การกระจายตัวของมลพิษทางอากาศในสถานศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dispersion of Air Pollution by Air Pollution Model Case Study in Kasetsart University

พงศกร จิวาภรณ์คุปต์[1], มาลี กลิ่นกุหลาบ[2]

[1]อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพ

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร บางเขน กรุงเทพ

Pongsakorn Jiwapornkupt[1], Malee Klinkularb[2]

[1]Deparment of Earth Science , Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

[2]Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Phranakhon University, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษาการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการศึกษาจุดตรวจวัดปริมาณแก๊สในบรรยากาศ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติวัดค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงแล้วนำมา คำนวณหาค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง และ 24 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISC (Industrial Source Complex) ได้ผลการตรวจวัดแก๊สในบรรยากาศทั้ง 5 สถานีพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า 0.7-4.4 ppm, 1.5-119.8 ppb และ 2.3-45.6 ppb ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนด ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่า 1.0-2.7 ppm และ 2.7-18.1 ppb ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดไว้ (≤ 9 ppm และ ≤ 120 ppb ตามลำดับ) สถานีที่พบว่ามีความเข้มข้นของแก๊สสูงสุดคือสถานีตรวจวัดประตู 1 ถนนพหลโยธินเมื่อนำค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมงของแก๊สต่างๆ ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษามาคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศพบว่าอยู่ในระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และศึกษาการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ทำให้ทราบว่ามีค่าสูงสุดไม่เกินมาตรฐานแต่ควรมีการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังในพื้นที่กองยานพาหนะและอาคารสถานที่ ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช พืชสวน (หลังคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์)

คำสำคัญ : มลพิษทางอากาศ, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** Corresponding author.** E-mail : fscipsw@ku.ac.th

Abstract

By using a mathematic model to study the dispersion of air pollution across Kasetsart University's area. The measuring was done to determine the quantity of gas in atmosphere by using the automatic analyzer instrument in term of average concentration 1 hour, then computed in average concentration 8 hours and 24 hours. Then under the mathematic model "ISC (Industrial Source Complex)" calibrated for 5 stations to the standard value. The result shown that average concentration 1 hour of carbon monoxide, nitrogen dioxide and sulphur dioxide was about 0.7-4.4 ppm, 1.5-119.8 ppm and 2.3-45.6 ppm respectively, which all are not exceed the standard value stipulated by the Department of pollution control. Meanwhile, the average concentration of 8 hours for carbon monoxide and the average concentration of 24 hours for sulphur dioxide was about 1.0-2.7 ppm and 2.7-18.1 ppb respectively. The standard value which stipulated by the Department of pollution control are ≤ 9 ppm and ≤ 120 ppb respectively. The highest concentration found at the entrance gate 1 station located at Pahonyotin Road. By computing in term of quality index found that quality index was in the level that not impact to local people's health. Together with the studying of the dispersion of air pollution entire area of the Kasetsart University located at Bangken zone found that the highest value not exceeded the standard value, but subject to follow up for watching on some area such as the Department of building and place, Research center and weed flora control, Farm plants garden (behind the faculty of architecture).

Key Word : Air Pollution, Air Pollution Model and Kasetsart University

บทนำ

รถยนต์และยานพาหนะอื่นๆ เป็นสาเหตุสำคัญซึ่งก่อให้เกิดอากาศเสียถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดปัญหามลพิษทางอากาศจึงยังคงเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญไม่น้อยกว่าปัญหาอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานศึกษา ซึ่งจัดเป็นสถานที่ที่ไว ต่อการได้รับผลกระทบ (sensitive area) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เป็นสถานศึกษาที่มีลักษณะพิเศษ โดยมีสถานศึกษาและหน่วยงานราชการอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ประกอบกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีเขตรั้วติดกับถนนสายหลัก ได้แก่ ถนนพหลโยธิน ถนนงามวงศ์วาน และถนนวิภาวดีรังสิต เป็นผลให้มีรถยนต์และยานพาหนะอื่นๆ จำนวนมาก เข้า-ออกอย่างต่อเนื่อง จึงอาจเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศได้โดยเฉพาะเขตการเรียนการสอน ประกอบกับกรุงเทพมหานครได้มีโครงการก่อสร้างถนนเลียบคลองบางเขนเชื่อมต่อถนนวิภาวดีรังสิตและถนนพหลโยธินทำให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีถนนล้อมรอบทั้งสี่ด้าน ซึ่งอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย

วิธีการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับพื้นสถานีตรวจวัดอากาศดอนเมือง โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้ในการ นำเข้าแบบจำลอง ได้แก่ ความสูงฐานเมฆ ทิศทาง และความเร็วลม อุณหภูมิ ปริมาณเมฆ เป็นต้น และข้อมูลความสูงการคลุกเคล้า ของอากาศสถานีตรวจอากาศบางนา กรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ.2548

2. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศทุก 1 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูล 5 วันต่อเนื่องตามมาตรฐานที่ US.EPA. และกรมควบคุมมลพิษกำหนด โดยใช้เครื่องมือ ตรวจวัดแบบอัตโนมัติยี่ห้อ Thermo-Electron Corpora-tion ในสถานีเก็บตัวอย่างแบบเคลื่อนที่ (ภาพที่ 1) และพารามิเตอร์ 3 ชนิด ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) รุ่น 48C ใช้ระบบ Gas Filter Correlation (GFC), แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) รุ่น 43C เป็นการตรวจวัดโดยการแยกแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วย Hydrocarbon Kicker กระตุ้นให้อยู่ในสภาวะเร้าด้วยแสงอัลตราไวโอเลตใน Fluorescene chamber แล้วตกกลับสู่ภาวะปกติพร้อมกับคายพลังงานออกมาในรูปของแสง นำไปตรวจวัดแสงโดยใช้หลอดโฟโต้มัลติพายเออร์ (Photo multiplier tube : PMT) และแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (NO) รุ่น 42C ใช้พื้นฐาน ของหลักการ Chemiluminescent (Thermo Electron Corporation Environmental Instruments, 2004) โดยมีจุดเก็บตัวอย่างใน

ภาพที่ 1 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศชั่วคราว

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทั้งหมด 5 จุด ได้แก่ ประตู 1 ประตู 2 ถนนงามวงศ์วาน ประตู 1 ถนนพหลโยธิน กองกิจการนิสิต และศูนย์เรียนรวม 1 ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างแก๊สในบรรยากาศหมายเลข
(1) กองกิจการนิสิต
(2) ศูนย์เรียนรวม 1
(3) ประตู 1 ถนนพหลโยธิน
(4) ประตู 2 ถนนงามวงศ์วาน และ
(5) ประตู 1 ถนนงามวงศ์วาน

3. นำผลการตรวจวัดระดับความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมง คำนวณระดับความเข้มข้นเฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง พร้อมทั้งคำนวณค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index) ตามรูปแบบที่ US.EPA กำหนด (United States Environ-mental Protection Agency, 1999) โดยมีวิธีการคำนวณตามสมการที่ 1 และค่าอ้างอิงดังตารางที่ 1

$$I_i = \frac{(I_{i,j+1} - I_{i,j})}{(X_{i,j+1} - X_{i,j})}(X_i - X_{i,j}) + I_{i,j} \quad ...(1)$$

I_i = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ

$I_{i,j}$ = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศที่เป็นค่าต่ำสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า I_i นั้น

$I_{i,j+1}$ = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศที่เป็นค่าสูงสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า I_i นั้น

X_i = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากผลการตรวจวัด

$X_{i,j}$ = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เป็นค่าต่ำสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า X_i นั้น

$X_{i,j+1}$ = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เป็นค่าสูงสุดของช่วงพิสัยที่มีค่า X_i นั้น

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีมาตรฐานและเทียบค่าของแก๊สชนิดต่างๆ

ค่าดัชนีมาตรฐาน	SO_2 (24 ชม.)		NO_2 (1 ชม.)		CO_2 (8 ชม.)	
	µg/m^3	ppb	µg/m^3	ppb	µg/m^3	ppm
50	65	25	160	85	5.13	4.48
100	300	120	320	170	10.26	9.00
200	800	305	1,130	600	17.00	14.84
300	1,600	610	2,260	1,202	34.00	29.69
400	2,100	802	3,000	1,594	46.00	40.17
500	2,620	1,000	3,750	1,993	57.50	50.21

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2550)

ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง มากกว่า 300 ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์แสดงระดับผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย โดยกำหนดดัชนีคุณภาพอากาศเท่ากับ 100 เป็นค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้น ของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศ โดยจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ดังนี้

ค่าดัชนี 0-50 (สีฟ้า) ไม่มีผลกระทบ

ค่าดัชนี 50-100 (สีเขียว) ไม่มีผลกระทบ

ค่าดัชนี 101-200 (สีเหลือง) ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน

ค่าดัชนี 201-300 (สีส้ม) ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังภายนอกอาคาร

ค่าดัชนีมากกว่า 300 (สีแดง) บุคคลทั่วไป ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรอยู่ภายในอาคาร

4. นำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา และปริมาณสารมลพิษที่ตรวจวัดได้นำมาวิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้แบบจำลองมลพิษทางอากาศ ISCST3 จาก US. Environmental Protection Agency (US.EPA.) ซึ่งใช้สมการ Gaussian plume แบบ Steady-State เพื่อจำลองอัตราการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดเป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงจากสมการที่ 2 (สมการเบื้องต้นในการคำนวณ) (Rao, 1994)

$$X(x,y,z:H) = \frac{Q}{2\pi U_S \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\left(\frac{y}{2\sigma_y}\right)^2\right]$$

$$\left\{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Z+H}{\sigma_z}\right)^2\right]\right\} \quad ...(2)$$

(x,y,z) = ตำแหน่งที่ต้องการคำนวณ

X = ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษที่ต้องการทราบ (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

Q = อัตราการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิด (กรัมต่อวินาที)

H = ความสูงของแหล่งปล่อยมลพิษและการยกตัวของควัน (เมตร)

σ_y , σ_z = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในแนวราบและแนวดิ่ง (เมตร)

U_s = ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง H (เมตรต่อวินาที)

5. นำข้อมูลที่ประมวลผลได้จากแบบจำลองมานำเสนอในรูปแบบเส้นความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากัน พร้อมเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อวางแผนเสนอแนวทางการควบคุมมลพิษทางอากาศในพื้นที่ศึกษา

ผลการวิจัย

ผลการตรวจวัดค่าปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์รายชั่วโมง โดยวิธีมาตรฐานที่ US.EPA และกรมควบคุมมลพิษกำหนดใน 5 สถานีตรวจวัด สถานีละ 4 วันต่อเนื่องรวมวันหยุด มีค่าในช่วง 1.3-2.9 ส่วนในล้านส่วน (ppm), 14.6-99.2 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) และ 4.3-21.8 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ตามลำดับ ซึ่งสรุปผลการตรวจวัดในตารางที่ 2 เมื่อนำค่าที่ตรวจวัดได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ประกาศตาม US.EPA และกรมควบคุมมลพิษ พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) และผลการตรวจวัดในแต่ละสถานีดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สรายชั่วโมงในบริเวณพื้นที่ศึกษา

สถานีตรวจวัด	วันที่	ความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้		
		CO (ppm)	NO_2 (ppb)	SO_2 (ppb)
กองกิจการนิสิต	ส. 21 ม.ค. 49	1.5-2.8	31.2-99.2	4.5-21.8
	อา. 22 ม.ค. 49	1.3-2.2	17.2-58.6	4.3-10.6
	จ. 23 ม.ค. 49	1.4-2.9	23.8-71.8	4.9-20.5
	อ. 24 ม.ค. 49	1.6-2.9	14.6-72.6	4.5-16.7
ศูนย์เรียนรวม 1	ส. 4 ก.พ. 49	1.0-2.4	2.1-62.4	4.1-26.0
	อา. 5 ก.พ. 49	0.8-1.9	2.1-61.0	5.0-17.2
	จ. 6 ก.พ. 49	0.9-2.8	13.7-85.0	6.1-30.2
	อ. 7 ก.พ. 49	0.9-3.0	11.6-73.3	5.5-24.7
ประตู 1 ถนนพหลโยธิน	ส. 11 ก.พ. 49	1.0-2.6	14.0-71.2	7.0-35.9
	อา. 12 ก.พ. 49	1.0-2.2	3.4-55.7	4.5-25.6
	จ. 13 ก.พ. 49*	1.0-1.3	1.7-17.5	4.4-11.4
	อ.14 ก.พ. 49	1.0-4.4	9.2-119.8	4.7-45.6
ประตู 2 ถนนงามวงศ์วาน	ส. 25 ก.พ. 49	1.5-3.7	22.9-84.3	7.2-32.9
	อา. 26 ก.พ. 49	1.2-2.0	7.2-54.1	5.0-16.8
	จ. 27 ก.พ. 49	1.1-2.3	1.5-34.9	4.4-28.3
	อ. 28 ก.พ. 49	1.1-2.4	2.4-46.1	4.9-26.6
ประตู 1 ถนนงามวงศ์วาน	อา. 5 มี.ค. 49	0.8-1.9	26.0-52.0	2.5-2.9
	จ. 6 มี.ค. 49	0.7-3.2	27.0-56.6	2.3-3.3
	อ. 7 มี.ค. 49	0.7-2.9	23.8-67.8	2.4-3.3
	พ. 8 มี.ค. 49	0.8-2.6	31.1-52.7	2.4-3.2
ค่ามาตรฐาน[1]		**9**	**170**	**300**

หมายเหตุ[1/]

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศประเทศไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพแห่งชาติ พ.ศ.2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ.2547

* วันที่มีฝนตก

จากผลการตรวจวัดในตารางที่ 2 สามารถแสดงผลการตรวจวัดในแต่ละสถานีได้ดังนี้

สถานีตรวจวัดกองกิจการนิสิต ตรวจวัดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าระหว่าง 1.3-2.9 ppm, 14.6-99.2 ppb และ 4.3-21.8 ppb ตามลำดับเนื่องจากในวันหยุดจะมียานพาหนะสัญจรไปมาน้อยกว่าวันธรรมดา ค่าที่ตรวจวัดได้จึงมีความแตกต่างกันในช่วงวันหยุดและวันธรรมดาอย่างชัดเจน

สถานีตรวจวัดศูนย์เรียนรวม 1 ตรวจวัดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าระหว่าง 0.8-3.0 ppm, 2.1-85.0 ppb และ 4.1-30.2 ppb ตามลำดับ พื้นที่บริเวณนี้จัดเป็นเขตการเรียนการสอน ซึ่งมีการห้ามรถมอเตอร์ไซด์รับจ้างและรถที่ไม่มีสติ๊กเกอร์ของมหาวิทยาลัยเข้ามาในช่วงเวลาการเรียนการสอน (7.00-18.00 น.) เป็นผลให้ในช่วงเวลาดังกล่าว สามารถตรวจวัดความเข้มข้นของแก๊สได้น้อยกว่าช่วงเวลาอื่น

สถานีตรวจวัดประตูพหลโยธิน 1 ตรวจวัดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าระหว่าง 1.0-4.4 ppm, 1.7-119.8 ppb และ 4.4-45.6 ppb ตามลำดับ ซึ่งประตูพหลโยธิน 1 จะมียานพาหนะเข้าออกเป็นจำนวนมาก ประกอบกับระยะเวลาที่ตรวจวัดนั้นอยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้างอุโมงค์ลอดแยกเกษตร-นวมินทร์ จึงทำให้การจราจรติดขัดมากกว่าปกติทั้งด้านถนนพหลโยธินและถนนงามวงศ์วาน ส่งผลให้ความเข้มข้นของแก๊สเพิ่มสูงมากขึ้นเป็นค่าสูงสุดที่ตรวจวัดได้ในทุกสถานี และจะมีค่าต่ำในวันหยุด เนื่องจากปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความเข้มข้นแก๊สในบรรยากาศ คือ ในช่วงตรวจวัดมีวันที่ฝนตกหนัก (13 ก.พ. 49) จึงทำให้ค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ของวันนั้นต่ำกว่าปกติในทุกสถานีตรวจวัด

สถานีตรวจวัดประตูงามวงศ์วาน 2 ตรวจวัดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าระหว่าง 1.1-3.7 ppm, 1.5-84.3 ppb และ 4.4-32.9 ppb ตามลำดับ ซึ่งปกติแล้วประตูงามวงศ์วาน 2 จะปิดเวลา 22.00-05.00 น. ผลการตรวจวัดที่ได้จึงเป็นค่าที่ได้จากยานพาหนะที่สัญจรไปมาภายในมหาวิทยาลัยเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ในช่วงเวลาที่ประตูปิดค่าความเข้มข้นของแก๊สที่ได้ต่ำกว่าช่วงเวลาเร่งด่วนและเวลาปกติ

สถานีตรวจวัดประตูงามวงศ์วาน 1 พบว่ามีการตรวจวัดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าระหว่าง 0.7-3.2 ppm, 23.8-67.8 ppb และ 2.3-3.3 ppb ตามลำดับ ช่วงความเข้มข้นในแต่ละวันของแก๊สมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากประตูนี้มีการเข้าออกของยานพาหนะเป็นจำนวนมากและเปิดตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเย็น (6.30-9.00 น. และ 15.30-18.00 น.) ค่าความเข้มข้นของแก๊สสูงขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

ดัชนีคุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศสามารถคำนวณได้โดยการนำค่าเฉลี่ยราย 8 ชั่วโมงของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ 1 ชั่วโมงของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ และ 24 ชั่วโมงของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของแต่ละวันในแต่ละสถานีมาคำนวณโดยใช้มาตรฐานของ US.EPA และกรมควบคุมมลพิษที่ได้กำหนดไว้เป็นสมการดัชนีคุณภาพอากาศ พบว่า ค่าดัชนีคุณภาพอากาศของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์มีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแก๊สอื่น จึงนำมาใช้เป็นตัววัดระดับคุณภาพอากาศซึ่งคำนวณค่าดัชนีต่ำสุดเท่ากับ 15.1 และดัชนีสูงสุดเท่ากับ 70.5 เป็นค่าที่พบในบริเวณสถานีตรวจวัดประตู 1 ถนนพหลโยธิน ซึ่งเป็นผลเนื่องจากยานพาหนะจำนวนมากที่เข้าออกในบริเวณนั้น ทำให้เกิดแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์มากขึ้นค่าที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100 ทำให้ทราบว่าคุณภาพอากาศในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน อยู่ในระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพและสรุปผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพอากาศดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index, AQI) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานีตรวจวัด	วันที่	CO (8hr)[1] (ppm)	NO_2 (ppb)	SO_2 (24hr) (ppb)	AQI[2]
กองกิจการนิสิต	ส. 21 ม.ค. 49	2.1	99.2	10.6	58.4*
	อา. 22 ม.ค. 49	1.7	58.6	7.2	34.5*
	จ. 23 ม.ค. 49	2.4	71.8	9.8	42.2*
	อ. 24 ม.ค. 49	2.4	72.6	8.2	42.7*
ศูนย์เรียนรวม 1	ส. 4 ก.พ. 49	1.9	62.4	10.3	36.7*
	อา. 5 ก.พ. 49	1.5	61.0	10.6	35.9*
	จ. 6 ก.พ. 49	1.9	85.0	14.3	50.0*
	อ. 7 ก.พ. 49	2.2	73.3	14.1	43.1*
ประตู 1 ถนนพหลโยธิน	ส. 11 ก.พ. 49	2.0	71.2	18.1	41.9*
	อา. 12 ก.พ. 49	1.6	55.7	11.8	32.8*
	จ. 13 ก.พ. 49*	1.2	17.5	7.0	15.1*
	อ.14 ก.พ. 49	2.7	119.8	16.0	70.5*
ประตู 2 ถนนงามวงศ์วาน	ส. 25 ก.พ. 49	2.7	84.3	16.6	49.6*
	อา. 26 ก.พ. 49	1.5	54.1	8.0	31.8*
	จ. 27 ก.พ. 49	1.6	34.9	10.4	25.8*
	อ. 28 ก.พ. 49	1.9	46.1	11.0	27.1*
ประตู 1 ถนนงามวงศ์วาน	อา. 5 มี.ค. 49	1.6	52.0	2.7	30.6*
	จ. 6 มี.ค. 49	1.8	56.6	2.8	35.3*
	อ. 7 มี.ค. 49	1.8	67.8	2.7	39.9*
	พ. 8 มี.ค. 49	1.9	52.7	2.7	31.0*
ค่ามาตรฐาน[1]		**9**	**170**	**300**	**100**

หมายเหตุ :

[1/] ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมงสูงสุดในแต่ละวันในช่วงเวลา 1.00-8.00, 9.00-16.00, 17.00-0.00 น. [2/] AQI = Air Quality Index หรือดัชนีคุณภาพอากาศในรูปแบบสากลตามมาตรฐาน US.EPA (United States Environmental Protection Agency, 1999)

* ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์สูงสุด

การศึกษาคุณภาพอากาศโดยใช้แบบจำลอง Industrial Source Complex Short Term Version 3 (ISCST3) โดย US EPA

การใช้ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา นำเข้าแบบจำลอง ISCST3 ซึ่งแสดงผลค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง สำหรับแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสำหรับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์และค่าเฉลี่ยสูงสุดอันดับ 1 และ 2 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดอันดับ 1 และ 2 เป็นการกำหนดปริมาณสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดให้มีค่าเพิ่มขึ้น เพื่อคาดคะเนปริมาณสารมลพิษสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น ได้ลักษณะเส้นความเข้มข้นของแก๊สดังภาพที่ 3-11 สรุปผลการศึกษาในตารางที่ 4 และแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

ภาพที่ 3 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมงบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 4 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงสุดอันดับ 1 บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 5 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงสุดอันดับ 2 บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

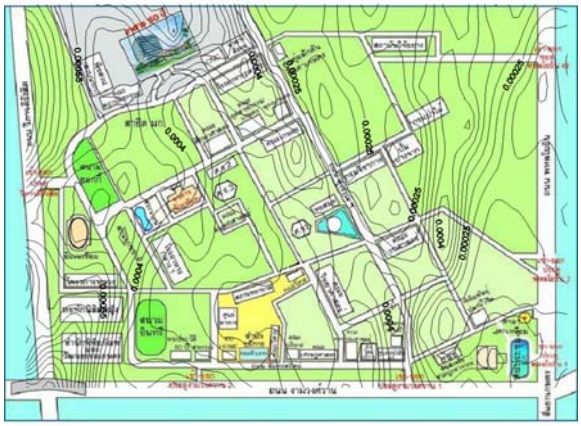
ภาพที่ 6 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 7 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงสุดอันดับ 1 บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 8 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สไนโตรเจน-ไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงสุดอันดับ 2 บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สซัลเฟอร์-ไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงสุดอันดับ 1 บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 9 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สซัลเฟอร์-ไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 ระดับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊สซัลเฟอร์-ไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สูงสุดอันดับ 1 บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ผลการประเมินค่าความเข้มข้นของแก๊สในบรรยากาศจากแบบจำลอง ISCST3

พารามิเตอร์	ค่าจากแบบจำลอง (ppb)		พื้นที่ที่พบค่าความเข้มข้นสูงสุด
	ต่ำสุด	สูงสุด	
CO (เฉลี่ย 1 ชั่วโมง)	0.008	0.032	ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช
CO อันดับ 1	0.260	0.680	กองยานพาหนะ และอาคารสถานที่
CO อันดับ 2	0.220	0.620	วิทยาลัยสิ่งแวดล้อมกองยานพาหนะฯ
ค่ามาตรฐาน	**9**		
NO_2 (เฉลี่ย 1 ชั่วโมง)	0.00015	0.00070	อาคารสารสนเทศ 50 ปี
NO_2 อันดับ 1	0.0060	0.0150	ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช, กองยานพาหนะ
NO_2 อันดับ 2	0.0055	0.0145	ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช, กองยานพาหนะ
ค่ามาตรฐาน	**0.17**		
SO_2 (เฉลี่ย 1 ชั่วโมง)	0.00005	0.00018	พืชสวน (หลังคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์)
SO_2 อันดับ 1	0.00030	0.00070	พืชสวน (หลังคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์)
SO_2 อันดับ 2	0.00019	0.00055	หอพักนิสิตหญิง, สำนักพิพิธภัณฑ์ฯ
ค่ามาตรฐาน	**0.30**		

แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์มีความเข้มข้นต่ำสุดเท่ากับ 0.008 ppm และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.032 ppm บริเวณศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืชเป็นพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์มากที่สุด

แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์มีความเข้มข้นต่ำสุดเท่ากับ 0.00015 ppm และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.00070 ppm บริเวณอาคารสารสนเทศ 50 ปี เป็นพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์มากที่สุด

แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีความเข้มข้นต่ำสุดเท่ากับ 0.00005 ppm และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.00018 ppm บริเวณพืชสวนเป็นพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากแก๊สซัลเฟอร์-ไดออกไซด์มากที่สุด

การอภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เมื่อนำผลการตรวจวัดมาคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศ พบว่าค่าสูงสุดที่นำมาคำนวณจะเกิดจากแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้งสิ้น โดยแหล่งกำเนิดแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์เกิดจากกระบวนการสันดาปในเครื่องยนต์ต่างๆ ประกอบกับผลการตรวจวัดในแต่ละสถานีพบว่า บริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นทำให้แก๊สชนิดต่างๆ ในบรรยากาศมีค่าสูงขึ้นโดยเฉพาะสถานีตรวจวัดที่อยู่ติดกับถนนใหญ่ เมื่อนำผลทดสอบการกระจายตัวของสารมลพิษโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Industrial Source Complex ที่เสนอแนะโดย US EPA และกำหนดให้ปริมาณสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดให้มีค่าเพิ่มขึ้น ตามกิจกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น พบว่ายังมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานและแสดงให้เห็นว่าในเขตการเรียนการสอนซึ่งอยู่ในพื้นที่ตอนในของมหาวิทยาลัยเป็นเขตที่มลพิษทางอากาศต่ำกว่าเขตรอบนอกของมหาวิทยาลัย ถ้าโครงการก่อสร้างถนนเลียบคลองแล้วเสร็จจะทำให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีปริมาณมลพิษทางอากาศสูงขึ้น จึงควรมีมาตรการลดผลกระทบทางด้านคุณภาพอากาศเพิ่มขึ้น เช่น ก่อสร้างอาคารจอดรถพร้อมมาตรการจูงใจในการใช้อาคารดังกล่าว ปรับระบบการเดินรถสวัสดิการให้ครอบคลุมพื้นที่และมีกำหนดเวลาในการรับส่งได้ชัดเจน รวมถึงกำหนดพื้นที่เขตการเรียนการสอนห้ามพาหนะบางชนิดเข้า เป็นต้น พร้อมทั้งมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง

สรุป

การศึกษาการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศในสถานศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการตรวจวัดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พร้อมทั้งศึกษาการกระจายตัวของแก๊สโดยใช้แบบจำลองแล้วมีค่าสูงสุดไม่เกินมาตรฐาน แต่ควรมีการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังในพื้นที่เหล่านี้ ได้แก่ กองยานพาหนะและอาคารสถานที่, ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืช, พืชสวน (หลังคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์)

2. สาเหตุการเกิดสารมลพิษทางอากาศในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มาจากยานพาหนะโดยสารมลพิษหลักได้แก่ แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังมีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นองค์ประกอบ

3. แนวทางลดผลกระทบจากมลพิษทางอากาศโดยการจัดเขตการเรียนการสอน ควบคุมปริมาณรถยนต์โดยการใช้บริการที่จอดรถของมหาวิทยาลัยหรือใช้บริการรถสาธารณะรณรงค์ให้บุคลากรใช้จักรยานหรือการเดินมากขึ้น หรือวิธีลดสารมลพิษทางอากาศโดยการปลูกต้นไม้ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สามัคคี บุณยะวัฒน์ หัวหน้าโครงการวิจัย การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการทางลอดแยกเกษตรศาสตร์-นวมินทร์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องมือและการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2546). *มาตรฐานคุณภาพอากาศ.* วันที่ค้นข้อมูล 29 ธันวาคม, 2550. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html.

____. (2550). *ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index AQI).* วันที่ค้นข้อมูล 29 ธันวาคม, 2550. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/air_aqi.htm

Rao, C.S. (1994). *Environmental Pollution Control Engineering.* (2 nd ed.). India : Wiley Eastern Limited.

United States Environmental Protection Agency. (1999). *Guideline for Reporting of Daily Air Quality - Air Quality Index (AQI), 40 CFR Part 58, Appendix G.*

Thermo Electron Corporation Environmental Instruments. (2004). *Instruction Manual Model 48C CO Analyzer.* Massachusetts : Thermo Electron Corporation.

____. (2004). *Instruction Manual Model 42C NO-NO_2-NO_x Analyzer.* Massachusetts: Thermo Electron Corporation.

____. (2004). *Instruction Manual Model 43C SO_2 Analyzer.* Massachusetts: ThermoElectron Corporation.