การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR ASSESSING AIR QUALITY IN THE RATTAKOSIN AREA.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ (Sivapan Choo-in)[1]

[1]อาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

e-mail: envi_riss45@hotmail.com

บทคัดย่อ : การศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่เกิดจากการจราจรบนถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร และนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศได้แก่ ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ตรวจวัดความเร็วลม เป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงพร้อมทั้งตรวจวัดปริมาณและความเร็วรถแยกประเภท ได้แก่ รถยนต์โดยสารส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถบรรทุกขนาดเล็กและรถบรรทุกขนาดใหญ่ ศึกษาโครงสร้างของถนนและช่องว่างที่สามารถระบายสารมลพิษทางอากาศออกนอกถนนได้ นำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยพื้นฐานของแบบจำลองแบบกล่องและหลักการวิเคราะห์ความถดถอย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจะผ่านการยอมรับทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเป็นระดับที่ดีที่สุดสำหรับการศึกษาทางด้านคุณภาพอากาศ และให้ค่า R^2 ที่สูง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถใช้ประมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อนุภาคฝุ่น และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์บนถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ได้ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ เท่ากับ 0.907 0.618 และ 0.541 ตามลำดับ และนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในชื่อ “Rattanakosin Air Model : RAM” เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศคือ ปริมาณรถแต่ละชนิด ซึ่งความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้นกับจำนวนรถโดยสารส่วนบุคคลมากที่สุด ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นและก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ขึ้นกับรถบรรทุกขนาดใหญ่มากที่สุด ส่วนโครงสร้างถนนและความเร็วลมไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริง แต่เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณคุณภาพอากาศในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์

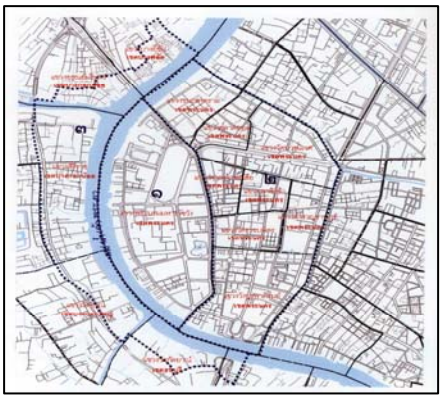
คำสำคัญ: มลพิษทางอากาศ เกาะรัตนโกสินทร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แบบจำลองแบบกล่อง

Abstract: This study focuses on developing a mathematical model to assess air quality in the Rattanakosin Area, Bangkok. Two objectives of the study are as follow; first, to develop a model which can be used to assess the concentration levels of air pollutants, i.e. total suspended particle (TSP), carbon monoxide (CO), and nitrogen dioxide (NO_2) occurred by traffic source in the study area, and second, to employ this model for developing a computer program that anyone is able to use easily. According to the study, data such as concentrations of TSP, CO, and NO_2, wind velocity, number and speed of vehicles have been collected. In addition, types of vehicle have also been recorded by dividing into 4 groups as motor cycle, private car, mini-bus or mini-truck, and bus or heavy truck, respectively. Besides, road structure and physical environments surrounding curbside areas are taken into account. These are all data that need for developing a mathematical model under the principle of Box model and regression analysis. It is expected that the model developed by this study should have the accuracy up to 95% of significant level with R^2 close to 1. As a consequence of the study, a mathematical model has been developed which is suitable for assessing CO, TSP and NO_2 concentrations in the study area with R^2 equals to 0.907, 0.618 and 0.541 respectively. A computer program named "Rattanakosin Air Model : RAM" has also been developed by using such model. It is found that factor affecting the level of air pollutants in this study is the number of each type of vehicle. That is, CO concentration depends mostly on the number of private car whereas concentrations of TSP and NO_2 vary by the number of bus or heavy truck. The other factors such as road structure and wind velocity are not related directly to the concentration level of air pollutants derived from actual observation. However, both of them are important factors necessary for the development of a mathematical model used to assess air quality in Rattanakosin area.

Key words: Air Pollution, Rattanakosin Area, Mathematical Model, Box Model

1. บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศอันเนื่องจากการขยายตัวของเมืองเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนไทย โดยเฉพาะในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและบริเวณใกล้เคียง การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของรถชนิดต่าง ๆ ทำให้เกิดการจราจรที่หนาแน่น คับคั่ง รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ การจราจรติดขัด ส่งผลให้มีการปล่อยสารมลพิษทางอากาศออกมาจากท่อไอเสีย ที่สำคัญได้แก่ อนุภาคฝุ่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในการศึกษาเพื่อประเมินความรุนแรงของปัญหามลพิษทางอากาศนั้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีความง่าย ลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับการการตรวจวัดจริงในสถานที่ศึกษา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ศึกษาเพื่อประเมินคุณภาพอากาศเกือบทั้งหมดที่ใช้ในประเทศไทยเป็นแบบจำลองที่ได้จากองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (US.EPA) ซึ่งบางแบบจำลองสามารถนำมาใช้กับประเทศไทยได้ แต่บางแบบจำลองต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมก่อนนำมาใช้ การมีแบบจำลองที่เหมาะสมจะทำให้การศึกษาเพื่อวางแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางด้านอากาศมีความถูกต้องและเหมาะสมกับสภาวะที่เป็นจริง แบบจำลองขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาสามารถดาวน์โหลดได้จากอินเตอร์เน็ทแต่เป็นแบบจำลองที่มีความยากในการนำไปใช้งาน จึงมีหน่วยงานภาคเอกชนได้นำไปประยุกต์ใช้โดยพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน แต่มีราคาแพงมาก และเหมาะสมกับการประเมินคุณภาพอากาศที่ปล่อยจากปล่องควันหรือกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม



ภาพที่ 1 พื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์

พื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์เป็นพื้นที่ที่มีคุณค่าทางวัฒนธรรมของประเทศไทย มีโบราณสถานต่างๆ มากมาย เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ แต่เนื่องจากการพัฒนาของประเทศอย่างรวดเร็วทำให้ถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์มีการจราจรหนาแน่น ติดขัด และส่งผลต่อปัญหามลพิษทางอากาศตามมา โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีงานพิธีต่าง ๆ ที่จัดขึ้นในบริเวณสนามหลวงทำให้การจราจรในบริเวณนั้นติดขัด เคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วต่ำ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประยุกต์เพื่อศึกษาประยุกต์และพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ประเมินคุณภาพอากาศจากการจราจรในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ฝั่งตะวันออก ในภาพที่ 1 บริเวณหมายเลข 1 และ 2 คุณภาพอากาศที่ทำการศึกษา ได้แก่ อนุภาคฝุ่น (TSP) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) อันจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับพื้นที่อื่นต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินคุณภาพอากาศบนถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์

2.2 เพื่อศึกษารูปแบบของอาคาร สิ่งก่อสร้าง 2 ฝั่งถนน ที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศบนถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์

2.3 เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการใช้ประเมินคุณภาพอากาศ

3. อุปกรณ์

ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศมีวิธีการตรวจวัดดังนี้

3.1 ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น ตรวจวัดโดยวิธีกราวิเมตริก ไฮโวลุม ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศปริมาตรสูง (high – volume)

3.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ตรวจวัดโดยวิธีเทียบเท่าคือวิธีก๊าซฟิลเตอร์คอร์ริเลชั่น

3.3 ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ตรวจวัดโดยวิธีเทียบเท่าคือวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์

4. วิธีการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากการจราจรบนถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ อาศัยพื้นฐานของแบบจำลองแบบกล่อง (box model) ดังสมการที่ (1)[2] โดยมีองค์ประกอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 2

$$C = \frac{\Delta x \, Q_a}{Z_i \, u} \qquad (1)$$

C แทนความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ (หน่วยมวลต่อหน่วยปริมาตร)

Q_a แทนอัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (หน่วยมวลต่อหน่วยเวลาต่อหน่วยพื้นที่)

Δx แทนระยะทางในทิศแนวการเคลื่อนที่ของอากาศ (หน่วยระยะทาง)

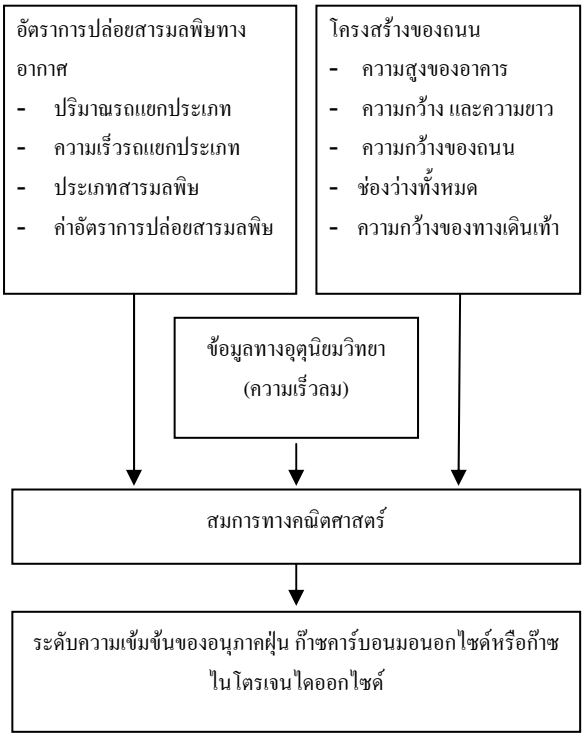
Z_i แทนชั้นความสูงของการผสม (หน่วยระยะทาง)

u แทนความเร็วลม สมมติว่ามีค่าคงที่ภายใต้ชั้นความสูงของการผสม (หน่วยระยะทางต่อหน่วยเวลา)

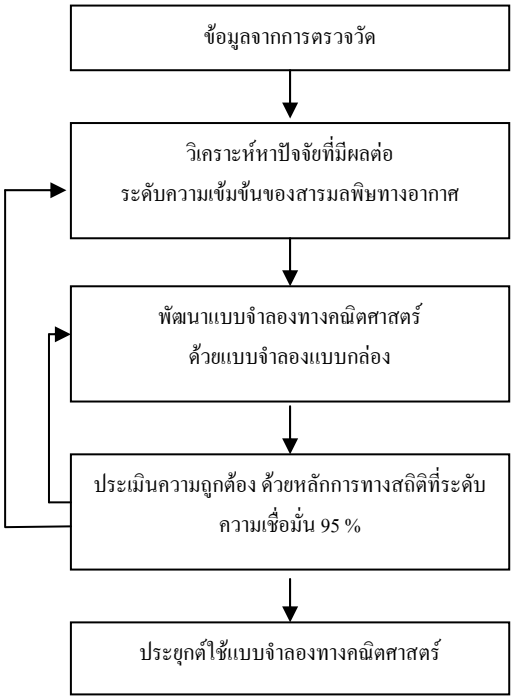
การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ ดำเนินการดังนี้

4.1 ตรวจวัดความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศพร้อมกับเก็บข้อมูลปริมาณรถและความเร็วรถแต่ละชนิด เป็นค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง ศึกษาข้อมูลจำนวน 345 ชั่วโมง มีตำแหน่งเก็บตัวอย่างทั้งหมด 33 ตำแหน่ง บนถนน 33 เส้น

4.2 ปริมาณรถและความเร็วรถที่ได้จากการตรวจวัดนำมา คำนวณหาอัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศดังตารางที่ 1 และคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศด้วยแบบจำลองแบบกล่องและพิจารณาผลที่ได้จากการคำนวณว่าให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลการตรวจวัดจริงในชั่วโมงนั้นหรือไม่



ภาพที่ 2 องค์ประกอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 อัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ

ประเภทรถ	อัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ (กรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน)	
รถยนต์โดยสารส่วนบุคคล	CO[3]	$Y_{CO} = 98.297\ e^{-0.0401\ S}$
	NO_2 [3]	$Y_{NO_2} = 0.0004S^2 - 0.0266S + 1.4730$
	ฝุ่น[4]	0.005
รถจักรยานยนต์	CO	$Y_{CO} = 88.384\ e^{-0.0497\ S}$
	NO_2	$Y_{NO_2} = 0.0002S^2 - 0.0080S + 0.5245$
	ฝุ่น	0.150
รถบรรทุกขนาดเล็ก	CO	$Y_{CO} = 4.2159\ e^{-0.0362\ S}$
	NO_2	$Y_{NO_2} = 0.0005S^2 - 0.0502S + 2.2433$
	ฝุ่น	0.398
รถบรรทุกขนาดใหญ่	CO	$Y_{CO} = 25.801\ e^{-0.0383\ S}$
	NO_2	$Y_{NO_2} = 0.0041S^2 - 0.3840S + 17.087$
	ฝุ่น	1.855

หมายเหตุ : เมื่อ

Y_{CO} แทนอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (กรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน)

Y_{NO_2} แทนอัตราการปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (กรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน)

S แทนความเร็วรถ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

4.3 จากผลในข้อ 4.2 ถ้าได้ผลของความเข้มของสารมลพิษทางอากาศที่แตกต่างกัน จะพิจารณาหาปัจจัยที่ทำให้ได้ผลที่ได้นั้นแตกต่างกัน

4.4 พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลให้ผลการคำนวณมีค่าแตกต่างจากการตรวจวัดจริง โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 3.

4.4.1 ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษามาพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยอาศัยหลักการทางสถิติคือการวิเคราะห์ทางความถดถอย (Regression analysis) ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาโดยใช้พื้นฐานของแบบจำลองแบบกล่อง และพิจารณาพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ การพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นทำได้โดยหลักการทางสถิติดังนี้

1) จะต้องผ่านการยอมรับการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % [5]

2) ค่า R^2 ที่ได้ต้องมีค่าสูง มีค่ามากกว่า 0.50

4.4.2 นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาในข้อ 4.4.1 ทดสอบกับข้อมูลความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริง

4.4.3 วิเคราะห์ผลที่ได้ในข้อที่ 4.4.2 หากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สามารถนำไปใช้ประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ให้ R^2 มากกว่า 0.50 ทำการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows เวอร์ชัน 11.5 ช่วยในการวิเคราะห์

5. ผลการศึกษา

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศบนถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ พบว่ามีค่าความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นอยู่ในช่วง 0.06 – 0.28 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อยู่ในช่วง 0.92 – 4.24 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.90 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ มีค่าอยู่ในช่วง 0.001 – 0.311 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.062 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

การวิเคราะห์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ใช้หลักการวิเคราะห์ความถดถอย ตัวแปรตามเป็นความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริง และตัวแปรตามเป็นความเข้มข้นที่ได้จากการพัฒนา โดยยึดหลักเกณฑ์ที่ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่นำไปใช้ประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจะต้องเป็นแบบจำลองที่ง่ายต่อการนำไปใช้และได้รับการยอมรับหลังจากการทำการทดสอบทางสถิติแล้วที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และให้ค่า R^2 ที่สูง สูงกว่า 0.5 ในการศึกษาได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อประมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ดังสมการที่ (2) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อประมาณความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น ดังสมการที่ (3) และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อประมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ดังสมการที่ (4) ดังนี้

$$C_{CO} = \left(\frac{L \sum_{i=1}^{n} NiYi_{CO}}{Z\ W\ u} (A)\ x\ 2.51\ x\ 10^{-6} \right) + 0.256 \quad (2)$$

$$C_{TSP} = \left(\frac{L \sum_{i=1}^{n} NiYi_{TSP}}{Z\ W\ (u+1)} (A)\ x\ 1.49\ x\ 10^{-5} \right) + 0.098 \quad (3)$$

$$C_{NO_2} = \left(\frac{L \sum_{i=1}^{n} NiYi_{NO_2}}{Z\ W\ u} (A)\ x\ 1.72\ x\ 10^{-6} \right) - 0.016 \quad (4)$$

เมื่อ C_{CO} แทน ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

C_{TSP} แทน ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

C_{NO_2} แทน ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

L แทน ความยาวถนน ค่าที่แนะนำ คือ 100 เมตร

Z แทน ความสูงของชั้นผสม ค่าที่แนะนำ คือ 16 เมตร ตามข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานครที่กำหนดให้อาคารมีความสูงไม่เกิน 16 เมตร

W แทน ความกว้างของถนน รวมกับความกว้างของทางเดินเท้าทั้ง 2 ฝั่ง (เมตร)

u แทน ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)

A แทน ร้อยละของช่องว่างที่มีอิทธิพลให้เกิดการระบายของสารมลพิษทางอากาศออกจากถนน

Y_{iCO} แทน อัตราการการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถประเภท i (กรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน)

Yi_{TSP} แทน อัตราการปล่อยอนุภาคฝุ่น (กรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน)

Y_{iNO_2} แทน อัตราการปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ของรถประเภท i (กรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน)

Ni แทน จำนวนรถประเภท i (คันต่อชั่วโมง)

i = 1 รถยนต์โดยสารส่วนบุคคล

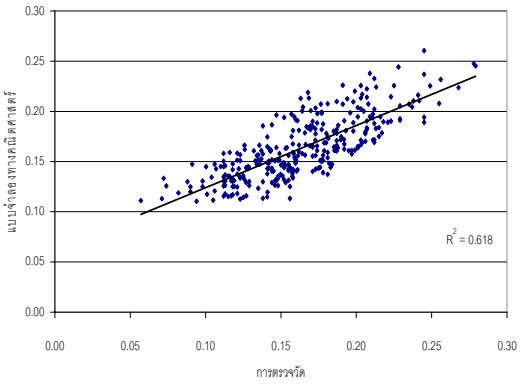
i = 2 รถจักรยานยนต์

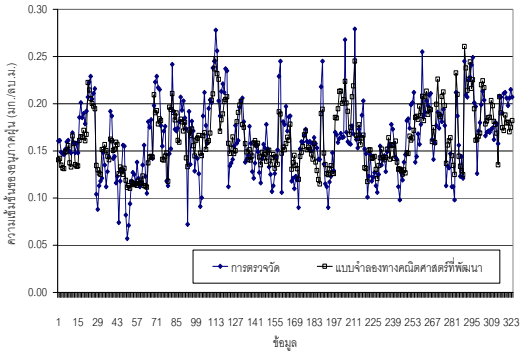
i = 3 รถบรรทุกขนาดเล็ก

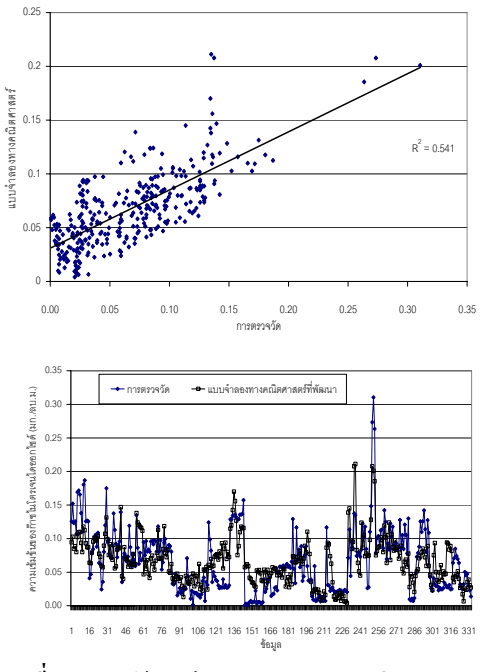
i = 4 รถบรรทุกขนาดใหญ่

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาเป็นการเพิ่มปัจจัยของช่องว่างที่สามารถระบายออกนอกถนนได้ และผ่านการยอมรับด้วยหลักการทางสถิติ มีค่าความสัมพันธ์ของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อนุภาคฝุ่น และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ R^2 เท่ากับ 0.907 0.618 และ 0.541 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าสามารถนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศได้

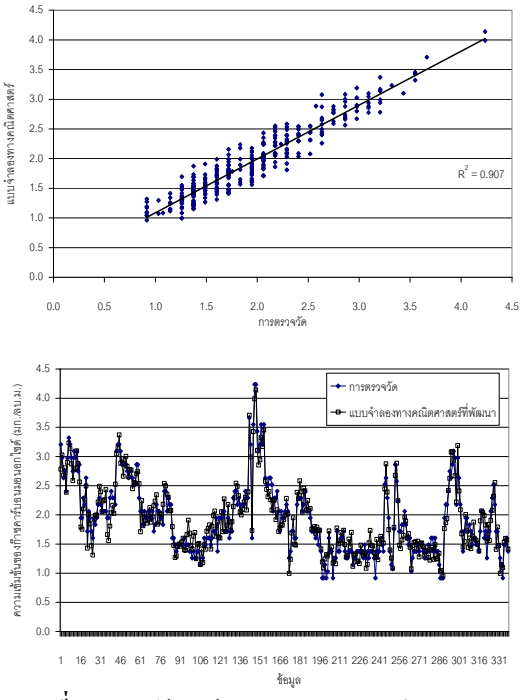
การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของถนน ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูงของอาคาร ร้อยละของช่องว่าง และความเร็วลมพบว่าไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่ตรวจวัดแต่เป็นปัจจัยหนึ่งที่เมื่อทำการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้วให้ผลของความเข้มข้นที่มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการตรวจวัด ในการศึกษานี้พบว่าจำนวนรถแต่ละประเภทเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่ตรวจวัดได้จริง เนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอนไซด์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของรถโดยสารส่วนบุคคลที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นและก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง



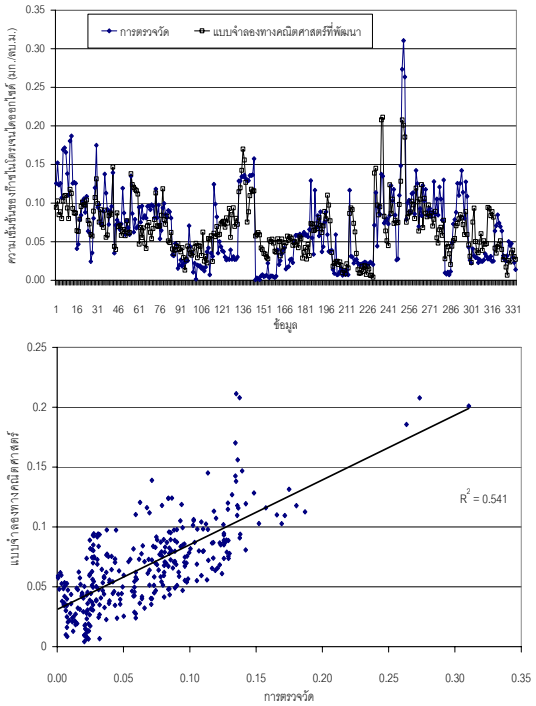




ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบผลการตรวจวัดจริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อประมาณความเข้มข้นของฝุ่น



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบผลการตรวจวัดจริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อประมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบผลการตรวจวัดจริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อประมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อประมาณคุณภาพอากาศบนถนนในพื้นที่เกาะรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร ได้พัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Microsoft Visual Basic เวอร์ชัน 6 เรียกชื่อเป็น “Rattanakosin Air Model” หรือ “RAM” ดังภาพที่ 7.

ข้อเสนอแนะในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ RAM

1. Rattanakosin Air Model หรือ “RAM” สามารถนำไปใช้ในการศึกษาในสภาวะที่เลวร้ายที่สุด (worst case) ที่เกิดขึ้นเมื่อความเร็วลมมีค่าน้อย ในที่นี้สมมติให้มีค่าเท่ากับ 1 เมตรต่อวินาที หรือ 3.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เช่นเดียวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการศึกษามลพิษทางอากาศบนทางหลวง (CALINE 4) ซึ่งผลจากตรวจวัดความเร็วลมในบางครั้ง

พบว่ามีค่าต่ำกว่า ทำให้มีสภาวะที่เลวร้ายที่สุดตามที่ได้สมมติขึ้น

2. แหล่งข้อมูลปริมาณรถ และความเร็วรถ ที่สามารถนำมาใช้ สามารถใช้ข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) สำนักการจราจรและขนส่ง (สจส.) กรมทางหลวง และสำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร เป็นต้น ในการศึกษาเพื่อจัดการคุณภาพอากาศอาจให้ข้อมูลการจราจรที่สูงสุดและความเร็วรถที่ต่ำสุดหรือสูงสุดเพื่อดูถึงผลกระทบหรือความเข้มข้นที่มากที่สุด

ภาพที่ 7 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป RAM

6. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ปริมาณและความเร็วรถ ทำให้สามารถพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศบนถนนอันเนื่องมาจากการจราจรในพื้นที่กรุงรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานครได้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาเป็นการเพิ่มปัจจัยของช่องว่างที่สามารถระบายออกนอกถนนได้ และผ่านการยอมรับด้วยหลักการทางสถิติ มีค่าความสัมพันธ์ของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อนุภาคฝุ่น และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ R^2 เท่ากับ 0.907 0.618 และ 0.541 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าสามารถนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศได้ และได้โปรแกรม “Rattanakosin Air Model : RAM” สำหรับประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศ

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] คณะกรรมการอนุรักษ์และพัฒนากรุงรัตนโกสินทร์และเมืองเก่า, 2547). การอนุรักษ์และพัฒนากรุงรัตนโกสินทร์. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการอนุรักษ์และพัฒนากรุงรัตนโกสินทร์และเมืองเก่า สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[2] Hanna, S.R., Brigge, G.A. and Hosker, R.P, Jr. ,1982. Handbook on atmospheric diffusion. Technical Information Center. North Carolina: U.S. Department of Energy.

[3] ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2543. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในถนนที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[4] กรมควบคุมมลพิษ, 2543. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์, การปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและการประเมินผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพมหานคร: ซีคอท.

[5] Kolehmainen, M., 1999. Evaluating the Goodness of the Model. Retrive from http://www.uku.fi/Laitokset/ympkem/airquality/hybrid/poster/evalgood.html.