

## ระดับมลพิษอากาศใกล้ทางพิเศษ: การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่สภาวะต่างๆ กัน

สุดจิต ครุจิต<sup>1</sup> และ ธีรรัตน์ ครุจิต<sup>2</sup>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง นครราชสีมา 30000

รับเมื่อ 28 มิถุนายน 2548 ตอรับเมื่อ 5 กันยายน 2548

### บทคัดย่อ

ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อระดับมลพิษอากาศบริเวณใกล้ทางพิเศษ มีความสำคัญและจำเป็นต่อการวางแผนเพื่อลดและป้องกันปัญหามลพิษอากาศสำหรับประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าว และต่อการวางแผนโครงการในอนาคต บทความนี้นำเสนอผลการวิจัยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับมลพิษประเภทแก๊ส 4 ชนิด ได้แก่ CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, และ SO<sub>2</sub> และประเภทอนุภาค 3 ชนิด ได้แก่ Pb, PM<sub>10</sub>, และ TSP ในสภาวะที่แตกต่างกันของปัจจัยที่มีผลต่อระดับมลพิษ เพื่อระบุปัจจัยที่สามารถใช้แบ่งกลุ่มของระดับมลพิษอากาศใกล้ทางพิเศษออกเป็นกลุ่มมลพิษสูงและต่ำ โดยใช้ข้อมูลการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของโครงการทางพิเศษฉลองรัชในปี พ.ศ. 2544

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าระดับมลพิษเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่แบ่งโดยเกณฑ์จากปัจจัยที่ศึกษา สรุปปัจจัยหลักที่สามารถซึ่งกลุ่มที่มีระดับมลพิษสูงหรือต่ำ ได้แก่ ช่วงเวลาของวัน ปริมาณยานพาหนะรวม และระยะห่างจากทางพิเศษ ส่วนปัจจัยด้านความเร็วลมและทิศทางลมไม่พบแนวโน้มในการชี้ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ชัดเจน นอกจากนี้พบว่า NO<sub>2</sub> เป็นตัวชี้วัดผลกระทบจากการจราจรที่ดีกว่ามลพิษอื่น

**คำสำคัญ :** มลพิษอากาศ / ทางพิเศษ / การเปรียบเทียบระดับมลพิษ / ปัจจัยที่มีผลต่อมลพิษ

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

<sup>2</sup> ผู้ช่วยวิจัย สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

## Air Pollutant Levels near Expressway: Comparison of Mean Values at Different Conditions

Sudjit Karuchit <sup>1</sup> and Tanyarut Karuchit <sup>2</sup>

Suranaree University of Technology, Muang, Nakohn Ratchasima 30000

*Received 28 June 2005 ; accepted 5 September 2005*

### Abstract

Understanding the effectual factors of pollutants levels near expressways is essential and necessary for planning air pollution prevention program for nearby population and for planning future expressway projects. This paper presents the results of a research which compares the mean concentration values of four gaseous pollutants: CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, and SO<sub>2</sub>; and three particulate pollutants: Pb, PM<sub>10</sub>, and TSP, at different conditions. It determined the factors that can be used to separate between high and low concentration level groups. The data used are the air quality monitoring data of the Chalongrat Expressway in 2001.

Tests for mean concentration difference between groups divided using criteria derived from studied factors yielded several factors that can separate between high and low concentration level groups. They include time of the day, number of vehicle, and distance from the expressway. On the other hand, factors that do not appear to be good separators are wind speed and wind direction. Moreover, NO<sub>2</sub> is found to be the best indicator of traffic air pollution.

**Keywords** : Air Pollution / Expressway / Concentration Comparison / Pollutant Factors

---

<sup>1</sup> Assistant Professor, School of Environmental Engineering, Institute of Engineering.

<sup>2</sup> Research Assistant, School of Environmental Engineering, Institute of Engineering.

## 1. บทนำ

โครงการระบบทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยที่ได้เปิดให้บริการแก่ประชาชนมี 5 โครงการ คือ ทางพิเศษเฉลิมมหานคร ทางพิเศษศรีรัช ทางพิเศษฉลองรัช ทางพิเศษอุดรรัถยา และทางพิเศษบูรพาวิถี รวมระยะทางทั้งสิ้นกว่า 170 กิโลเมตร อย่างไรก็ตาม การเกิดขึ้นของโครงการขนาดใหญ่เช่นนี้ ก็ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วย โดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงกับที่แนวของทางพิเศษพาดผ่าน ผลกระทบที่สำคัญ ได้แก่ ด้านคุณภาพอากาศ เสียง ความสั่นสะเทือน ทั้งนี้การทางพิเศษแห่งประเทศไทยได้ทำการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา ซึ่งแม้จะพบว่าระดับมลพิษที่ตรวจวัดยังอยู่ในเกณฑ์ของค่ามาตรฐานก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่สำคัญในอนาคต เช่น ปริมาณการจราจร สัดส่วนของยานพาหนะ ลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณใกล้ทางพิเศษ และอื่นๆ เพียงปัจจัยเดียวหรือพร้อมกันหลายปัจจัย รวมถึงการเกิดขึ้นใหม่ของโครงการทางพิเศษ ก็อาจส่งผลให้ระดับมลพิษบางตัวสูงเกินมาตรฐานหรือเกินกว่าที่ควรได้ ดังนั้นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษอากาศกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับโครงการทางพิเศษ และปัจจัยอื่นๆ จึงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการวางแผนและนโยบายของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อลดและป้องกันปัญหามลพิษอากาศ ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้ทางด่วน

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษอากาศกับปัจจัยอื่นๆ มีการศึกษาและมีการรายงานผลในแง่มุมต่างๆ อยู่อย่างกว้างขวางพอสมควร ([1-5]) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในลักษณะที่ใกล้เคียงการศึกษาครั้งนี้ คือพิจารณาที่ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศใกล้ทางพิเศษกับปัจจัยด้านอื่นๆ โดยเฉพาะด้านการจราจร มีไม่มากนัก และในประเทศไทยยังไม่มีผู้ทำการศึกษาในประเด็นของความสัมพันธ์ดังกล่าวมานี้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินโครงการวิจัยที่นำข้อมูลการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของการทางพิเศษ ในปีที่มีการเก็บข้อมูลด้านการจราจรในขณะตรวจวัดมลพิษอากาศ [6] มาทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษอากาศในพื้นที่ใกล้ทางพิเศษกับปัจจัยต่างๆ ที่น่าจะส่งผลต่อระดับมลพิษ โดยบทความนี้นำเสนอผลการวิจัยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับมลพิษที่สถานะที่แตกต่างกันของปัจจัย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุปัจจัยที่สามารถใช้แบ่งกลุ่มของระดับมลพิษอากาศใกล้ทางพิเศษออกเป็นกลุ่มมลพิษสูงและต่ำ มลพิษที่ศึกษา ได้แก่ CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, Pb, PM<sub>10</sub>, และ TSP ซึ่งตรวจวัด ณ สถานีตรวจวัด 6 สถานี ซึ่งห่างจากทางพิเศษฉลองรัช ในช่วงตั้งแต่ 25-180 เมตร และตรวจวัดสถานีละ 3 วัน ในช่วงกรกฎาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2544

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยระดับมลพิษได้แยกพิจารณาตามปัจจัยหลักที่คาดว่าจะมีผลต่อระดับมลพิษ ได้แก่ สภาพการจราจร สภาพอุณหภูมิมลพิษ และระยะห่างจากทางพิเศษ โดยในแต่ละปัจจัยจะทำการกำหนดเกณฑ์เพื่อแบ่งกลุ่มและหาค่าเฉลี่ยระดับมลพิษของแต่ละกลุ่ม และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้วิธี Independent Sample T-Test ทดสอบสมมติฐานแบบด้านเดียว (One-sided test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และมีสมมติฐานทั่วไปดังนี้

สมมติฐานว่าง คือ ระดับมลพิษเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 เท่ากับกลุ่มที่ 2 ( $H_0: (\mu_1 - \mu_2) = 0$ )

สมมติฐานแย้ง คือ ระดับมลพิษเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 ( $H_1: (\mu_1 - \mu_2) > 0$ ) หรือระดับมลพิษเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ( $H_1: (\mu_1 - \mu_2) < 0$ )

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

1) ข้อมูลมลสาร สำหรับมลสารประเภทแก๊ส ได้แก่  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ , และ  $\text{O}_3$  เป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยทุก 1 ชั่วโมง ส่วนมลสารประเภทอนุภาค ได้แก่  $\text{Pb}$ ,  $\text{PM}_{10}$ , และ  $\text{TSP}$  เป็นข้อมูลค่าเฉลี่ยทุก 24 ชั่วโมง ซึ่งทั้งหมดได้จากการตรวจวัดโดยใช้วิธีการตรวจวัดมาตรฐานสำหรับการตรวจวัดอากาศในบรรยากาศทั่วไปตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และในการวิเคราะห์ห่มลพิษที่เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงจะทำการวิเคราะห์กับข้อมูลปัจจัยที่เป็นค่ารายชั่วโมง ส่วนมลพิษที่เป็นค่าเฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง จะทำการวิเคราะห์กับข้อมูลปัจจัยที่เป็นค่ารายวัน

2) ข้อมูลการจราจร ได้แก่ ปริมาณรวมของยานพาหนะบนทางพิเศษและบนถนนเลียบใต้ทางพิเศษ คือ ถนนประดิษฐ์มนูธรรม ได้จากการตรวจนับรายชั่วโมงในช่วงเวลาเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างอากาศ

3) ข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลม เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง รวบรวมจากสถานีตรวจวัดที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษา คือ สถานีตรวจวัดห้วยขวาง ของกรมควบคุมมลพิษ สำหรับค่าทิศทางลมที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้ทำการปรับแก้เพื่อให้ค่าทิศทางลมสะท้อนอิทธิพลของแหล่งกำเนิดคือทางพิเศษและถนน ที่มีต่อผู้รับคือสถานีตรวจวัดทั้ง 6 สถานี ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ กันเทียบกับทางพิเศษ โดยให้ลมที่พัดตั้งฉากกับทางพิเศษเข้าสู่สถานี มีค่าทิศทางเป็น 0 องศา ลมที่พัดขนานกับทางพิเศษ มีค่าทิศทางเป็น 90 องศา (ไม่ว่าจะขนานไปด้านใด) และลมที่พัดย้อนกลับจากสถานีไปตั้งฉากกับทางพิเศษ มีค่าทิศทางเป็น 180 องศา ดังนั้น ค่าทิศทางใหม่จะมีค่าตั้งแต่ 0-180 องศา โดยค่าองศาที่น้อยแสดงว่ามลพิษอากาศจากทางพิเศษถูกพัดเข้าสู่สถานีมาก ซึ่งระดับมลพิษที่วัดได้น่าจะสูงกว่ากรณีค่าองศาที่มาก

4) ข้อมูลสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบชั่วคราวทั้ง 6 แห่ง ได้แก่ ตำแหน่งของสถานีตรวจวัด ดังแสดงในรูปที่ 1 และระยะห่างของสถานีจากทางพิเศษ โดยสถานีที่ 1 บริเวณซอยอยู่เย็น มีระยะห่าง 40 ม., สถานีที่ 2 บริเวณโรงเรียนคลองทรงกระเทียม มีระยะห่าง 180 ม., สถานีที่ 3 บริเวณหมู่บ้านออร์คิดวิลล่า มีระยะห่าง 40 ม., สถานีที่ 4 บริเวณหมู่บ้านธารารมณ มีระยะห่าง 150 ม., สถานีที่ 5 บริเวณโรงเรียนสวนรั้ววิทยาคม มีระยะห่าง 180 ม., และสถานีที่ 6 บริเวณถนนโยธินพัฒนา มีระยะห่าง 25 ม.

### 3. ผลการศึกษา

สถิติพรรณนาของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาแสดงไว้ในบทความซึ่งนำเสนอผลการศึกษาร่วมอื่น [7] ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่าไม่มีมลพิษตัวใดมีค่าเกินมาตรฐานในช่วงเวลาที่ตรวจวัด มลพิษทุกตัวมีความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างต่ำและส่วนใหญ่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นใกล้เคียงแบบ Lognormal

ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับมลพิษที่สภาวะที่แตกต่างกันของปัจจัย ได้ผลการวิเคราะห์สำหรับมลพิษประเภทแก๊สและอนุภาค แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยมีเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มและผลการทดสอบทางสถิติดังต่อไปนี้

### 3.1 ปัจจัยด้านการจราจร

#### *ช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงเวลาปกติ*

การศึกษานี้ได้เลือกช่วงเวลาเร่งด่วนโดยใช้ข้อมูลปริมาณยานพาหนะประกอบการพิจารณา โดยให้ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า คือเวลา 6:00-9:00 น. และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น คือเวลา 16:00-19:00 น. จากการวิเคราะห์ที่ตั้งสมมติฐานแย้งว่าระดับมลพิษประเภทแก๊สในช่วงเวลาเร่งด่วนสูงกว่าช่วงเวลาปกติ พบว่ายอมรับสมมติฐานแย้งใน 3 กรณี คือ  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , และ  $\text{SO}_2$  มีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วนสูงกว่าช่วงเวลาปกติ แต่ยอมรับสมมติฐานว่างสำหรับ  $\text{O}_3$  คือไม่พบหลักฐานว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วนสูงกว่าช่วงเวลาปกติ

#### *ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น*

จากการวิเคราะห์ที่ตั้งสมมติฐานแย้งว่าระดับมลพิษประเภทแก๊สในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นสูงกว่าช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า พบว่ายอมรับสมมติฐานแย้งเป็นส่วนใหญ่เช่นกัน คือพบว่า  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , และ  $\text{SO}_2$  มีค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นสูงกว่าช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ยกเว้นกรณีของ  $\text{CO}$  ซึ่งยอมรับสมมติฐานว่าง และค่าเฉลี่ยของ  $\text{CO}$  ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าสูงกว่าช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

#### *ปริมาณยานพาหนะรวม*

ในกรณีของมลพิษประเภทแก๊ส เลือกช่วงปริมาณยานพาหนะรวมสูงและต่ำโดยใช้ค่า percentile ที่ 75 และ 25 เป็นค่าแบ่ง สำหรับทางพิเศษให้จำนวนยานพาหนะรวมที่สูงกว่าค่า percentile ที่ 75 ซึ่งเท่ากับ 1,562 คันต่อชั่วโมง เป็นกลุ่มปริมาณสูง และให้จำนวนยานพาหนะรวมที่ต่ำกว่าค่า percentile ที่ 25 ซึ่งเท่ากับ 474 คันต่อชั่วโมง เป็นกลุ่มปริมาณต่ำ ในทำนองเดียวกัน สำหรับถนน ให้จำนวนยานพาหนะรวมที่สูงกว่าค่า percentile ที่ 75 ซึ่งเท่ากับ 7,544 คันต่อชั่วโมง เป็นกลุ่มปริมาณสูง และให้จำนวนยานพาหนะรวมที่ต่ำกว่าค่า percentile ที่ 25 ซึ่งเท่ากับ 3,148 คันต่อชั่วโมง เป็นกลุ่มปริมาณต่ำ ส่วนในกรณีของมลพิษประเภทอนุภาค เนื่องจากข้อมูลมลพิษประเภทอนุภาคเป็นข้อมูลรายวัน มีทั้งสิ้น 18 วัน และข้อมูลปริมาณยานพาหนะมีเพียง 8 วัน จึงไม่ทำการวิเคราะห์ในปีจจัยนี้

จากการวิเคราะห์ที่ตั้งสมมติฐานแย้งว่าระดับมลพิษเมื่อปริมาณยานพาหนะรวมสูงมีค่าสูงกว่าเมื่อปริมาณยานพาหนะรวมต่ำ พบว่าสำหรับมลพิษประเภทแก๊ส 3 ประเภท คือ  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ , และ  $\text{SO}_2$  ยอมรับสมมติฐานแย้งกล่าวคือระดับมลพิษเฉลี่ยสูงเมื่อปริมาณยานพาหนะสูง ทั้งในกรณียานพาหนะบนทางพิเศษและกรณียานพาหนะบนถนน ส่วน  $\text{CO}$  พบว่าไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยในช่วงปริมาณยานพาหนะสูงมีค่ามากกว่าช่วงปริมาณยานพาหนะต่ำ

### 3.2 ปัจจัยด้านอนุภาคมวิทยา

#### ความเร็วลม

ในกรณีของมลพิษประเภทแก๊ส เลือกแบ่งกลุ่มสำหรับช่วงความเร็วลมสูงและต่ำโดยใช้ค่า percentile ที่ 75 และ 25 เป็นค่าแบ่ง นั่นคือ ให้ค่าความเร็วลมที่สูงกว่าค่า percentile ที่ 75 ซึ่งเท่ากับ 1.8 ม.ต่อวินาที เป็นกลุ่มความเร็วลมสูง และให้ค่าความเร็วลมที่ต่ำกว่าค่า percentile ที่ 25 ซึ่งเท่ากับ 1.0 ม.ต่อวินาที เป็นกลุ่มความเร็วลมต่ำ ส่วนในกรณีของมลพิษประเภทอนุภาค เนื่องจากข้อมูลมีจำกัด จึงเลือกใช้ค่ามัธยฐานแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม และให้ค่าความเร็วลมที่สูงและต่ำกว่าค่ามัธยฐานซึ่งเท่ากับ 1.44 ม.ต่อวินาที เป็นกลุ่มความเร็วลมสูงและต่ำ ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ที่ตั้งสมมติฐานแย้งว่าระดับมลพิษในช่วงเวลาที่มีความเร็วลมต่ำจะมีค่าสูงกว่าช่วงเวลาที่มีความเร็วลมสูง สำหรับมลพิษประเภทแก๊ส พบว่ายอมรับสมมติฐานแย้งในกรณีของ  $\text{NO}_2$  และ  $\text{O}_3$  นั่นคือ ในกลุ่มความเร็วลมต่ำมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มตรงข้าม ส่วน CO มีแนวโน้มลักษณะเดียวกัน แต่ค่า  $p$ -value สูงกว่าระดับที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางตรงกันข้ามพบว่ากรณี  $\text{SO}_2$  ปฏิเสธสมมติฐานแย้ง สำหรับมลพิษประเภทอนุภาคพบแนวโน้มกลุ่มความเร็วลมต่ำมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มตรงข้ามสำหรับ  $\text{PM}_{10}$  และ TSP แต่ค่า  $p$ -value สูงกว่าระดับที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### ทิศทางลม

เนื่องจากค่าทิศทางลมที่ผ่านการปรับแก้แล้วมีค่าตั้งแต่ 0-180 องศา โดยให้ลมที่พัดตั้งฉากกับทางพิเศษเข้าสู่สถานี หรือพัด “เข้า” มีค่าทิศทางเป็น 0 องศา และลมที่พัดย้อนกลับจากสถานีไปตั้งฉากกับทางพิเศษ หรือพัด “ออก” มีค่าทิศทางเป็น 180 องศา ดังนั้นจึงเลือกช่วงค่าองศาที่น้อย คือ 0-30 องศา เพื่อแสดงกลุ่มที่มีทิศทางลมพัดเข้าสถานี และเลือกช่วงค่าองศาที่มาก คือ 150-180 องศา เพื่อแสดงกลุ่มที่มีทิศทางลมพัดออกจากสถานี สำหรับปัจจัยนี้ไม่ทำการทดสอบมลพิษประเภทรายวันเนื่องจากพิจารณาว่าค่าทิศทางลมไม่เหมาะกับการปรับเป็นค่าเฉลี่ยรายวัน

จากการวิเคราะห์ที่ตั้งสมมติฐานแย้งว่าระดับมลพิษประเภทแก๊สในช่วงที่ลมพัดเข้าสถานีมีค่าสูงกว่าช่วงที่ลมพัดออกจากสถานี พบว่าถึงแม้ค่าเฉลี่ยของ  $\text{NO}_2$  และ CO ในกลุ่มลมพัดเข้าสูงกว่ากลุ่มลมพัดออก แต่กรณีที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ  $\text{NO}_2$  เท่านั้น และกรณีของค่าเฉลี่ยของ  $\text{SO}_2$  และ  $\text{O}_3$  ในกลุ่มลมพัดเข้ากลับต่ำกว่ากลุ่มลมพัดออก ดังนั้นโดยรวมจึงกล่าวได้ว่ายังไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างระดับมลพิษกับทิศทางลม

### 3.3 ปัจจัยด้านระยะห่างจากทางพิเศษ

ในการแบ่งกลุ่มสำหรับปัจจัยด้านระยะห่างจากทางพิเศษ ได้เลือกสถานี 1, 3, และ 6 ซึ่งอยู่ห่างจากทางพิเศษ 40, 35, และ 25 ม. ตามลำดับ เป็นกลุ่มที่อยู่ “ใกล้” ทางพิเศษ และสถานีที่เหลือ คือ สถานี 2, 4, และ 5 ซึ่งอยู่ห่างจากทางพิเศษ 180, 150, และ 180 ม. ตามลำดับ เป็นกลุ่มที่อยู่ “ไกล” ทางพิเศษ

จากการวิเคราะห์โดยตั้งสมมติฐานแย้งว่าระดับมลพิษเมื่อผู้รับอยู่ใกล้ทางพิเศษสูงกว่าเมื่อผู้รับอยู่ไกลทางพิเศษพบว่า ค่าเฉลี่ยของ  $\text{NO}_2$  และ  $\text{CO}$  ของกลุ่มใกล้ทางพิเศษสูงกว่ากลุ่มตรงข้ามอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยของ  $\text{SO}_2$  ในกลุ่มใกล้ทางพิเศษก็สูงกว่ากลุ่มไกลทางพิเศษ แต่ค่า  $p$ -value สูงกว่าระดับ 0.05 ส่วนกรณีของ  $\text{O}_3$  ยอมรับสมมติฐานว่างและมีแนวโน้มในทางตรงข้าม คือกลุ่มใกล้ทางพิเศษมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มไกลทางพิเศษ สำหรับมลพิษประเภทอนุภาคทั้ง 3 ประเภท พบว่าทุกกรณียอมรับสมมติฐานแย้งว่าระดับมลพิษเฉลี่ยใกล้ทางพิเศษสูงกว่าค่าเฉลี่ยเมื่ออยู่ไกลทางพิเศษ

#### 4. วิจัยผลและสรุป

การวิเคราะห์โดยวิธีแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยปัจจัยต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับมลพิษอากาศเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม พบว่าปัจจัยด้านการจราจรและระยะห่างจากทางพิเศษมีแนวโน้มที่เห็นได้ชัดเจนในการแบ่งกลุ่มระดับมลพิษสูงและต่ำ โดยผลการทดสอบส่วนใหญ่พบว่าช่วงเวลาเร่งด่วนมีค่าเฉลี่ยระดับมลพิษสูงกว่าช่วงเวลาปกติ และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นมีค่าเฉลี่ยระดับมลพิษสูงกว่าช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า นอกจากนี้ยังพบว่าระดับมลพิษเฉลี่ยเมื่อปริมาณยานพาหนะรวมสูงมีค่าสูงกว่าเมื่อปริมาณยานพาหนะรวมต่ำ และค่าเฉลี่ยมลพิษของกลุ่มสถานีที่อยู่ใกล้ทางพิเศษมีระดับมลพิษสูงกว่ากลุ่มสถานีที่ไกลทางพิเศษ จึงสรุปได้ว่าปัจจัยที่สามารถชี้บ่งกลุ่มที่มีระดับมลพิษสูงหรือต่ำได้ดีคือ ช่วงเวลาของวัน ปริมาณยานพาหนะรวม และระยะห่างจากทางพิเศษ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่นที่ทำการศึกษายปัจจัยที่มีผลต่อระดับมลพิษอากาศริมถนน ส่วนปัจจัยด้านความเร็วลมและทิศทางลมไม่พบแนวโน้มในการชี้ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นเพราะค่าความเร็วลมและทิศทางลมมีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและทิศทางได้มากในเวลาอันสั้น ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของข้อมูลจึงอาจชี้วัดระดับมลพิษได้ไม่ถี่นัก

เมื่อพิจารณาในมิติของมลพิษ เป็นที่น่าสังเกตว่า  $\text{NO}_2$  เป็นมลพิษชนิดเดียวในการศึกษาที่ผลการทดสอบพบว่ายอมรับสมมติฐานแย้งในทุกปัจจัยที่พิจารณา และจากการศึกษาที่เกี่ยวข้อง [7] ก็ได้ผลสรุปว่าระดับของ  $\text{NO}_2$  มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับตัวแปรด้านปริมาณยานพาหนะส่วนใหญ่ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความเร็วรถบนถนน ความเร็วลม ทิศทางลม และระยะห่างจากทางพิเศษ ดังนั้นจึงอาจแสดงว่า  $\text{NO}_2$  เป็นตัวชี้วัดผลกระทบจากการจราจรที่ดีกว่ามลพิษอื่น หรือถูกรบกวนจากแหล่งกำเนิดอื่นน้อยกว่ามลพิษอื่น ในทางตรงข้ามมีมลพิษบางตัวที่ผลการทดสอบไม่เป็นไปตามข้อสรุปข้างต้น อาทิ กรณีของ  $\text{O}_3$  ซึ่งเป็นมลพิษทุติยภูมิ เกิดจากการปล่อยมลพิษที่เป็นสารตั้งต้นในช่วงเวลาเร่งด่วนและเกิดกระบวนการ Photochemical Oxidation ในบรรยากาศ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้มีระดับความเข้มข้นสูงขึ้นหลังจากช่วงเวลาเร่งด่วนไปแล้ว ผลการทดสอบจึงไม่พบว่าระดับ  $\text{O}_3$  เฉลี่ยสูงในช่วงเวลาเร่งด่วน นอกจากนี้ มวลอากาศที่มีมลพิษใกล้ทางพิเศษอาจถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ห่างออกไปในระหว่างที่เกิดปฏิกิริยาดังกล่าว จึงทำให้ไม่พบว่าระดับ  $\text{O}_3$  เฉลี่ยสูงที่ตำแหน่งใกล้ทางพิเศษ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับการศึกษาอื่นที่รายงานว่าระดับของ  $\text{O}_3$  ในกรุงเทพมหานครไม่ได้มีค่าสูงที่ใจกลางเมือง แต่เป็นบริเวณใต้ลมในเขตรอบนอกของกรุงเทพมหานคร [8] มลพิษอีกตัวที่พบว่าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานว่างในหลายกรณีคือ  $\text{CO}$  ซึ่งสันนิษฐานว่าเป็นเพราะข้อมูลมีค่าความแปรปรวนและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation) สูงที่สุดในบรรดามลพิษทุกตัวที่ศึกษา

ผลการศึกษานี้และผลการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษอากาศใกล้ทางพิเศษกับปัจจัยเกี่ยวข้อง [7] สามารถใช้เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนเพื่อป้องกันและเฝ้าระวังปัญหามลพิษอากาศบริเวณทางพิเศษหรือถนน ทั้งในปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคตการนำข้อสรุปของการศึกษาไปใช้งานควรพิจารณาบนพื้นฐานของข้อจำกัดต่อไปนี้ คือ 1) ระดับมลพิษอาจถูกรบกวนจากอิทธิพลของแหล่งกำเนิดอื่นนอกจากการจราจรบนทางพิเศษและถนนในช่วงที่ศึกษา อาทิ ถนนสายอื่นที่อยู่บริเวณใกล้เคียง หรือแหล่งกำเนิดมลพิษอื่นๆ และ 2) ระยะเวลาเก็บตัวอย่างค่อนข้างสั้นและจำนวนตัวอย่างมีจำกัด โดยเฉพาะของมลพิษประเภทอนุภาค

## 5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 6. เอกสารอ้างอิง

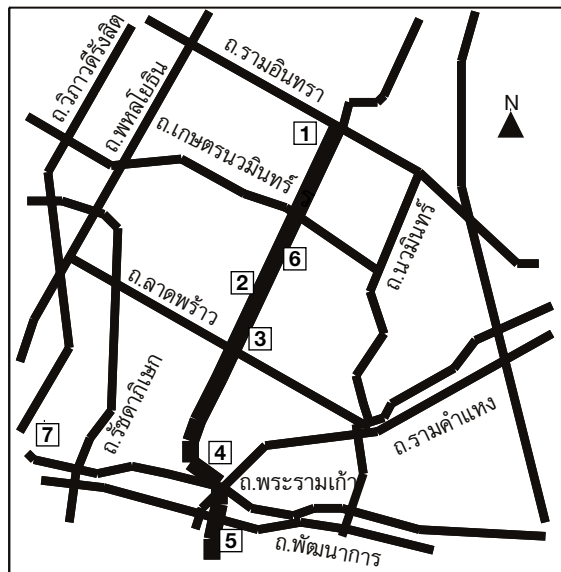
1. Roorda-Knape, M. C., Janssen, N. A. H., De Hartog, J. J., Van Vliet, P. H. N., Harssema, H., and Brunekreef, B., 1998, "Air Pollution from Traffic in City Districts Near Major Motorways," *Atmospheric Environment*, Vol. 32, pp. 1921-1930.
2. Raj, P.E., Maheskumar, R. S., Devara, P.C.S., Sonbawne, S. M., Saha, S.K., and Dani, K. K., 2000, "Time Variations of Aerosol Size Distribution in an Urban Environment: A Case Study," *Proceeding of The First Regional Conference on Energy Technology Toward a Clean Environment*, 1-2 December 2000, Thailand.
3. Pfeffer, H. U., 1994, "Ambient Air Concentrations of Pollutants at Traffic-related Sites in Urban Areas of North-Rhine-Westphalia, Germany," *Science of the Total Environment*, Vol. 146/147, pp. 263-273.
4. Kingham, S., Meaton, J., Sheard, A., and Lawrenson, O., 1998, "Assessment of Exposure to Traffic-related Fumes during the Journey to Work," *Transportation Research, Part D: Transport and Environment*, Vol. 3, pp. 271-274.
5. Kindzierski, W. B. and Jackson, L. G., 1998, "Relationship between Traffic Flow Volume and PM<sub>10</sub> along Side Roadways," *Proceedings of the Air & Waste Management Association's Annual Meeting and Exhibition*, June 14-18, 1998, San Diego, CA, USA.



6. การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, 2544, โครงการศึกษาและติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมของทางพิเศษในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พ.ศ. 2544, รายงานผลการศึกษาระดับสมบูรณ์, จัดทำโดย สำนักงานบริการเทคโนโลยีสารสนเทศและสิ่งแวดล้อม คณะสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

7. สุกจิต ครุจิต และ นรินทร์ คงฤทธิ์, 2548, “ระดับมลพิษอากาศใกล้ทางพิเศษ: สหสัมพันธ์ของมลพิษกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง,” วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, ปีที่ 19, ฉบับที่ 1, หน้า 133-142.

8. กรมควบคุมมลพิษ, 2545, สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย ปี 2545: คุณภาพอากาศ, จัดทำโดยความร่วมมือกับธนาคารโลกและ US-AEP.



รูปที่ 1 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบชั่วคราว (1-6) และสถานีตรวจวัดห้วยขวาง (7)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระดับมลพิษประเภทแก๊สแยกตามปัจจัย<sup>1</sup>

ปัจจัย	มลสาร	ลักษณะกลุ่ม	จน.ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ผลต่างค่าเฉลี่ย	p-Value
เวลา	NO <sub>2</sub>	ปกติ	322	0.020	-0.003	0.030
		เร่งด่วน	108	0.023		
	CO	ปกติ	322	0.840	-0.421	0.000
		เร่งด่วน	108	1.261		
	SO <sub>2</sub>	ปกติ	322	0.010	-0.001	0.000
		เร่งด่วน	108	0.011		
O <sub>3</sub>	ปกติ	322	0.006	0.00001	0.489	
	เร่งด่วน	108	0.006			
เวลาเร่งด่วน	NO <sub>2</sub>	เร่งด่วนเช้า	54	0.020	-0.005	0.003
		เร่งด่วนเย็น	54	0.025		
	CO	เร่งด่วนเช้า	54	1.428	0.334	0.014
		เร่งด่วนเย็น	54	1.094		
	SO <sub>2</sub>	เร่งด่วนเช้า	54	0.010	-0.003	0.000
		เร่งด่วนเย็น	54	0.012		
O <sub>3</sub>	เร่งด่วนเช้า	54	0.005	-0.001	0.028	
	เร่งด่วนเย็น	54	0.007			
ปริมาณยานพาหนะบนทางพิเศษ	NO <sub>2</sub>	ต่ำ	41	0.018	-0.006	0.000
		สูง	41	0.024		
	CO	ต่ำ	41	0.787	-0.096	0.253
		สูง	41	0.883		
	SO <sub>2</sub>	ต่ำ	41	0.009	-0.001	0.001
		สูง	41	0.010		
O <sub>3</sub>	ต่ำ	41	0.003	-0.004	0.000	
	สูง	41	0.007			
ปริมาณยานพาหนะบนถนน	NO <sub>2</sub>	ต่ำ	41	0.018	-0.008	0.000
		สูง	41	0.026		
	CO	ต่ำ	41	0.906	0.051	0.382
		สูง	40	0.856		
	SO <sub>2</sub>	ต่ำ	41	0.009	-0.001	0.001
		สูง	41	0.010		
O <sub>3</sub>	ต่ำ	41	0.003	-0.004	0.000	
	สูง	41	0.008			
ความเร็วลม	NO <sub>2</sub>	ต่ำ	111	0.023	0.004	0.007
		สูง	116	0.019		
	CO	ต่ำ	110	0.956	0.086	0.207
		สูง	117	0.870		
	SO <sub>2</sub>	ต่ำ	111	0.009	-0.001	0.018
		สูง	117	0.010		
O <sub>3</sub>	ต่ำ	110	0.007	0.002	0.000	
	สูง	117	0.005			

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระดับมลพิษประเภทแก๊สแยกตามปัจจัย<sup>1</sup> (ต่อ)

ปัจจัย	มลสาร	ลักษณะกลุ่ม	จน.ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ผลต่างค่าเฉลี่ย	p-Value
ทิศทางลม	NO <sub>2</sub>	พัดเข้าสถานี	32	0.030	0.012	0.000
		พัดออกจากสถานี	95	0.019		
	CO	พัดเข้าสถานี	32	1.071	0.153	0.168
		พัดออกจากสถานี	95	0.918		
	SO <sub>2</sub>	พัดเข้าสถานี	32	0.009	-0.001	0.028
		พัดออกจากสถานี	95	0.010		
	O <sub>3</sub>	พัดเข้าสถานี	32	0.006	-0.0003	0.351
		พัดออกจากสถานี	94	0.007		
ระยะห่าง	NO <sub>2</sub>	ใกล้ทางพิเศษ	215	0.025	0.009	0.000
		ไกลทางพิเศษ	215	0.016		
	CO	ใกล้ทางพิเศษ	216	1.193	0.498	0.000
		ไกลทางพิเศษ	214	0.695		
	SO <sub>2</sub>	ใกล้ทางพิเศษ	215	0.010	0.0002	0.171
		ไกลทางพิเศษ	215	0.010		
	O <sub>3</sub>	ใกล้ทางพิเศษ	215	0.006	-0.0005	0.101
		ไกลทางพิเศษ	215	0.006		

<sup>1</sup> หน่วยของ NO<sub>2</sub> และ SO<sub>2</sub> คือ มก./ลบ.ม. หน่วยของ CO และ O<sub>3</sub> คือ ส่วนในล้านส่วน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระดับมลพิษประเภทอนุภาคแยกตามปัจจัย<sup>1</sup>

ปัจจัย	มลสาร	ลักษณะกลุ่ม	จน.ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ผลต่างค่าเฉลี่ย	p-Value
ความเร็วลม	PM <sub>10</sub>	ต่ำ	9	0.047	0.002	0.387
		สูง	9	0.045		
	TSP	ต่ำ	9	0.090	0.011	0.206
		สูง	9	0.080		
	Pb	ต่ำ	9	0.066	-0.001	0.426
		สูง	9	0.068		
ระยะห่าง	PM <sub>10</sub>	ใกล้ทางพิเศษ	9	0.054	0.016	0.000
		ไกลทางพิเศษ	9	0.038		
	TSP	ใกล้ทางพิเศษ	9	0.099	0.028	0.012
		ไกลทางพิเศษ	9	0.071		
	Pb	ใกล้ทางพิเศษ	9	0.077	0.019	0.002
		ไกลทางพิเศษ	9	0.057		

<sup>1</sup>หน่วยของ Pb คือ ไมโครกรัม/ลบ.ม., หน่วยของ PM<sub>10</sub> และ TSP คือ มก./ลบ.ม.