-Euro	0.023	1.3	1.310	0.003	0.887	0.736	0.706	0.001 ^c	283	0.002	-	0.315	0.137
	Diesel Euro 1	0.010	1.3	1.449	0.043	0.189	0.327	0.313	0.001 ^c	422	0.002	-	0.140	0.061
	Diesel Euro 2	0.016	0.8	1.315	0.004	0.093	0.172	0.165	0.001 ^c	358	0.002	-	0.074	0.032
	Diesel Euro 3	0.080	0.2	1.290	0.004	0.043	0.080	0.077	0.001 ^c	371	0.002	-	0.034	0.015
	Diesel Euro 4	0.101	0.2	0.938	0.004	0.024	0.054	0.052	0.001 ^c	366	0.021	-	0.023	0.010
	Diesel Euro 5 ^a		0.2 ^b	0.180 ^b	0.0001 ^c	0.024 ^c	0.005 ^b	0.005 ^b	0.001 ^c	-	0.021	-	0.002	0.001
	Diesel Euro 6 ^a		0.2 ^b	0.008 ^b	0.0001 ^c	0.024 ^c	0.005 ^b	0.005 ^b	0.001 ^c	-	0.021	-	0.002	0.001
	Gasohol Pre-Euro	0.061	26.0 ^c	3.126 ^c	0.012 ^c	7.407 ^c	0.012 ^c	0.011 ^c	-	194.5 ^c	0.006 ^c	0.010 ^c	0.002	0.009
	Gasohol Euro 1	0.013	14.6 ^d	1.771 ^d	0.010 ^d	2.747 ^d	0.005 ^d	0.005 ^d	-	179 ^d	0.007 ^d	0.004 ^d	0.001	0.004
	Gasohol Euro 2	0.054	1.7 ^d	0.442 ^d	0.010 ^d	0.184 ^d	0.005 ^d	0.005 ^d	-	195 ^d	0.007 ^d	0.004 ^d	0.001	0.004
Gasohol Euro 3	0.210	0.2 ^d	0.035 ^d	0.010 ^d	0.093 ^d	0.005 ^d	0.005 ^d	-	172 ^d	0.007 ^d	0.004 ^d	0.001	0.004	
Gasohol Euro 4	0.264	0.1 ^b	0.019 ^b	0.010 ^c	0.054 ^c	0.005 ^b	0.005 ^b			0.007 ^c	0.002 ^c	0.001	0.004	
Gasohol Euro 5 ^a		0.1 ^b	0.014 ^b	0.001 ^c	0.044 ^c	0.005 ^b	0.005 ^b			0.007 ^c	0.002 ^c	0.001	0.004	
Gasohol Euro 6 ^a		0.1 ^b	0.014 ^b	0.001 ^c	0.034 ^c	0.005 ^b	0.005 ^b			0.007 ^c	0.002 ^c	0.001	0.004	
MC	Gasoline 2-stroke (uncontrol)		7.2	0.033	0.002	5.365	0.222	0.211	0.001 ^c	98	-	1.059	0.039	0.161
	Gasoline 4-stroke (uncontrol)		15.5	0.718	0.001	3.407	0.196	0.186	0.002 ^c	80	-	0.670	0.035	0.142
	Gasoline 4-stroke (catalyst)		2.9	0.170	0.001	0.861	0.027	0.026	0.014	85	-	0.182	0.005	0.020

Vehicle types	Description	Fraction	Emission Factors (g/km)											
			CO	NO _x	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	BC ^f	OC ^f
	Gasohol 2-stroke		12.8^d	0.054^d	0.010^d	2.656^d	0.091^d	0.087^d	-	38^d	-	0.191^d	0.016	0.066
	Gasohol 4-stroke		7.0^d	0.261^d	0.010^d	0.683^d	0.091^d	0.087^d	-	44^d	-	0.184^d	0.016	0.066
Taxi	Gasoline Euro 2		10.9	0.588	0.004	1.167	0.010	0.009	0.055	193	0.011	0.138	0.002	0.007
	Gasoline Euro 4		0.4	0.121	0.004	0.109	0.001	0.001	0.002 ^c	220	0.007	0.005	0.000	0.001
	CNG 3-way catalyst		13.5	0.955	0.001	0.377	0.000	0.000	0.072	185	0.019	2.295		
	LPG 3-way catalyst		15.5	1.308	0.000	1.018	0.001	0.001	0.070	189	0.019	0.206		
	LPG Euro 3		7.3	0.262	0.021	0.586	-	-	0.063	201	0.019	0.025		
	LPG Euro 4		1.1	0.173	0.022	0.251	-	-	0.065	219	0.012	0.008		
	Gasohol (composite)		0.5^d	0.310^d	0.010^d	0.020^d	-	-	-	159^d	-	-	-	-
Van	Gasoline Euro 3		5.0	0.234	0.004	0.646	0.004	0.004	0.057	211	0.011	0.026	0.001	0.003
	CNG 3-way catalyst		11.6	0.981	0.001	0.541	0.000	0.000	0.071	191	0.021	2.740		
	LPG Euro 3		6.1	0.259	0.023	0.705	-	-	0.062	211	0.021	0.027		
	Diesel control with EGR		0.8	0.976	0.002	0.489	0.348	0.334	0.002	234	0.022	-	0.120	0.052
	Diesel Euro 3		0.2	1.133	0.003	0.038	0.094	0.090	0.004	312	0.001	-	0.039	0.017
	Diesel Euro 4		0.1	0.731	0.003	0.017	0.035	0.034	0.006	316	0.017	-	0.014	0.006
	Gasohol (composite)		1.4^d	-	0.010^d	0.080^d	-	-	-	145^d	-	-	-	-
Songthew	CNG uncontrol		28.5	1.321	0.001	0.732	0.001	0.001	0.027	213	0.001	14.509		
	CNG 3-way catalyst		13.3	0.823	0.001	0.467	0.001	0.001	0.155	457	0.041	2.239		
	LPG Euro 3		4.7	0.199	0.020	0.698	-	-	0.054	190	0.019	0.024		
	Diesel uncontrol		2.2	1.432	0.002	1.487	0.587	0.564	0.003	240	0.001	-	0.251	0.109
	Diesel Euro 3		0.4	2.219	0.007	0.072	0.126	0.121	0.012	698	0.009	-	0.054	0.023
Tuktuk (3 wheelers)	CNG LPG		11.2	0.707	0.000	0.885	0.015	0.014	0.163	97	-	3.705		
	Gasohol (composite)		2.5^d	0.270^d	0.010^d	2.180^d	-	-	-	63^d	-	-	-	-
Bus	Gasoline Pre-Euro	0.029	<i>301.2^c</i>	<i>30.122^c</i>	<i>0.123^c</i>	<i>71.917^c</i>	<i>0.605^c</i>	<i>0.575^c</i>	<i>0.002^c</i>			<i>1.382^c</i>	0.107	0.439
	Gasoline Euro 1	0.004	<i>241.0^c</i>	<i>16.7^c</i>	<i>0.1^c</i>	<i>28.767^c</i>	<i>0.3^c</i>	<i>0.316^c</i>	<i>0.061^c</i>			<i>1.9^c</i>	0.059	0.241
	Gasoline Euro 2	0.018	192.8	9.297	0.123	13.046	0.109	0.104	0.055	849	0.114	2.557	0.019	0.079
	Gasoline Euro 3	0.085	<i>192.8^c</i>	<i>6.508^c</i>	<i>0.006^c</i>	<i>4.892^c</i>	<i>0.103^c</i>	<i>0.098^c</i>	<i>0.028^c</i>			<i>1.730^c</i>	0.018	0.075
	CNG 3-way catalyst	0.273	12.7	0.397	0.002	1.471	0.008	0.007	0.055	861	0.102	2.259		
	LPG	0.011	<i>26.0^c</i>	<i>0.5</i>		<i>0.061^c</i>	<i>0.008^c</i>	<i>0.007^c</i>	<i>0.061^c</i>			<i>0.146^c</i>		
	Diesel Pre-Euro	0.124	<i>2.6^c</i>	<i>11.2^c</i>	<i>2.2^c</i>	<i>1.431^c</i>	1.513^d	1.483^d	<i>0.003^c</i>		<i>0.278^c</i>	<i>0.427^c</i>	0.647	0.281
	Diesel Euro 1	0.016	<i>2.5^c</i>	<i>11.2^c</i>	<i>0.4^c</i>	<i>1.001^c</i>	0.850^d	0.833^d	<i>0.003^c</i>		<i>0.119^c</i>	<i>0.427^c</i>	0.364	0.158
	Diesel Euro 2	0.076	2.2	11.245	0.098	0.730	0.984	0.964	0.003	856	0.114	0.427	0.421	0.183
	Diesel Euro 3	0.365	1.2^b	6.800^b	<i>0.098^c</i>	<i>0.615^c</i>	0.387^d	0.379^b	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.045^c</i>	<i>0.427^c</i>	0.165	0.072
	Diesel Euro 4 ^a		0.8^b	4.760^b	<i>0.098^c</i>	<i>0.572^c</i>	0.027^b	0.027^b	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.479^c</i>	<i>0.427^c</i>	0.012	0.005

Vehicle types	Description	Fraction	Emission Factors (g/km)											
			CO	NO _x	SO ₂	NMVOC	PM ₁₀	PM _{2.5}	NH ₃	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	BC ^f	OC ^f
	Diesel Euro 5 ^a		0.8^b	2.720^b	<i>0.002^c</i>	<i>0.501^c</i>	0.027^b	0.027^b	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.479^c</i>	<i>0.427^c</i>	0.012	0.005
	Diesel Euro 6 ^a		0.8^b	0.544^b	<i>0.002^c</i>	<i>0.150^c</i>	0.014^b	0.013^b	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.479^c</i>	<i>0.427^c</i>	0.006	0.003
Truck	Gasoline	0.001	<i>231.9</i>	<i>15.7</i>	<i>0.1</i>	<i>29.7</i>	<i>0.3</i>	<i>0.3</i>	<i>0.1</i>	<i>849.4</i>	<i>0.1</i>	<i>1.9</i>	0.051	0.208
	CNG	0.062	0.7	0.021	0.001	0.072	0.000	0.000	-	54	0.006	0.146		
	LPG	0.000	<i>1.4^c</i>	<i>0.0^c</i>		<i>0.003^c</i>	<i>0.000^c</i>	<i>0.000^c</i>	-			<i>0.009^c</i>		
	Diesel Pre-Euro	0.221	<i>7.0</i>	<i>10.661</i>	<i>0.068</i>	<i>0.772</i>	1.513^d	1.483^d	<i>0.003^c</i>	535	0.004	0.250	0.647	0.281
	Diesel Euro 1	0.029	<i>6.7^c</i>	<i>10.1^c</i>	<i>0.0^c</i>	<i>0.541^c</i>	0.850^d	0.833^d	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.002^c</i>	<i>0.250^c</i>	0.364	0.158
	Diesel Euro 2	0.169	<i>5.9^c</i>	<i>9.6^c</i>	<i>0.0^c</i>	<i>0.394^c</i>	0.727^d	0.713^d	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.002^c</i>	<i>0.250^c</i>	0.311	0.135
	Diesel Euro 3	0.517	4.3^b	10.200^b	<i>0.003^c</i>	<i>0.332^c</i>	0.387^d	0.379^d	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.001^c</i>	<i>0.250^c</i>	0.165	0.072
	Diesel Euro 4 ^a		3.1^b	7.140^b	<i>0.003^c</i>	<i>0.309^c</i>	0.041^b	0.040^b	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.006^c</i>	<i>0.250^c</i>	0.017	0.008
	Diesel Euro 5 ^a		3.1^b	4.080^b	<i>0.000^c</i>	<i>0.270^c</i>	0.041^b	0.040^b	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.006^c</i>	<i>0.250^c</i>	0.017	0.008
Diesel Euro 6 ^a		3.1^b	0.816^b	<i>0.000^c</i>	<i>0.081^c</i>	0.020^b	0.020^b	<i>0.003^c</i>	-	<i>0.006^c</i>	<i>0.250^c</i>	0.009	0.004	
Pick-up	Gasoline Pre-Euro	0.007	<i>218.5^e</i>	<i>3.399^e</i>	<i>0.031^e</i>	<i>27.958^e</i>	<i>0.024^e</i>	<i>0.023^e</i>	<i>0.081^e</i>	<i>259.6^e</i>	<i>0.021^e</i>	<i>0.997^e</i>	0.010	0.004
	Gasoline Euro 1	0.002	<i>122.22^g</i>	<i>1.926^g</i>	<i>0.025^g</i>	<i>9.015^g</i>	<i>0.010^g</i>	<i>0.009^g</i>	<i>0.067^g</i>	<i>238.32^g</i>	<i>0.023^g</i>	<i>0.369^g</i>	0.002	0.007
	Gasoline Euro 2	0.007	<i>35.937^g</i>	<i>1.053^g</i>	<i>0.026^g</i>	<i>3.562^g</i>	<i>0.008^g</i>	<i>0.007^g</i>	<i>0.067^g</i>	<i>243.57^g</i>	<i>0.023^g</i>	<i>0.123^g</i>	0.001	0.005
	Gasoline Euro 3	0.022	<i>12.504^g</i>	<i>0.425^g</i>	<i>0.026^g</i>	<i>0.572^g</i>	<i>0.001^g</i>	<i>0.001^g</i>	<i>0.069^g</i>	<i>255.01^g</i>	<i>0.021^g</i>	<i>0.015^g</i>	0.0003	0.001
	Gasoline Euro 4	0.023	<i>7.3^c</i>	<i>0.213^c</i>	<i>0.026^c</i>	<i>0.384^c</i>	<i>0.001^c</i>	<i>0.001^c</i>	<i>0.002^c</i>	<i>257.5</i>	<i>0.021^c</i>	<i>0.010^c</i>	0.001	0.000
	CNG	0.015	<i>10.4^e</i>	<i>0.699^e</i>	<i>0.001^e</i>	<i>0.361^e</i>	<i>0.001^e</i>	<i>0.001^e</i>	<i>0.073^e</i>	<i>206.7^e</i>	<i>0.017^e</i>	<i>2.421^e</i>	-	-
	LPG	0.022	<i>26.3^e</i>	<i>1.438^e</i>	<i>0.019^e</i>	<i>1.653^e</i>	<i>0.001^e</i>	<i>0.001^e</i>	<i>0.060^e</i>	<i>232.1^e</i>	<i>0.014^e</i>	<i>0.339^e</i>	-	-
	Diesel Pre-Euro	0.111	1.0	1.853	0.042	0.118	0.391	0.375	0.001	276	0.001	0.080	0.167	0.073
	Diesel Euro 1	0.047	<i>0.9^c</i>	<i>1.946^c</i>	<i>0.008^c</i>	<i>0.110^c</i>	<i>0.391^c</i>	<i>0.375^c</i>	<i>0.001^c</i>	-	<i>0.000^c</i>	<i>0.048^c</i>	0.167	0.073
	Diesel Euro 2	0.081	<i>0.9^g</i>	<i>1.315^g</i>	<i>0.043^g</i>	<i>0.098^g</i>	<i>0.202^g</i>	<i>0.194^g</i>	<i>0.005^g</i>	<i>423.89^g</i>	<i>0.002^g</i>	-	0.087	0.038
	Diesel Euro 3	0.324	1.0^b	0.780^b	<i>0.002^c</i>	<i>0.054^c</i>	0.059^d	0.056^d	<i>0.001^c</i>	-	<i>0.001^c</i>	<i>0.014^c</i>	0.025	0.011
	Diesel Euro 4	0.340	1.0^b	0.390^b	<i>0.002^c</i>	<i>0.040^c</i>	0.051^d	0.049^d	<i>0.002^c</i>	-	<i>0.002^c</i>	-	0.022	0.009
Diesel Euro 5 ^a		0.7^b	0.280^b	<i>0.0000^c</i>	<i>0.040^c</i>	0.045^d	0.043^d	<i>0.002^c</i>	-	<i>0.001^c</i>	-	0.019	0.008	
Diesel Euro 6 ^a		0.7^b	0.125^b	<i>0.0000^c</i>	<i>0.040^c</i>	0.030^d	0.029^d	<i>0.002^c</i>	-	<i>0.001^c</i>	-	0.013	0.006	

Notes: ^a : higher technology for emission scenario studies

^b **Bold**: Euro standard EF values (for Bus and Truck were converted from g/kwh using fuel economy (7.5km/l for bus, 6km/l for truck))

^c *Italic and underline*: applied reduction rates from GAINs values and EURO standard to calculate EF values, and using GAINs values for NH₃

^d **Bold, underline**: PCD AEL EF values (gasohol vehicles EFs provided in 2015; PM EFs provided in 2019)

^e *Italic and underline and grey highlight*: EFs of PU were taken same as PC, EFs of Truck were taken same as Bus (composite)

^f EF of BC and OC, using BC/PM_{2.5} ratio of 0.46 ad OC/PM_{2.5} ratio of 0.2 for diesel; and BC/PM_{2.5} ratio of 0.19 and OC/PM_{2.5} of 0.78 for gasoline

^g *Italic*: AIT studies for vehicles fleets in Yangon, Myanmar

การป้อนค่า

Emission rate

ให้กับโปรแกรม

AERMOD


- จำลองการปลดปล่อยจากถนนเป็นแหล่งกำเนิดแบบ **Line area**
- การป้อนค่าอัตราการปลดปล่อยใช้หน่วย **g/sec-m²**

Source Inputs

Source Type
Type: **LINE AREA** Source ID: **RAM4_PC_1** Source ID Prefix:

Description: (Optional)

Line Source Parameters (Represented by Area Sources)

Length of Side: [m] 

Initial Vertical Dimension: [m] (Optional)

Emission Rate: [g/sec-m²] [g/s]

Ratio 1: Total Length [m]:

Line Source Nodes

1 AREA Sources Generated

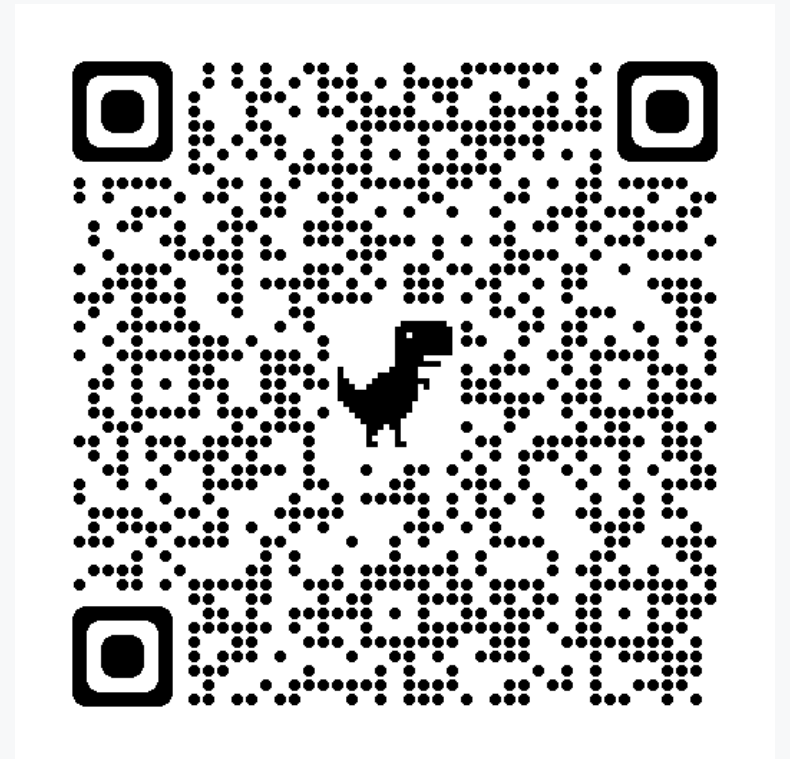
Node #	X Coord. [m]	Y Coord. [m]	Base Elevation	Release Height [m]	Release Height [ft]
1	664236.21	1519132.16	6.34	0	0
2	664826.33	1518890.13	13.06	0	0

Practice time!

Get your spreadsheet (Excel or Google Sheet)

Get the data at this link

https://docs.google.com/spreadsheets/d/13YYw-XyH8jQj-YDdq3-wKzVWfapH6g_ulXqO45m125l/edit?usp=sharing



Workshop Activity

1. คำนวณอัตราการปลดปล่อยจากการจราจรบนกรณีตัวอย่าง
ถนนพระราม 4
2. ทดลองสร้างโปรเจคใน AERMOD View (อาสาสมัคร 2 คน
ได้สาธิตให้ผู้ร่วมอบรมท่านอื่น ๆ ดู)
กรุณาเปิด AERMOD Workshop guide.pdf ประกอบ

ACTIVITY 1

การคำนวณอัตราการ

ปลดปล่อย **PM_{2.5}**

E.R. = activity data x E.F. x unit conversion

$$\frac{g}{sec} [=] \frac{km \cdot veh}{hr} \times \frac{g PM_{2.5}}{km \cdot veh} \times \frac{1}{\frac{sec}{hr}}$$

E.R. = vehicle-km traveled x E.F. x unit conv

$$\frac{g}{sec} [=] \frac{km \cdot veh}{day} \times \frac{g PM_{2.5}}{km \cdot veh} \times \frac{1}{\frac{sec}{day}}$$

E.R. = traffic volume x road length x E.F. x unit conv

$$\frac{g}{sec} [=] \frac{veh}{day} \times km \times \frac{g PM_{2.5}}{km \cdot veh} \times \frac{1}{\frac{sec}{hour}} \times \frac{1}{\frac{hour}{day}}$$

$$\frac{g}{sec} [=] \frac{veh}{day} \times km \times \frac{g PM_{2.5}}{km \cdot veh} \times \frac{1}{\frac{sec}{hour}} \times \frac{\frac{veh}{hour}}{\frac{veh}{day}}$$

ACTIVITY 1

การคำนวณอัตราการ

ปลดปล่อย **PM_{2.5}**

$$E.R. = \text{traffic volume} \times \text{road length} \times E.F. \times \text{unit conv}$$

$$\frac{g}{sec} [=] \frac{veh}{day} \times km \times \frac{g PM_{2.5}}{km \cdot veh} \times \frac{1}{\frac{sec}{hour}} \times \frac{veh}{\frac{hour}{day}}$$

Time	Traffic volume (veh/hr)	Time	Traffic volume (veh/hr)
0.00-01.00	250	12.00-13.00	769
01.00-02.00	194	13.00-14.00	844
02.00-03.00	137	14.00-15.00	884
03.00-04.00	125	15.00-16.00	875
04.00-05.00	108	16.00-17.00	970
05.00-06.00	185	17.00-18.00	986
06.00-07.00	403	18.00-19.00	1025
07.00-08.00	709	19.00-20.00	1002
08.00-09.00	714	20.00-21.00	927
09.00-10.00	733	21.00-22.00	816
10.00-11.00	781	22.00-23.00	671
11.00-12.00	778	23.00-00.00	398



ACTIVITY 1

การคำนวณอัตราการ

ปลดปล่อย **PM_{2.5}**

ต้องการด้วยพื้นที่ผิวเพื่อให้ได้หน่วยเป็น g/sec-m² เพื่อป้อนให้กับโปรแกรม

$$\begin{aligned} \text{E.R.} &= \text{traffic volume} \times \text{length} \times \text{E.F.} \times \text{unit conv} \times \frac{1}{\text{area}} \\ &= \text{traffic volume} \times \text{length} \times \text{E.F.} \times \text{unit conv} \times \frac{1}{\text{length} \times \text{width}} \\ &= \text{traffic volume} \times \text{E.F.} \times \text{unit conv} \times \frac{1}{\text{width}} \end{aligned}$$

$$\frac{g}{\text{sec} \cdot \text{m}^2} [=] \frac{\text{veh}}{\text{day}} \times \frac{g \text{ PM}_{2.5}}{\text{km} \cdot \text{veh}} \times \frac{1}{\frac{1000 \text{ m}}{\text{km}}} \times \frac{1}{\frac{3600 \text{ sec}}{\text{hour}}} \times \frac{\frac{\text{veh}}{\text{hour}}}{\frac{\text{veh}}{\text{day}}} \times \frac{1}{\text{m}}$$

ACTIVITY 2

Simulation in AERMOD View



การใช้การจำลองเพื่อการ จัดการคุณภาพอากาศ

พิจารณาสัดส่วนแหล่งกำเนิด **Source contributions**

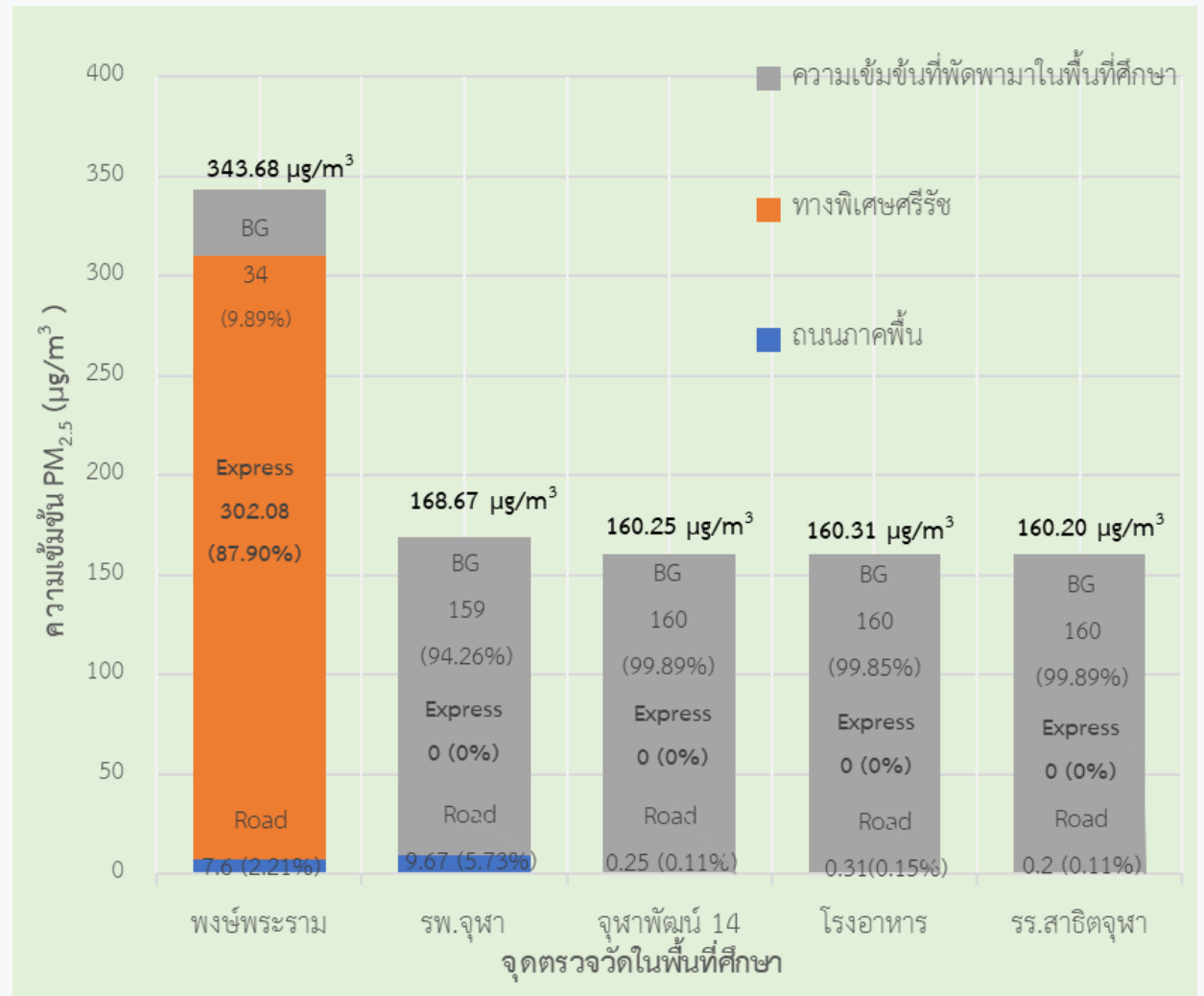
ศึกษาความรุนแรงของสถานการณ์ **PM_{2.5}**

- ความเข้มข้นสูงสุดรายชั่วโมง หรือ รายวัน
- ตำแหน่งที่เกิดความเข้มข้นสูง
- สถิติจำนวนครั้งที่เกินค่ามาตรฐานรายวัน

จำลองจากทัศนังการจัดการแหล่งกำเนิด

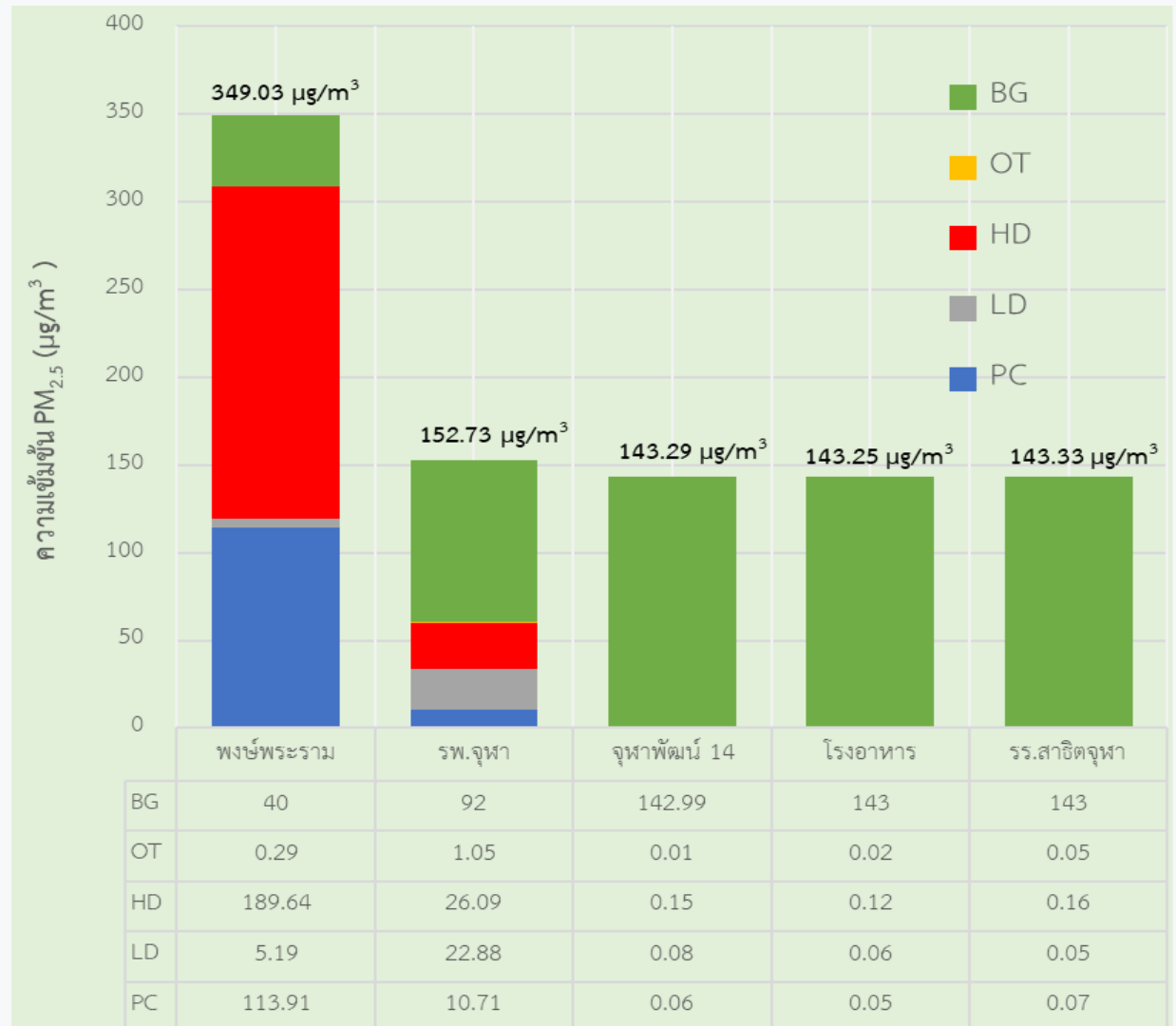
ตัวอย่างการวิเคราะห์สัดส่วนแหล่งกำเนิด (Source contributions)

สัดส่วนจำแนกโดยประเภทถนน



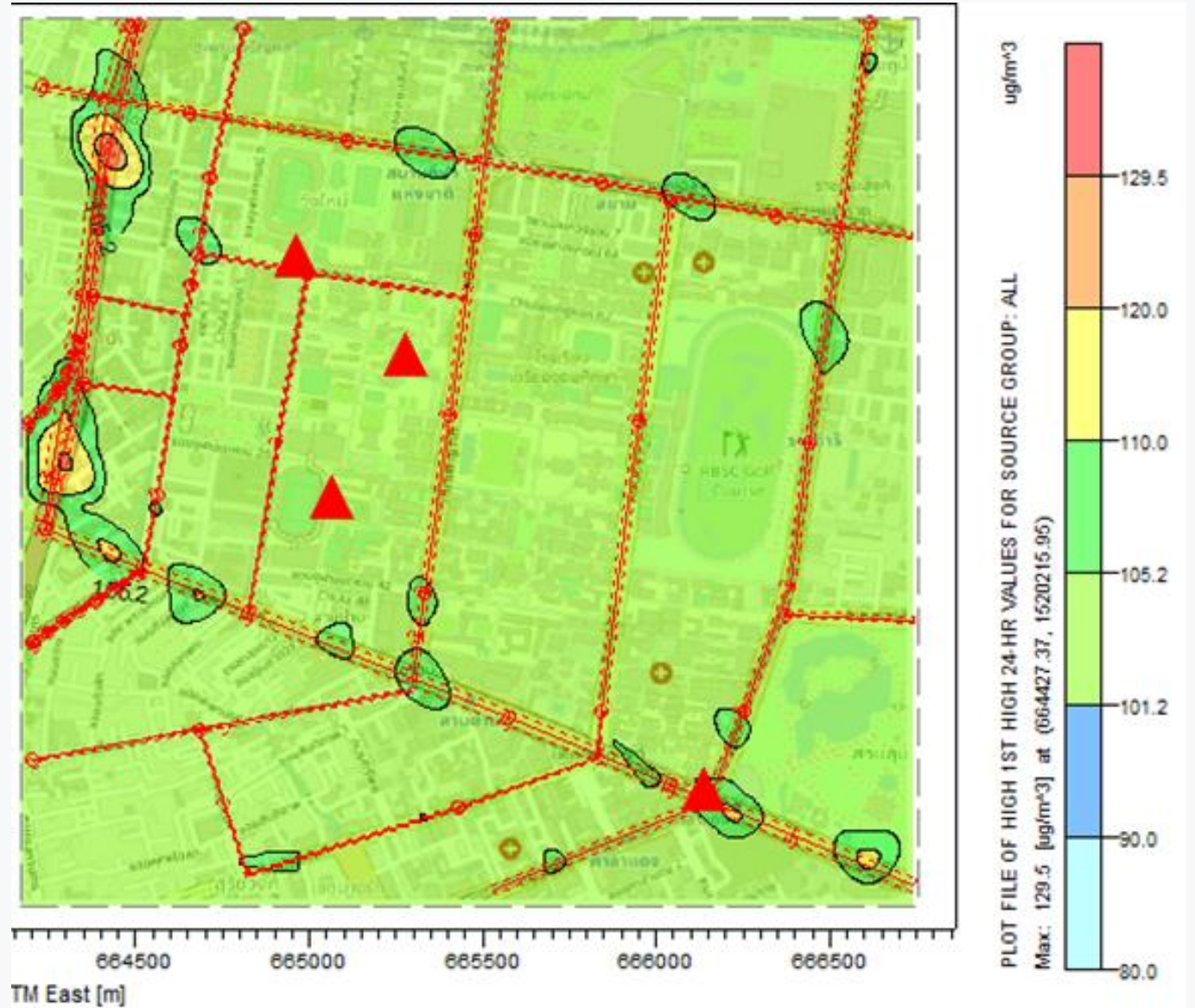
ตัวอย่างการวิเคราะห์สัดส่วนแหล่งกำเนิด (Source contributions)

สัดส่วนจำแนกโดยประเภทยานพาหนะ

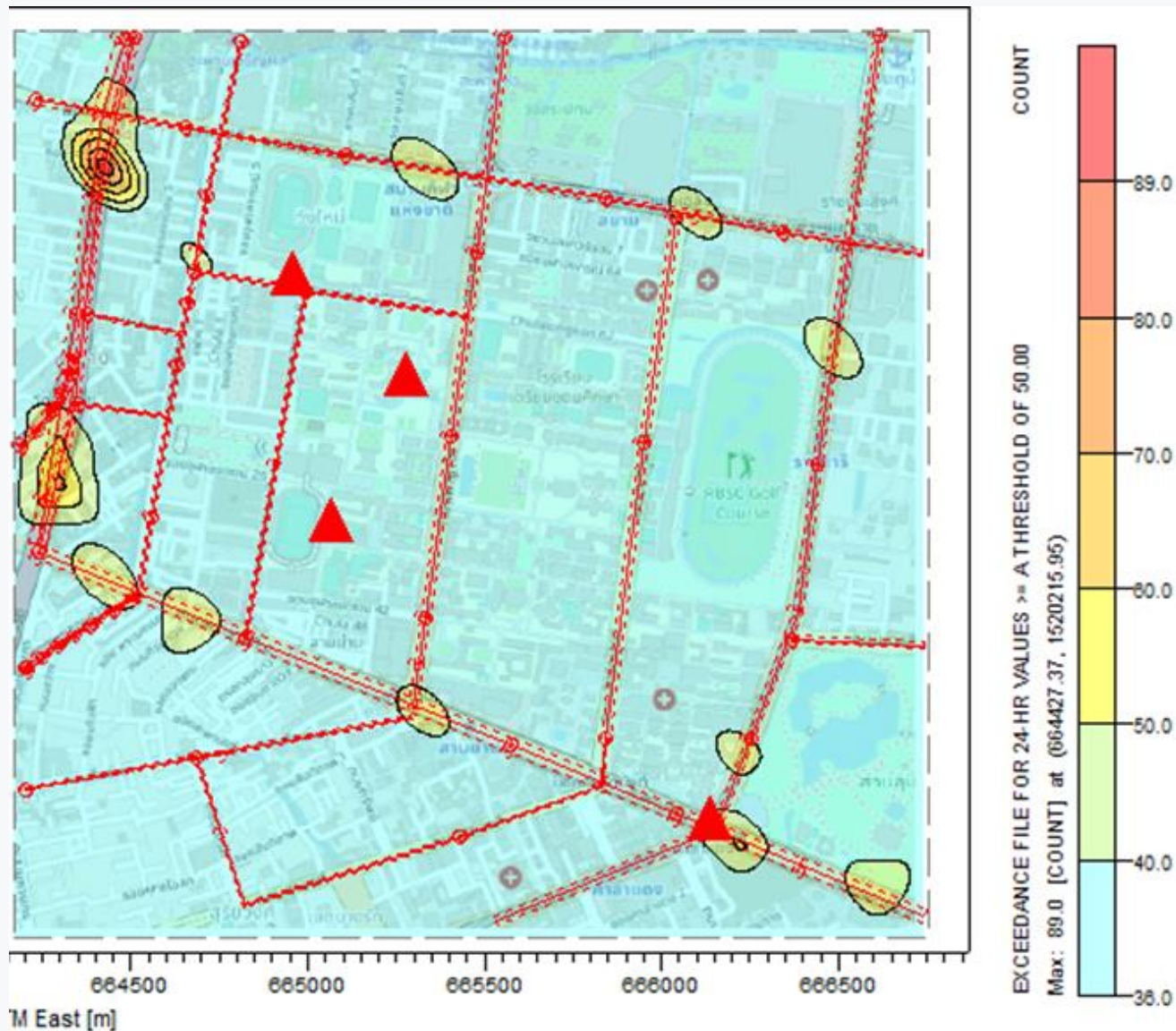


ผลจำลองความเข้มข้นสูงสุด

เฉลี่ย 24 ชั่วโมง

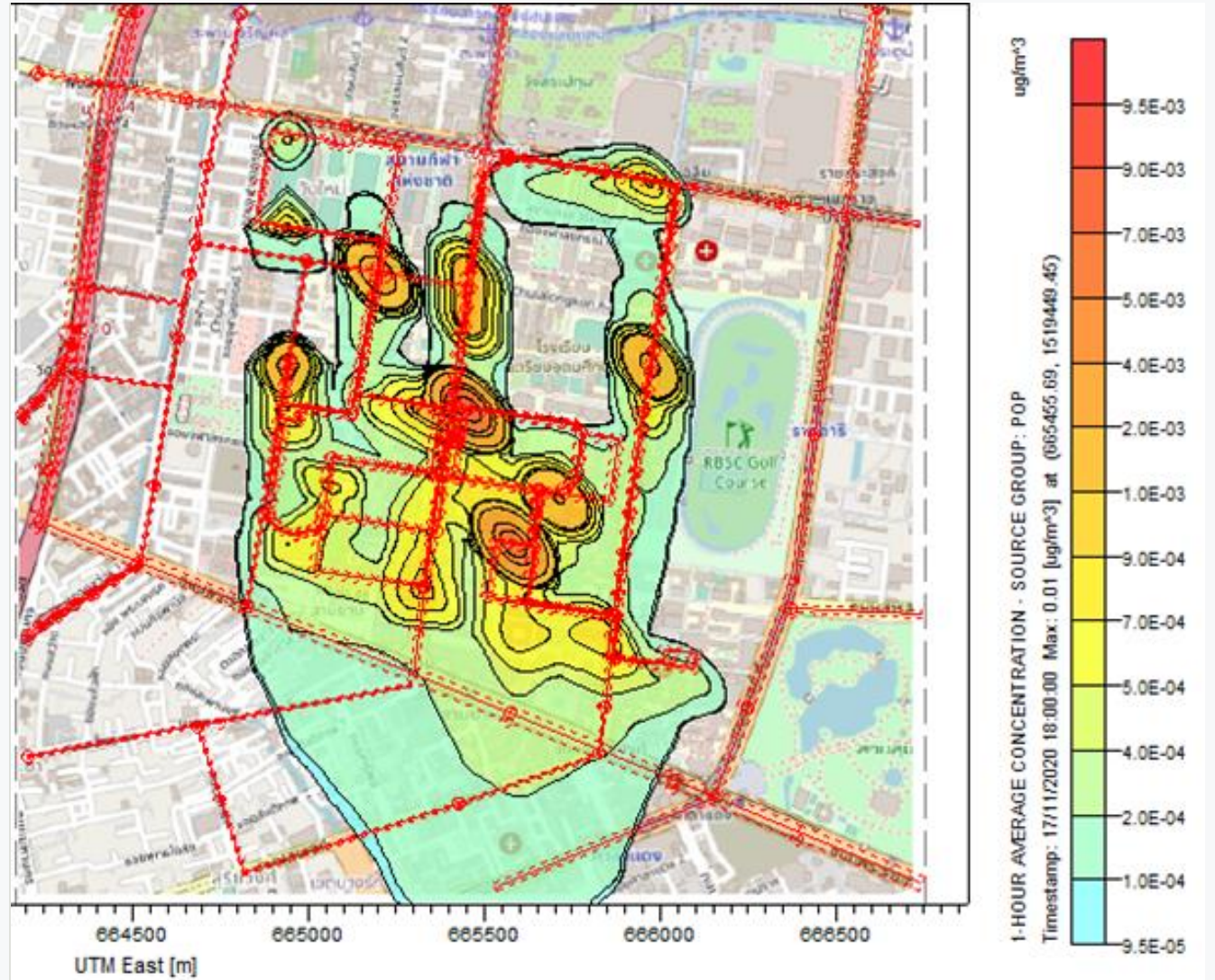


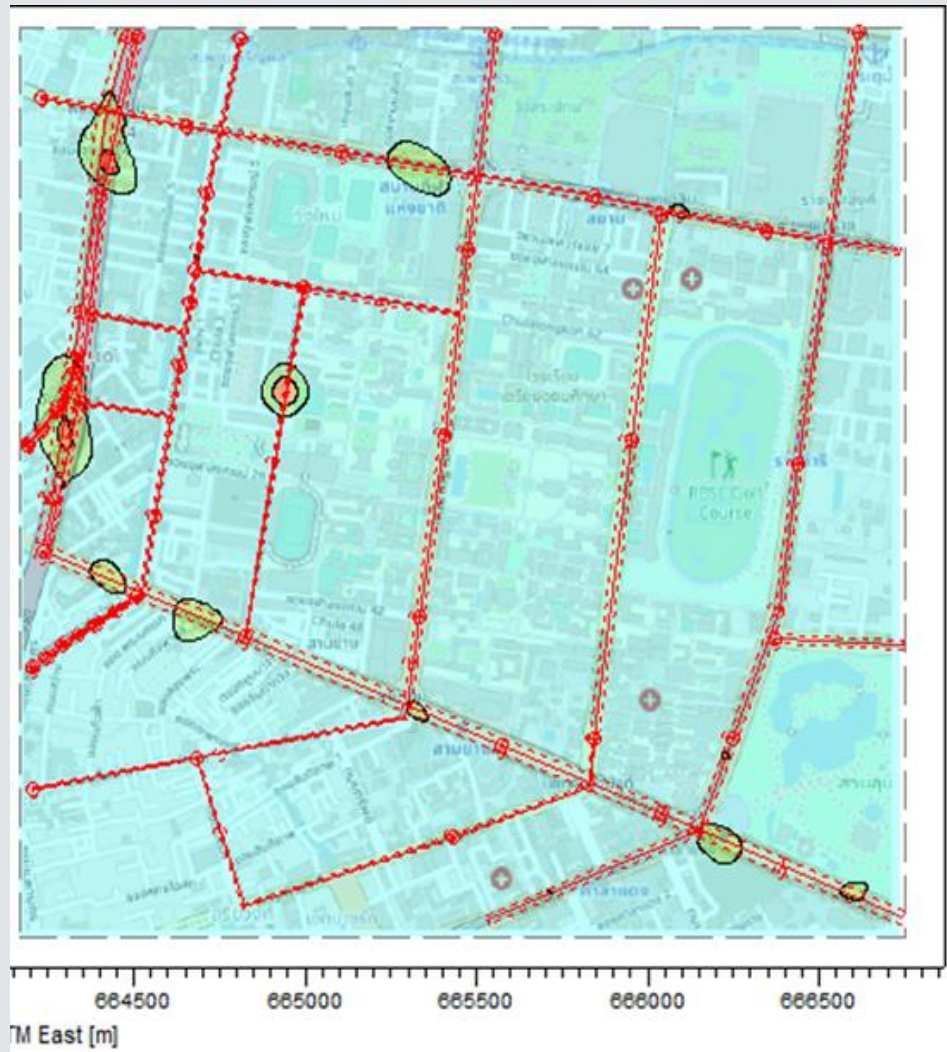
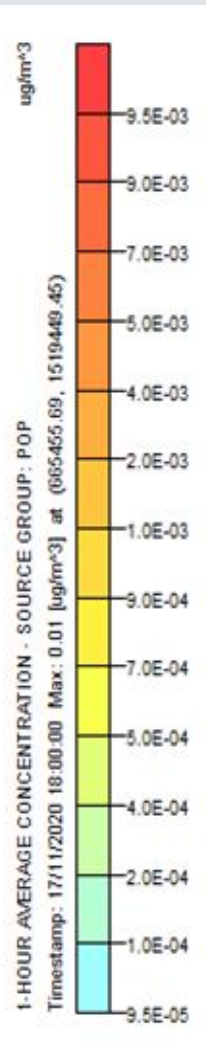
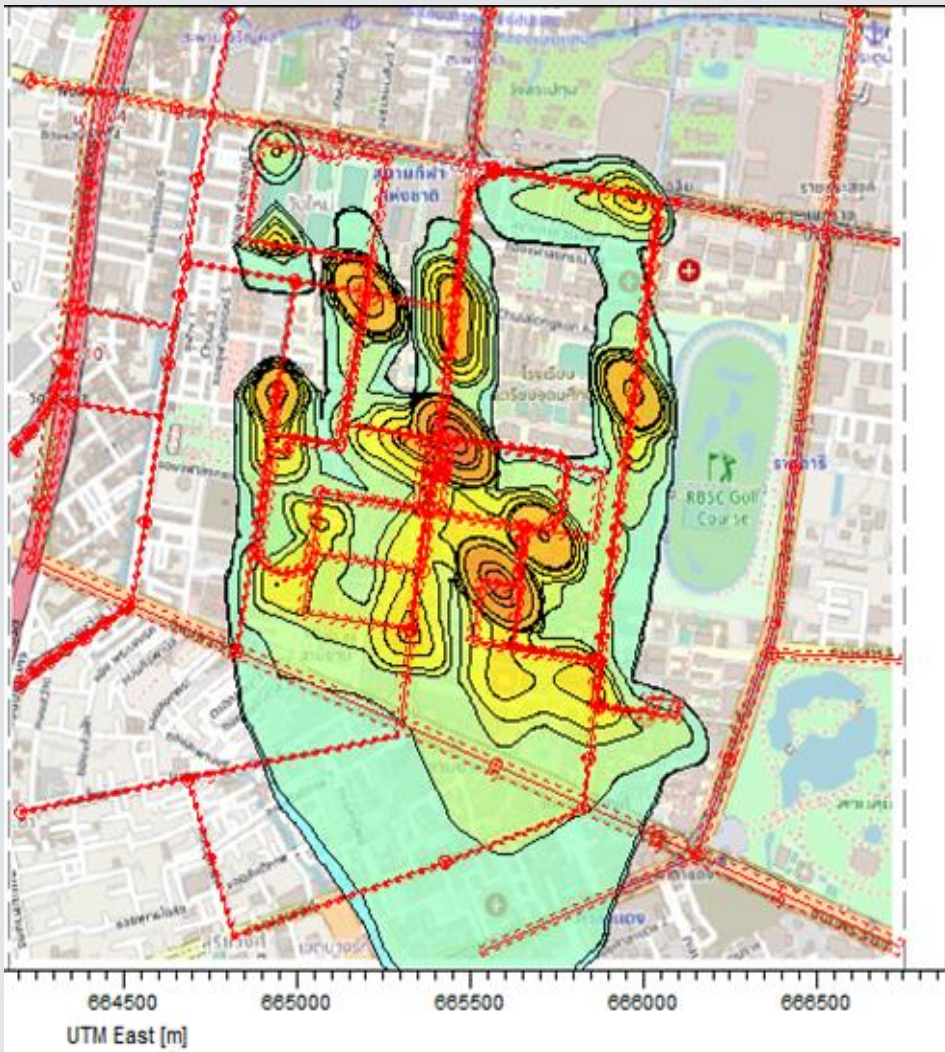
ผลจำลองจำนวนครั้งที่
PM_{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง
เกินค่ามาตรฐานในรอบ 1 ปี
(พ.ศ.2563)



ความเข้มข้นสูงสุด 1 ชั่วโมง ในฉากทัศน์ที่นำดีเซลกลับมาวิ่งแทนรถ EV

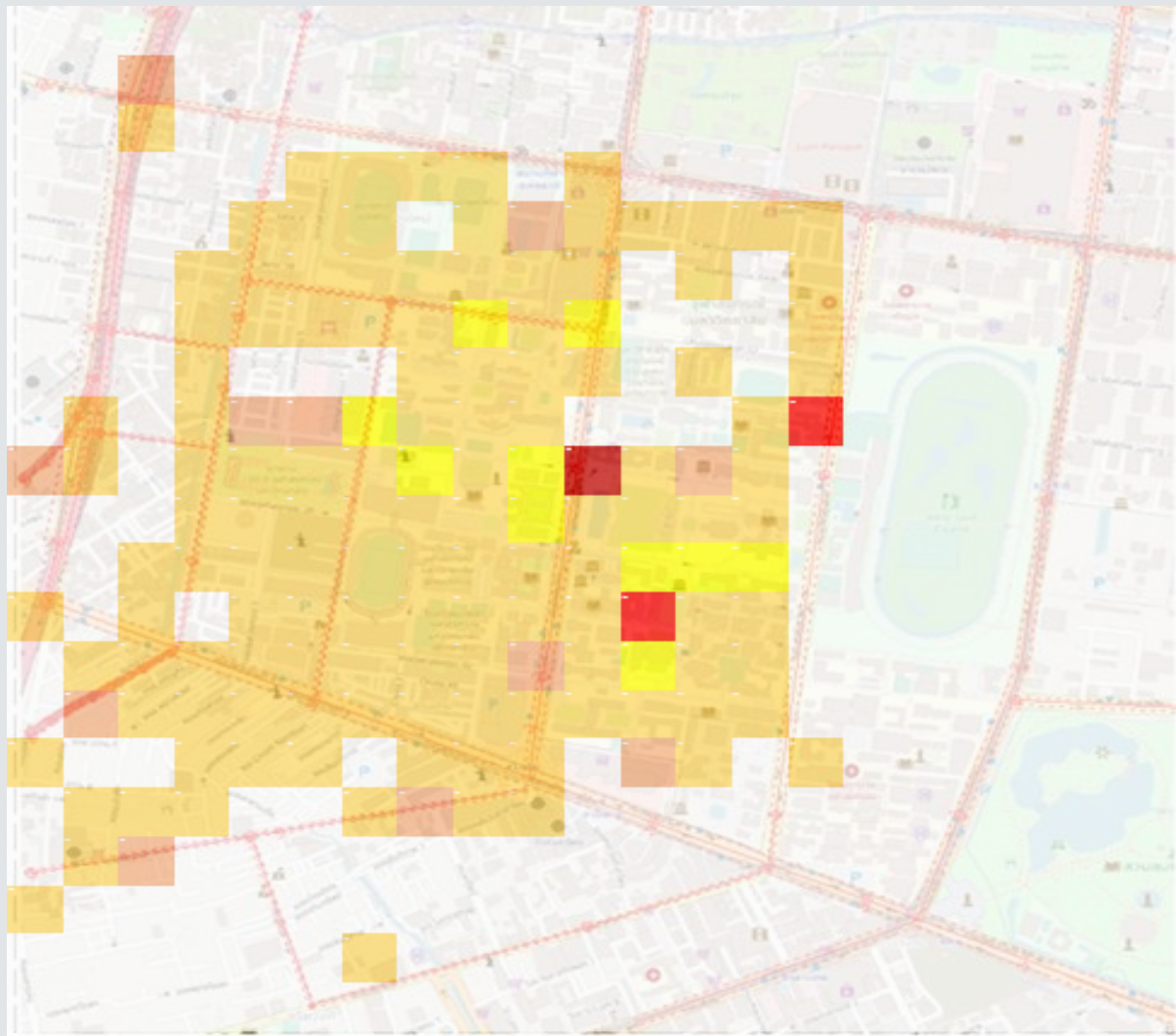
ตัวอย่างการศึกษาจากทัศน
การณ์รถ **CU shuttle
bus** เปลี่ยนจาก **EV**
กลับไปเป็นรถดีเซล





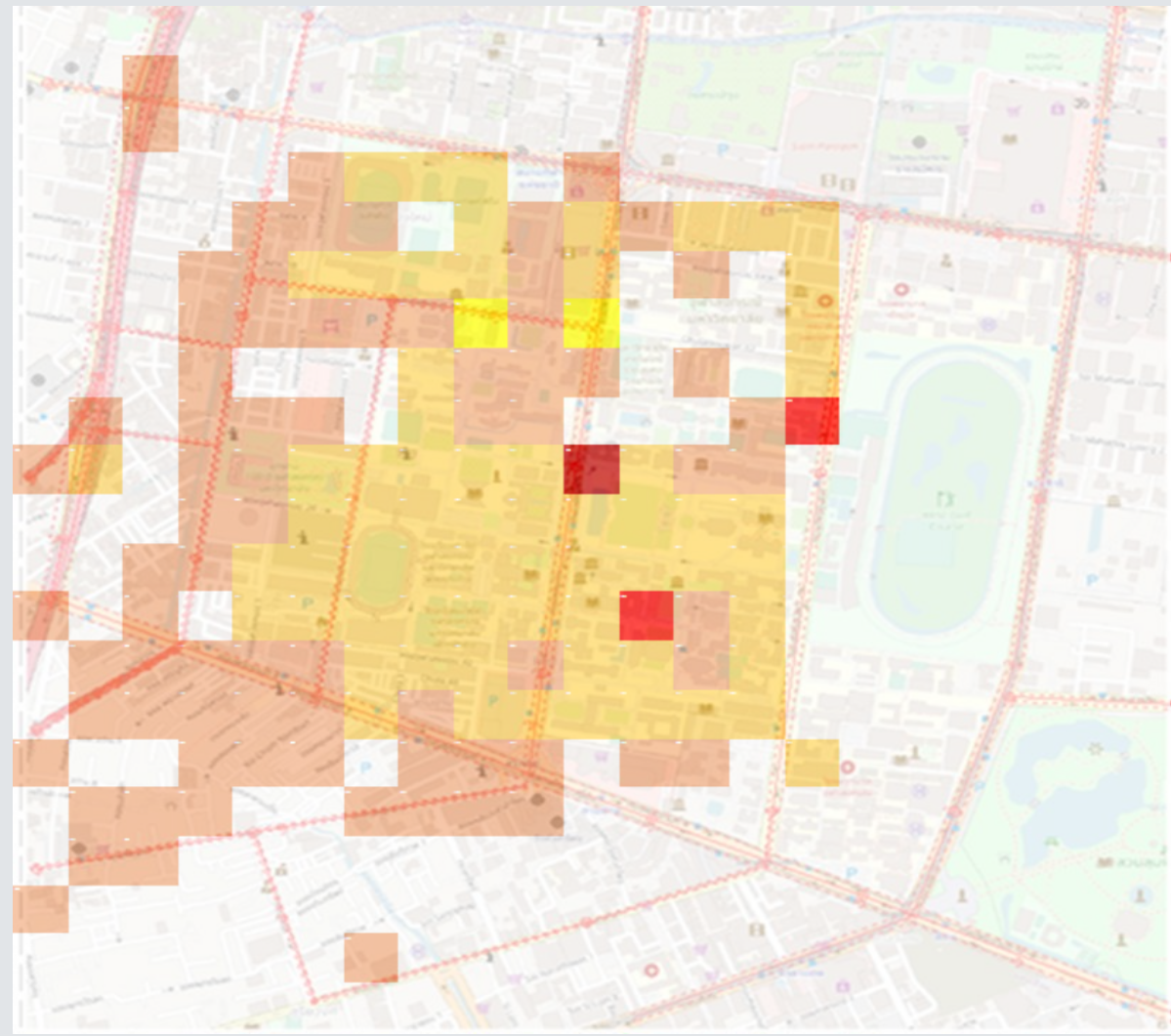
ความเข้มข้นสูงสุด 1 ชั่วโมง จากรถดีเซลที่มาแทนรถ EV

ความเข้มข้นสูงสุด 1 ชั่วโมง โดยนับรวมทุกแหล่งกำเนิด



Unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0 1E-06 1E-05 1E-04 5E-04 6E-04 6.6E-04

ผลต่างความเข้มข้นสูงสุด 1 ชั่วโมง เทียบกับกรณีฐาน



Unit: percent (%) 0 1E-06 1E-05 1E-04 3E-04 4E-04 4.13E-04

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความเข้มข้นสูงสุด 1 ชั่วโมง เทียบกับกรณีฐาน

สามารถศึกษาเพิ่มเติม

กรณีศึกษาบริเวณรอบจุฬาฯ

ในบทความ →

Check for updates

OPEN ACCESS

EDITED BY
Thongchai Kanabkaew,
Thammasat University, Thailand

REVIEWED BY
Sudjit Karuchit,
Suranaree University of Technology,
Thailand
Özgür Zeydan,
Bülent Ecevit University, Türkiye

*CORRESPONDENCE
Win Trivitayanurak,
✉ win.t@chula.ac.th

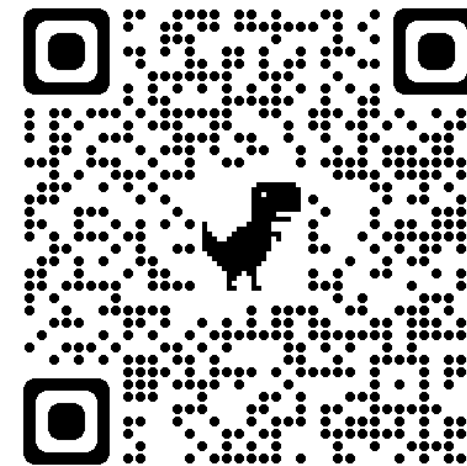
RECEIVED 09 June 2023



Application of a PM_{2.5} dispersion model in the Bangkok central business district for air quality management

Thammaluck Ratanavalachai¹ and Win Trivitayanurak^{1,2*}

¹Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, ²Professor Aroon Sorathesn Center of Excellence in Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand



สแกนเพื่อไปยังหน้า Web บทความ