

การประยุกต์สำหรับการทำนายของระดับความเข้มข้นของมลสารจากการปริมาณการจราจร

โดย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่เมือง จังหวัดอุดรธานี

Applied for Prediction of Concentration Level of Air Pollutant from Traffic Volume by Mathematical Model AERMOD System in Urban Area Udon Thani Province

วินัย มีแสง<sup>1</sup> เอราวิน เบ้าทอง<sup>1</sup> ภูษณพาส สมนิล<sup>2</sup> วิวรรณ แก่นสา<sup>3</sup>

Email: Winai.me@udru.ac.th, erawan.ba@udru.ac.th, poosanapas.so@udru.ac.th, wiwat.ka@udru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ด้วยแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานีเป็นการศึกษาผลกระทบด้านคุณภาพ อากาศที่จะเกิดจากกิจกรรมการจราจรในพื้นที่ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัด อุดรธานี ซึ่งทำการศึกษาดังแต่เดือนเมษายน 2561- เดือนเมษายน พ.ศ. 2562 โดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ AERMOD ในการประเมินค่าความเข้มข้นและการแพร่กระจายของมลสารทางอากาศ ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (TSP:Total Suspended Particulate) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) โดยเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นได้จากแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ AERMOD กับค่าความเข้มข้นมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเข้มข้นของมลสารทั้ง 4 ชนิด มีค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่บริเวณ โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) เท่ากับ 11 ไมโครกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เท่ากับ 5.5 ไมโครกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เท่ากับ 4.2 ppm. และค่าความ เข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์(NO<sub>2</sub>) เท่ากับ 6.7 ppb. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่ กำหนดไว้ และรูปแบบการแพร่กระจายของมลสารทั้ง 4 ชนิดในพื้นที่ที่ศึกษาพบว่า มีการแพร่กระจาย ไปในทิศทางเดียวกัน คือ แพร่กระจายจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ด้วยความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2.1 เมตรต่อวินาที และพื้นที่ที่ได้รับมลสารทั้ง 4 ชนิด มากที่สุด คือ โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล โดยความเข้มข้นของมลสารจะลดลงตามระยะทางที่ห่างออกไปจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

**คำสำคัญ:** ระดับความเข้มข้นของมลสาร AERMOD จังหวัดอุดรธานี

Abstract

An assessment of atmospheric air quality impact With the AERMOD Mathematical Model In The District of Muang District, Udon Thani province is a quality impact study. The weather will be caused by traffic activity in the Srisuk Road area. The study was conducted from April 2018 to April 2019 using a mathematical model AERMOD. To assess the concentration and spread of airborne matter, including total particulate matter (TSP), dust up to 10 microns (PM10), carbon monoxide (CO), and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) by comparing concentrations from the AERMOD mathematical model with the standard concentration stipulated by the Pollution Control Department. The results showed that the concentration of all four substances had the highest concentration in the area. Udon Pittayanukul School, which has a total particle concentration (TSP) of 11 micrograms per cubic meter. The concentration of particulate matter up to 10 microns (PM10) is 5.5 micrograms per cubic meter. Carbon monoxide (CO) concentration is 4.2 ppm. The concentration of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) is 6.7 ppb. respectively, which does not exceed the standard stipulated in the four types of pollutants in the study area, which is spread in the same direction: spread from east to west, with wind speeds in the range of 0.5 to 2.1 meters per second, and the four most polluted areas in the study area.

**Keywords:** concentration level of air pollutant, AERMOD, UdonThani province

<sup>1</sup> อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

<sup>2</sup> อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

<sup>3</sup> อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

## ความเป็นมาของปัญหา

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอีกปัญหาหนึ่งของประเทศไทย โดยเฉพาะ กรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และเมืองหลักซึ่งเป็นศูนย์กลางความเจริญและการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ มีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง จำนวนของยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ ยานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ (กองจัดการคุณภาพอากาศ และเสียง, ม.ป.ป.) (สรณ์, 2548) แม้ประเทศไทยและทั่วโลกจะมีการบังคับให้รถยนต์เบนซินใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของสารตะกั่วลดลง มาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2527 จนกลายเป็นน้ำมันไร้สารตะกั่วที่รู้จักกันในปัจจุบันนี้ซึ่งแม้จะทำให้มลพิษลดลง แต่ในส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงดังกล่าวยังมีสารพิษชนิดอื่นที่ก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ มนุษย์ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศโดยการหายใจ ผ่านทางเดินหายใจเข้าไปในปอด ในบางกรณีที่มีมลพิษมีปริมาณสูงอาจเกิดอันตรายได้โดยตรงจากการสัมผัส (ผิวหนังและดวงตา) อันตรายที่เกิดขึ้น อาจเริ่มตั้งแต่การก่อให้เกิดระคายเคือง เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายโดยไม่แสดงอาการ จนกระทั่ง มีอาการชัดเจน และถึงขั้นเสียชีวิตในที่สุด อันตรายต่อสุขภาพอาจเกิดโดยทางอ้อมจากโรคแทรกซ้อน ที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายอ่อนแอจากการได้รับหรือสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศ อาการและโรคที่มักพบบ่อย จากมลพิษทางอากาศ ได้แก่ โรคระบบทางเดินหายใจต่างๆ เช่น ปอดอักเสบ หลอดลมอักเสบ หอบหืด โรคภูมิแพ้ โรคหอบหืด โรคระบบหลอดเลือด เยื่อตาอักเสบ มลพิษทางอากาศหลายชนิดยังเป็นสาเหตุ ของโรคมะเร็ง นอกเหนือไปจากผลกระทบที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์แล้ว มลพิษทางอากาศยังส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์ วัสดุต่างๆ ทัศนวิสัย และ ระบบนิเวศวิทยา ซึ่งในระยะยาวแล้วสิ่งเหล่านี้ ล้วนกลับมามีผลกระทบต่อมนุษย์ จังหวัดอุดรธานี เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีอัตราการเจริญเติบโตทางด้าน เศรษฐกิจค่อนข้างสูง ได้ประสบปัญหาต่างๆ ในการพัฒนาเมืองเช่นเดียวกับเมืองหลักอื่นๆ ที่มี การเจริญเติบโตไปพร้อมกับปัญหาต่างๆ ที่ติดตามมา โดยเฉพาะปัญหาด้านการจราจร ปัญหาด้าน การจราจรในเขตเทศบาลนครอุดรธานี คือปัญหาที่เกิดจากสภาพความแออัดของรถทุกชนิดที่แล่นอยู่ บนถนนที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้โดยสะดวก คล่องตัว ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสุขอนามัยผู้เดินทาง บ้านพักอาศัยที่อยู่บริเวณข้างเคียง ภาวะฝุ่นละออง และมลภาวะเป็นพิษ (กนกพร, 2552) การประเมินผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาต่อเนื่องจากแบบจำลอง ISCST3 โดย AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC) อันเป็นหน่วยงานที่เกิด จากความร่วมมือของ 2 องค์กร คือ American Meteorological Society (AMS) และ Environmental Protection Agency (EPA) เพื่อให้สอดคล้องกับประกาศของ EPA 40 CFR Part 51 (อัมพวัน, 2557) ซึ่งกำหนดให้ใช้ AERMOD เพื่อเป็น Regulatory Model สำหรับการประเมินการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ (พรทวิ และคณะ, 2556) ด้วยเหตุดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยนำแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ AERMOD เข้ามาช่วยในการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวนี้มีปริมาณ การจราจรในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก และมีการปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้เคียง ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปปรับใช้ ในการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรและการจัดการคุณภาพอากาศในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวได้อีกด้วย

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อการประยุกต์สำหรับการทำนายของระดับความเข้มข้นของมลสารจากการปริมาณการจราจร โดย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่เมือง จังหวัดอุดรธานี

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.1 ขอบเขตเชิงเนื้อหา

ศึกษาการประยุกต์สำหรับการทำนายของระดับความเข้มข้นของมลสารจากการปริมาณการจราจร โดย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่เมือง จังหวัดอุดรธานี ทั้งนี้ AERMOD เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินค่าความเข้มข้นและการแพร่กระจายของมลสารทางอากาศ ซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการนำเข้า ได้แก่ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ได้จาก AERMET ข้อมูลทางภูมิศาสตร์พื้นฐานที่ได้จาก AERMAP และค่าอัตราการปลดปล่อยมลสารของยานพาหนะแต่ละประเภท เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นและการแพร่กระจายของมลสาร ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)

## 1.2 ขอบเขตเชิงเวลา

ศึกษาการประยุกต์สำหรับการทำนายของระดับความเข้มข้นของมลสารจากการปริมาตรจราจร โดย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่เมือง จังหวัดอุดรธานี ตั้งแต่เดือน เมษายน 2561- เดือนเมษายน พ.ศ. 2562 รวมระยะเวลา 12 เดือน

## 1.3 ขอบเขตเชิงพื้นที่

ศึกษาการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยพื้นที่ทำการศึกษา คือ ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่ถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้ง และจุดสิ้นสุดที่ถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ รวมระยะเส้นทาง 2.23 กิโลเมตร

## 2. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงการประยุกต์สำหรับการทำนายของระดับความเข้มข้นของมลสารจากการปริมาตรจราจร โดย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่เมือง จังหวัดอุดรธานี เพื่อประโยชน์ในการประเมินผลกระทบของมลสารจากการเติบโตของการจราจรในอนาคต

## 3. พื้นที่ศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาบริเวณพื้นที่ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยจุดที่ทำการศึกษา คือ ถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้ง (จุดเริ่มต้น) และถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ (จุดสิ้นสุด) รวมระยะทาง 2.23 กิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 1 โดยมีตำแหน่ง บนระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) ดังนี้

3.1 พิกัดถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้ง คือ 48265687 N และ 1925255 E

3.2 พิกัดถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ คือ 48263736 N และ 1926394 E



ภาพประกอบที่ 1 จุดศึกษาตั้งแต่ถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้ง (จุดเริ่มต้น) ไปจนถึงถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ (จุดสิ้นสุด)

## 5. วัสดุและอุปกรณ์

### 5.1 กล้องวงจรปิด CCTV ของเทศบาลนครอุดรธานี

ในการศึกษาข้อมูลปริมาณการจราจรพื้นที่ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด CCTV ของเทศบาลนครอุดรธานี แสดงดังภาพที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 กล้องวงจรปิด CCTV ของเทศบาลนครอุดรธานี

## 5.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD

การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในบรรยากาศของถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ตำแหน่งถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้งและถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD เวอร์ชัน 8.1.0 ของหน่วยงานโครงการติดตามลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินและมลสารทางอากาศ สำหรับประเทศไทย ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

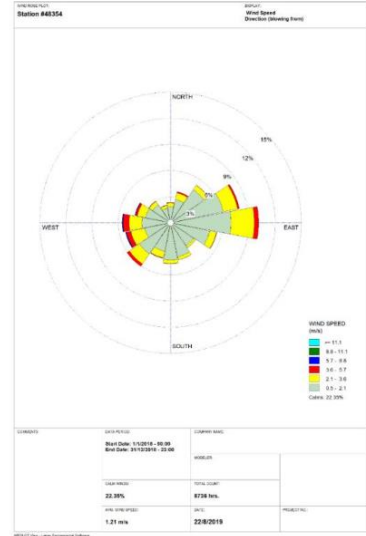
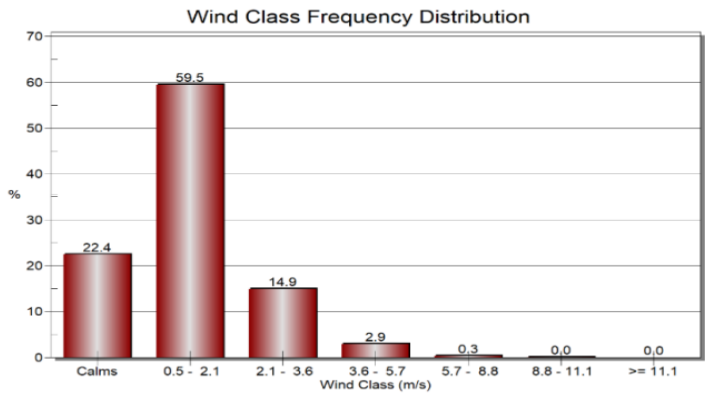
### ผลการวิจัย

1. การประยุกต์ผลการคาดการณ์ระดับความเข้มข้นของมลสารจากปริมาณการจราจร โดย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่เขตเมือง จังหวัดอุดรธานี

การประยุกต์สำหรับการทำนายของระดับความเข้มข้นของมลสารจากการปริมาณการจราจร โดย แอปพลิเคชัน AERMOD ในพื้นที่เมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่าถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ตำแหน่งถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้ง และถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee's Dispersion Model (AMS/EPA AERMOD) โดยมีสมมติฐานของการประเมินมีลักษณะเป็น Eulerian approach ซึ่งอ้างอิงตามขั้นตอนและวิธีการจากรายงานวิธีการใช้งานโปรแกรม AERMOD(EPA-454/B-16-011)และรายงานวิธีการใช้งานโปรแกรม AERMET (EPA-454/B-18-002)ของสำนักงานธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกาและตามสมการ Gaussian equation ที่มีเงื่อนไขการคำนวณแบบคงที่ (Steady state condition) ตลอดระยะเวลา 1 ชั่วโมงของสภาพทางอุตุนิยมวิทยา (ความคงที่ หมายถึง เงื่อนไข ของการคำนวณทั้งทางด้าน การปลดปล่อยมลสาร สภาพทางอุตุนิยมวิทยา และตำแหน่งของผู้รับมลสาร) นอกจากนั้นในการคำนวณใช้เงื่อนไข ของกิจกรรมที่อาจมีผลกระทบสูงสุด (worst case scenario) โดยพิจารณาใช้ค่าคงที่ของการปลดปล่อยมลสารสูงสุดที่มีโอกาสและไม่มี การควบคุมมลสารจากปล่องในที่นี้คือท่อไอเสียรถยนต์ (อมรศรี, 2554)

2. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว (Surface meteorological data) ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2561ของการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมในพื้นที่ (Onsite meteorological data) ส่วนข้อมูลอื่น อาทิ เช่น ความกดอากาศ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณเมฆ อุณหภูมิโดยกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีจังหวัดอุดรธานี (48354) ตั้งอยู่ที่ละติจูด 17° 23' 0.0" N ลองจิจูด 102° 48' 0.0" E และ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 177 เมตร โดยพบว่า ลักษณะอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเป็นลมที่มีความเร็วอยู่ในช่วง 0.5 - 2.1 เมตรต่อวินาที เป็นส่วนมากเท่ากับร้อยละ 59.5 พัดมาจากทางทิศออก (ภาพที่ 2(ก) และ 2(ข)) ส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน (Upper meteorological data) ใช้ข้อมูลที่ตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีกรมอุตุนิยมวิทยาบางนา กรุงเทพฯ ปี พ.ศ. 2561 และรวบรวมโดย National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) เนื่องจาก สถานีดังกล่าวมีปริมาณข้อมูลที่ครบถ้วนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่น



ภาพประกอบที่ 3 การกระจายตัวของความเร็วลมบริเวณพื้นที่ศึกษา

3. ลักษณะแหล่งกำเนิดและการปลดปล่อยมลสาร

ทำการประเมินโดยใช้แบบจำลอง AERMOD มาใช้ควบคู่ไปกับค่าตัวแปรอัตราการปลดปล่อยมลสาร (Emission Factor) อ้างอิงจากรายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2551 ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ และรายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2553 ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ ของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2552 และ 2554) ในปี 2552, และปี 2554 ตามลำดับ และเพิ่มเติมค่าตัวแปรอัตราการปลดปล่อยมลสารบางส่วนจากรายงานระบบฐานข้อมูลค่าตัวแปรอัตราการปลดปล่อยมลสารของสหราชอาณาจักร ในปี 1999 (The Assumptions Used and Results of the 1997 National Atmospheric Emissions Inventory Base Projections, UK National Atmospheric Emissions Inventory; NAEI, 1997) รวมไปถึงรายงานหนังสือแนะนำค่าอัตราการปลดปล่อยมลสาร ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมยุโรปในปี 2009, และปี 2013 (EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook, EEA, 2009 & 2013) (ฐิติวรลดา, 2559) แสดงดังตารางที่ 1 โดยได้ทำการศึกษาปริมาณของยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาวิจัยคือ ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมืองจังหวัดอุดรธานีพิกัดถนนจุดเริ่มต้นถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้ง: UTM 48265687N, 1925255E และจุดสิ้นสุดถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ: UTM 48263736N, 1926394E รวมระยะทาง 2, 230 เมตรซึ่งค่าตัวแปรอัตราการปลดปล่อยมลสารจะถูกนำไปคำนวณค่าอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองและมลสารจากกิจกรรมการจราจรโดยมีการประเมินผลรวมกับปริมาณจราจรของยานพาหนะแสดงดังตารางที่ 2 มาใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อทำการหาค่าอัตราการปลดปล่อยมลสารของยานพาหนะแต่ละประเภทที่จะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการจราจรจากรายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2553 ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ, กรมควบคุมมลพิษ 2554 (อัมพวัน, 2557) (อมรศรี บังศรี, 2554)

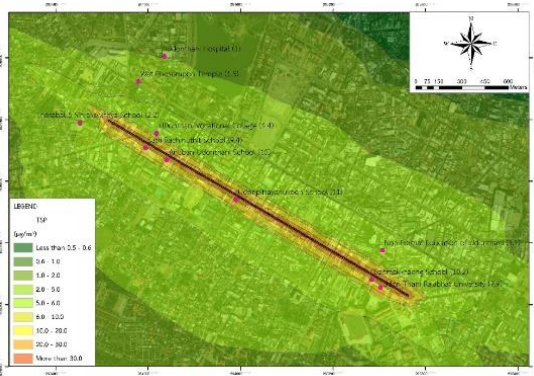
ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภทของพื้นที่ศึกษา

รายชื่อถนน	จำนวนรถ (คัน/ชม.)											รวม
	รถยนต์ นั่งส่วนบุคคล เกิน 7 คน	รถยนต์ นั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน	รถ โดยสาร ขนาดเล็ก	รถ โดยสาร ขนาดกลาง	รถ โดยสาร ขนาดใหญ่	รถบรรทุก ขนาดเล็ก	รถบรรทุก ขนาดกลาง	รถบรรทุก ขนาดใหญ่	รถบรรทุก พ่วง	รถบรรทุก กึ่งพ่วง	รถจักรยานยนต์และ สามล้อ เครื่อง	
ถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้งซ้ายทาง	1327	323	18	4	4	9	0	0	0	0	1173	2859
ถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้งขวาทาง	1411	336	17	5	4	9	0	0	0	0	1219	3002
ถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศซ้ายทาง	1140	255	14	4	3	10	0	0	0	0	1194	2620
ถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศขวาทาง	1338	340	12	5	4	12	1	0	0	0	1333	3044

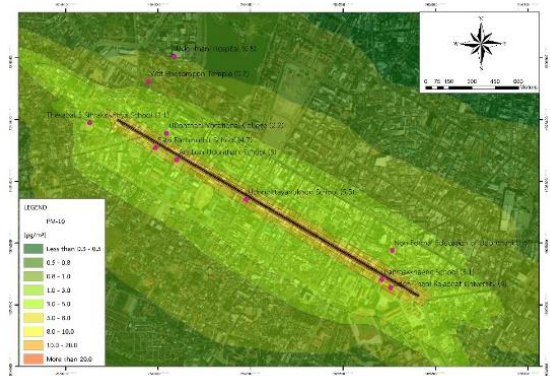
ที่มา: (เทศบาลเมืองอุดรธานี, 2561 )

#### 4. ผลการประเมินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

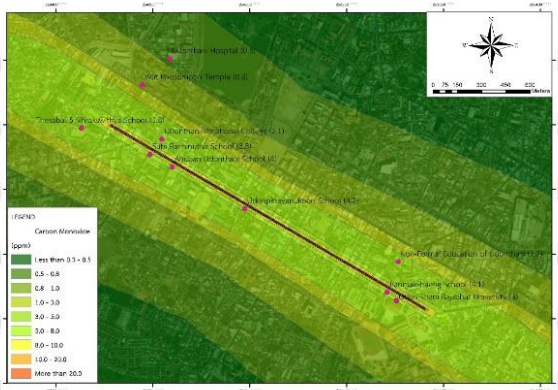
ผลจากกิจกรรมการจราจรในพื้นที่ศึกษา การประเมินผลกระทบทางด้านคุณภาพอากาศของถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ตำแหน่งถนนหน้าโรงเรียนบ้านหมากแข้ง และถนนหน้าโรงเรียนสตรีราชินูทิศ อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานีจะไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศโดยรอบพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ เฉพาะกิจกรรมของพื้นที่ศึกษา ก่อให้เกิดฝุ่นละอองรวมสูงสุดเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง 28.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร เฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง 14.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตทางของถนนที่มีความเข้มข้นของมลสารราย 24 ชั่วโมงสูงสุดส่วนพื้นที่ที่ไวต่อการได้รับผลกระทบ (Sensitive area) ที่มีความเข้มข้นของมลสารราย 24 ชั่วโมงสูงสุดคือ โรงเรียนอุดรพิทยานุกูลฝุ่นละอองรวมสูงสุดเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง 11.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร เฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง 5.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเป็นจุดที่มีตึกเรียนใกล้เคียงพื้นที่ต้นกำเนิดฝุ่นละอองมากที่สุด ในส่วนของผลการประเมินมลสาร ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง 11.8 ส่วนในล้านส่วน และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 18.7 ส่วนในพันล้านส่วน โดยพบว่า ในพื้นที่ถนน เป็นพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของมลสารรายชั่วโมงสูงสุดส่วนพื้นที่ที่ไวต่อการได้รับผลกระทบ (Sensitive area) ที่มีความเข้มข้นของมลสารรายชั่วโมงสูงสุดคือ โรงเรียนอุดรพิทยานุกูลก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง 4.2 ส่วนในล้านส่วนและก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 6.7 ส่วนในพันล้านส่วน แต่อย่างไรก็ดีค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นพบว่า ฝุ่นละอองรวมฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ นั้นมีค่าต่ำกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด ทั้งสิ้นส่วนการกระจายตัวของมลสารมีทิศทางไปในทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของลม (เคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก) แต่เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีความเร็วลมที่ต่ำ (เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.5 – 2.1 เมตรต่อวินาที) ส่งผลให้การสะสมของมลสารทางอากาศในพื้นที่ศึกษาอาจเกิดขึ้นได้ในกรณีที่มีปัจจัยด้านมลสารจากแหล่งอื่นที่ไม่ได้อยู่ใกล้เคียงพื้นที่พัดเข้ามาเพิ่มแสดงดัง ภาพที่ 3 ถึง 6



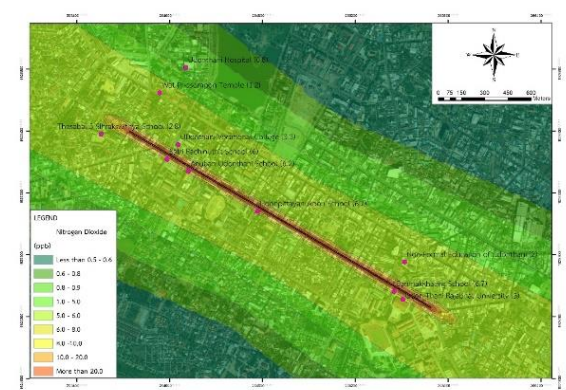
ภาพประกอบที่ 4 การแพร่กระจายของฝุ่นละออง (TSP)



ภาพประกอบที่ 5 การแพร่กระจายของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน



ภาพประกอบที่ 6 การแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)



ภาพประกอบที่ 7 การแพร่กระจายของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

## อภิปรายผล

การประยุกต์สำหรับการทำนายของระดับความเข้มข้นของมลสารจากการปริมาตรการจราจร โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่เมือง จังหวัดอุดรธานี นั้นการประเมินค่าความเข้มข้นของมลสารทางอากาศทั้งหมด 4 ชนิด คือ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่าค่าความเข้มข้นของมลสารทางอากาศทั้ง 4 ชนิด มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ทั้งหมด ส่วนพื้นที่ไวต่อการได้รับผลกระทบที่มีค่าความเข้มข้นของมลสารทางอากาศและการแพร่กระจายของมลสารในบรรยากาศ ทั้ง 4 ชนิด มากที่สุด คือ โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล อีกทั้งตัวแทนพื้นที่ไวต่อการได้รับผลกระทบมลพิษทางอากาศในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีตัวแทนพื้นที่ไวต่อการได้รับผลกระทบ จำนวน 10 แห่ง ได้แก่ 1) กศน. จังหวัดอุดรธานี 2) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 3) โรงเรียนบ้านหมากแข้ง 4) โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล 5) โรงเรียนอนุบาลอุดรธานี 6) โรงเรียนสตรีราชินูทิศ 7) วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานี 8) โรงเรียนเทศบาล 5 สีหรัชวิทยา 9) วัดโพธิสมภรณ์ 10) โรงพยาบาลอุดรธานี ตามลำดับ นอกจากนี้พื้นที่ไวต่อการได้รับผลกระทบยังใช้จุดสังเกตแบบ Uniform Cartesian Grid ระยะห่างระหว่างจุดสังเกต 20 เมตร จำนวน 151x111 จุด ครอบคลุมพื้นที่ 3,000x2,200 ตารางเมตร โดยเริ่มจุดสังเกตที่พิกัด UTM48 266204 E 1924715.48 N และระยะห่างระหว่างจุดสังเกต 100 เมตร จำนวน 41x23 จุด ครอบคลุมพื้นที่ 4,000x3,200 ตารางเมตร โดยเริ่มจุดสังเกตที่ UTM48 266732.54 E และ 1924245.24 N

## สรุปผลการวิจัย

### 1. ความเข้มข้นของมลสารในบรรยากาศในพื้นที่ศึกษา

ผลการประเมินค่าความเข้มข้นของมลสารทางอากาศทั้งหมด 4 ชนิด คือ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในพื้นที่ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่าค่าความเข้มข้นของมลสารทางอากาศทั้ง 4 ชนิด มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ทั้งหมด (TSP: Total Suspended Particulate) ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 100 ไมครอน, ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม., ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม., ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม.), และ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.) ส่วนพื้นที่ไวต่อการได้รับผลกระทบที่มีค่าความเข้มข้นของมลสารทางอากาศทั้ง 4 ชนิด มากที่สุด คือ โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล

### 2. การแพร่กระจายของมลสารในบรรยากาศในพื้นที่ศึกษา

การแพร่กระจายของมลสารทางอากาศทั้ง 4 ชนิด พบว่ามีรูปแบบการแพร่กระจายของมลสารทางอากาศในพื้นที่ศึกษา เป็นไปในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน นั่นคือ เคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ด้วยความเร็วลมที่อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2.1 เมตรต่อวินาที ซึ่งพื้นที่ไวต่อการได้รับผลกระทบที่ได้รับมลสารทั้ง 4 ชนิด มากที่สุด คือ โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล และการแพร่กระจายความเข้มข้นของมลสารทางอากาศจะลดลงตามระยะทางที่ห่างออกไปจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

### 3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษาที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD พบว่า ลักษณะอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเป็นลมที่มีความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2.1 เมตรต่อวินาที เป็นส่วนมาก (ร้อยละ 59.5) ซึ่งพัดมาจากทางทิศตะวันออก

## ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาปริมาณการจราจรในเส้นทางอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้มีการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

## เอกสารอ้างอิง

- กนกพร ศิลาดิ. (2552). การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศที่คำนวณได้โดยแบบจำลองคุณภาพอากาศเมื่อใช้ค่าปัจจัยลักษณะผิวพื้นที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ฐิติวรลดา เตียวตระกูล. (2559). การจำลองมาตรการลดฝุ่นละอองจากเหมืองโดยใช้แบบจำลอง AERMOD. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- เทศบาลนครอุดรธานี. (2560). ข้อมูลการจราจรจากกล้องวงจรปิดในเขตเทศบาลเมือง. อุดรธานี: กองสาธารณสุขและสุข จังหวัดอุดรธานี.
- สรณ์ สุวรรณโชติ. (2548). การศึกษาการเปรียบเทียบผลการทำนายความเข้มข้นสารพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCT3 และ AERMOD. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- หทัยรัตน์ ฤทธิ์ธำณรัตน์.(2557). การศึกษาการลดปริมาณมลพิษทางอากาศจากการขนส่งในพื้นที่กรุงเทพมหานครด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อมรศรี บังศรี. (2554). ความสามารถในการประมาณค่าของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AREMODกับข้อมูลตรวจวัดจริง บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อัมพวัน ชัยสิทธิ์ และสุรัตน์ บัวเลิศ. (2557). ระยะห่างที่เหมาะสมสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศแบบแน่นอนในพื้นที่ภูมิประเทศที่สลับซับซ้อน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2558, 3 - 6 กุมภาพันธ์ 2015, กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย