เอกสารเผยแพร่ความรู้อย่างง่ายเกี่ยวกับ

แบบจำลองอากาศ AERMOD

ฉบับประชาชน

EEC
เชิดพัฒนาพิศิษฐากาศตะวันออก
เชื่อมโลก ให้ไทยแล่น
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเชิดพัฒนาพิศิษฐากาศตะวันออก

ภายใต้โครงการศึกษาการจัดการมลพิษทางอากาศ
ในพื้นที่อุตสาหกรรมมาบตาพุดเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เอกสารเพื่อเผยแพร่ความรู้อย่างง่ายเกี่ยวกับแบบจำลองอากาศ AERMOD ฉบับประชาชน

ภายใต้โครงการศึกษาการจัดการมลพิษทางอากาศในพื้นที่อุตสาหกรรมมาบตาพุดเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จัดทำโดย	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก
พิมพ์ครั้งแรก	กันยายน 2563 จำนวน 100 เล่ม
การอ้างอิง	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก. 2563. **เอกสารเพื่อเผยแพร่ความรู้อย่างง่ายเกี่ยวกับแบบจำลองอากาศ AERMOD ฉบับประชาชน**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก.
รวบรวมและเรียบเรียง	บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด โทรศัพท์ 02 763 2828
จัดพิมพ์	บริษัท พญา พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด โทรศัพท์ 02 045 8977

คำนำ

เอกสารเพื่อเผยแพร่ความรู้อย่างง่ายเกี่ยวกับแบบจำลองอากาศ AERMOD ฉบับประชาชน จัดทำขึ้นภายใต้โครงการศึกษาการจัดการมลพิษทางอากาศในพื้นที่อุตสาหกรรมมาบตาพุดเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.) โดยความร่วมมือทางวิชาการกับสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้แก่ประชาชนผู้สนใจเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของแบบจำลองอากาศ AERMOD ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD เพื่อประเมินคุณภาพอากาศ ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับสารมลพิษทางอากาศ อันจะนำไปสู่ความเข้าใจในแนวทางการพิจารณาผลกระทบและมาตรการป้องกันแก้ไขและลดผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศที่เจ้าของโครงการกำหนด ว่ามีความเหมาะสมและครอบคลุมหรือไม่ รวมถึงเป็นประโยชน์ในการเข้าใจพื้นฐานเพื่อติดตามและเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงโครงการ

สำนักคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.) หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนผู้สนใจในด้านการส่งเสริมให้ความรู้อย่างง่ายเกี่ยวกับแบบจำลองอากาศ AERMOD และนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเฝ้าระวังและดูแลคุณภาพอากาศต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.)

กันยายน 2563

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
1 มลพิษทางอากาศ	3
2 ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ	5
3 การแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ	8
4 แบบจำลองอากาศ AERMOD	14
5 ประโยชน์ของแบบจำลองอากาศ AERMOD	16
6 ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองอากาศ AERMOD	17
7 กระบวนการทำงานของแบบจำลองอากาศ AERMOD	19
8 ผลการประเมินด้วยแบบจำลองอากาศ AERMOD	21

บทนำ

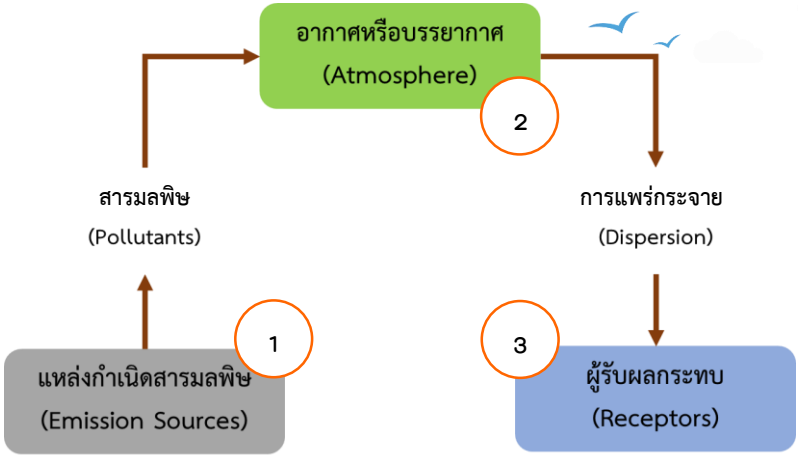
ปัญหามลพิษอากาศเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น เช่น ปัญหาฝุ่นละออง การเกิดฝนกรด เป็นต้น โดยจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน ดังนั้น การคาดการณ์หรือทำนายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสมและถูกต้อง โดยเครื่องมือที่ถูกใช้ในทำนายผลกระทบดังกล่าว คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศ ซึ่งจะใช้การคาดการณ์การเคลื่อนที่และกระจายตัวของมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดตั้งแต่แหล่งเดียวหรือหลายแหล่งที่เป็นที่สงสัย กังวล หรือห่วงใย ตัวอย่างกิจกรรมที่อาศัยแบบจำลองประกอบการศึกษา เช่น การก่อสร้างอาคาร การก่อสร้างถนน การเพิ่มพื้นที่อุตสาหกรรมใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงระบบการจราจรเพื่อแก้ไขปัญหาความแออัดของการจราจร การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ผลการศึกษาจากแบบจำลองสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาของผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจในการอนุญาต โดยอาจมีเงื่อนไขเกี่ยวกับความจำเป็นที่จะต้องมีมาตรการในการควบคุมฝุ่นในสถานที่ก่อสร้าง หรือมาตรการควบคุมมลพิษอย่างเข้มงวดสำหรับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มขึ้นใหม่ ถ้าแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างหรือการผลิตของโรงงานที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นมีผลให้ความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศเปลี่ยนแปลง และมีแนวโน้มจะส่งผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มั่นใจว่ากิจกรรมเหล่านั้นจะมีการบริหารจัดการดูแลที่ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมทั้งในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง

ในปัจจุบันแบบจำลองหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้เพื่อประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ คือ **แบบจำลองอากาศ AERMOD** ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ซึ่งหน่วยงานรัฐของไทยได้กำหนดให้นำมาใช้ภายในประเทศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ ในการใช้งานและการตีความผลที่ได้จากแบบจำลองอากาศนั้น จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเข้าใจอย่างมาก เพื่อให้สามารถใช้งานแบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การป้องกันและแก้ไขปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนั้น สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น หน่วยงาน องค์กรประชาชน ควรจะมีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการและวิธีการในการใช้แบบจำลองอากาศ เพื่อให้เข้าใจถึงการได้มาซึ่งผลที่ได้จากการคาดการณ์ผลกระทบคุณภาพอากาศด้วยแบบจำลอง รวมทั้ง การพิจารณาว่ามาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการที่กำหนดไว้นั้นมีความครบถ้วน เหมาะสม และเพียงพอหรือไม่ เพื่อลดและป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนทั้งในระยะสั้น และระยะยาวต่อไป

1 มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือรบกวนต่อการดำรงชีวิต หรือการพักผ่อนของประชาชน โดยมลพิษทางอากาศนี้อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า อย่างไรก็ตามมลพิษดังกล่าวมักเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย และกรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากรถยนต์ จากโรงงานอุตสาหกรรม จากกระบวนการผลิตก๊าซบางชนิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

องค์ประกอบหลักที่จะนำสารมลพิษทางอากาศไปสู่มนุษย์ สัตว์ พืช หรืออาคาร บ้านเรือน วัสดุสิ่งก่อสร้างต่างๆ เรียกว่า “ระบบภาวะมลพิษอากาศ” ซึ่งประกอบด้วย 3 ระบบหลัก ดังนี้



ส่วนประกอบของระบบภาวะมลพิษอากาศ

ที่มา : นพภาพร พานิช, 2554

1) แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Sources)

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดสารมลพิษและระบายออกสู่บรรยากาศ โดยที่ชนิดและปริมาณของสารมลพิษที่ถูกระบายนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งกำเนิด ลักษณะการเผาไหม้ ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ และวิธีการควบคุมการระบายสารมลพิษ

2) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere)

อากาศหรือบรรยากาศเป็นส่วนของระบบที่รองรับสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด และเป็นตัวกลางให้สารมลพิษทางอากาศแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความเร็วและทิศทางลม รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา อาคารบ้านเรือน เป็นต้น

3) ผู้รับผลกระทบ (Receptors)

ผู้รับผลกระทบเป็นส่วนหนึ่งของระบบที่สัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศ ซึ่งหากได้รับปริมาณมาก หรือเกินขีดจำกัดจะทำให้ได้รับความเสียหายหรืออันตรายได้ โดยผู้รับผลกระทบอาจเป็นสิ่งที่มีชีวิตทั้งคน พืช และสัตว์ หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น อาคาร บ้านเรือน เป็นต้น ความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ระยะเวลาที่สัมผัส สภาพทางอุตุนิยมวิทยา และสภาพภูมิประเทศ

2 ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ

สารมลพิษทางอากาศ อาจแบ่งได้ 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ สารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิ และสารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

1) สารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants)

สารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิเป็นสารมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นและถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ฝุ่นละออง ขี้เถ้าและเขม่าควันดำที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในยานพาหนะและเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2) สารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants)

สารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิเป็นสารมลพิษทางอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใดๆ แต่จะเกิดขึ้นในบรรยากาศจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ ตัวอย่างเช่น การเกิดฝนกรดเป็นผลมาจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างไอน้ำ ออกซิเจน และสารต่างๆ ในบรรยากาศกับก๊าซบางชนิด เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เป็นต้น

ทั้งนี้ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ และแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

1) แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศตามกระบวนการทางธรรมชาติ หรือไม่มีการกระทำหรือกิจกรรมของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่าตามธรรมชาติ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์โดยจุลินทรีย์ เป็นต้น

2) แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เป็นแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

(1) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่อยู่กับที่ เช่น มลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผา มลพิษจากกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม ไอระเหยจากสถานีบริการน้ำมัน เป็นต้น

(2) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ มลพิษจากยานพาหนะประเภทต่างๆ เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เรือ เครื่องบิน เป็นต้น

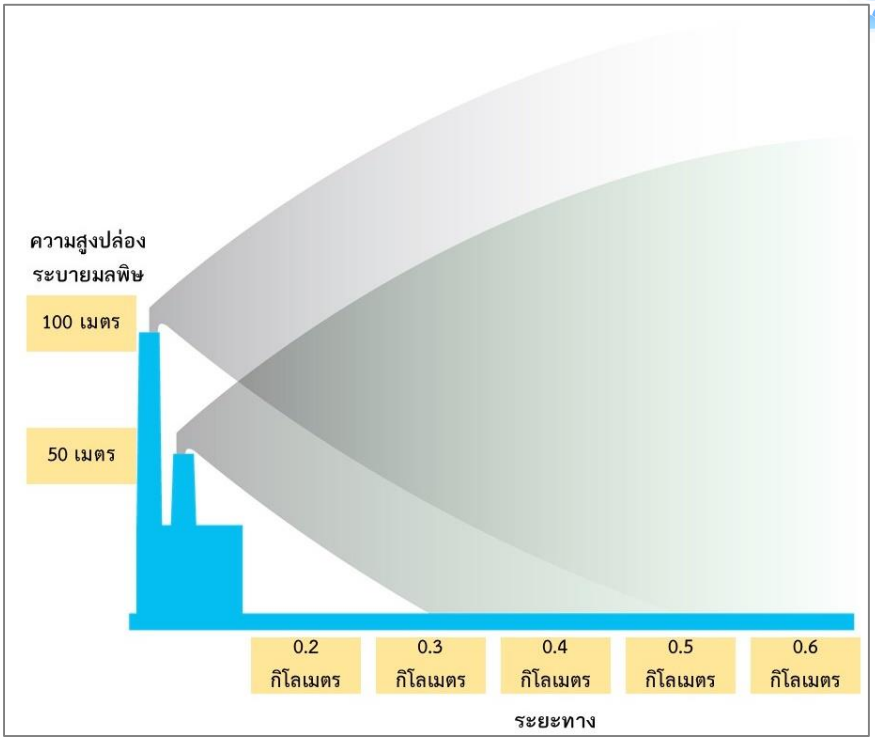
(3) มลพิษทางอากาศที่ไม่มีแหล่งกำเนิดแน่นอน เช่น การเผาขยะในที่โล่ง การลักลอบเผาป่า การเผาตอซังในนาข้าว ฝุ่นละอองจากกิจกรรมการก่อสร้างถนน เป็นต้น

3 การแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ

การแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศเป็นกระบวนการที่อาศัยการประมาณการการแพร่กระจายของสารมลพิษในบรรยากาศจากแหล่งกำเนิด เนื่องจากอิทธิพลจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะและที่ตั้งของแหล่งกำเนิด สภาพภูมิประเทศ คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสารมลพิษ สภาพทางอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึงปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญอันจะมีผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ ดังนี้

1) แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Source) เช่น ปล่องระบายสารมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรม ท่อไอเสียจากรถยนต์ และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Source) เช่น มลพิษบริเวณลานจอดรถ หลุมฝังกลบขยะมูลฝอย กิจกรรมเปิดหน้าดินจากการสร้างถนน เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น กรณีแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศเป็นปล่องระบาย ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการกระจายของสารมลพิษทางอากาศ เช่น ขนาดปล่อง (เส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างของปล่อง) ความสูงปล่อง อุณหภูมิของก๊าซที่ไหลออกจากปล่อง ความเร็วของก๊าซภายในปล่อง โดยเฉพาะความสูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่ง หากเปรียบเทียบระหว่างปล่องสูงกับปล่องเตี้ย จะพบว่าปล่องที่มีความสูงมากกว่าจะมีโอกาสทำให้สารมลพิษแพร่กระจายไปในบรรยากาศได้ไกลกว่าปล่องเตี้ย

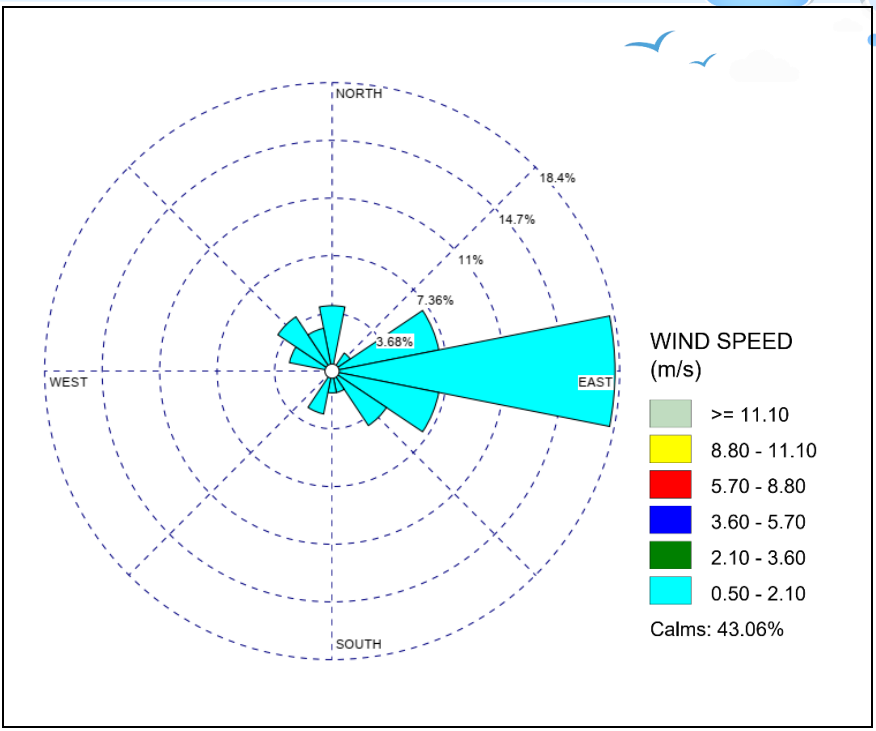


แสดงตัวอย่างระยะทางที่สารมลพิษทางอากาศตกที่ระดับพื้นดินด้วยแรงโน้มถ่วง เมื่อปล่องมีความสูงแตกต่างกัน (กรณีนี้ยังไม่พิจารณารวมตัวแปรอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม เป็นต้น)

2) สภาพทางอุตุนิยมวิทยา

สภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญและมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ คือ ทิศทางและความเร็วลม ซึ่งโดยปกติเมื่อสารมลพิษทางอากาศถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดแล้ว จะเคลื่อนที่ไปในบรรยากาศโดยการพาของลมด้วยความเร็วที่เท่ากับความเร็วลมขณะนั้น แต่อย่างไรก็ตาม ลมมักไม่ได้พัดในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา รวมถึงมีค่าความเร็วลมที่ไม่คงที่เช่นเดียวกัน โดยความแน่นอนของทิศทางและความเร็วลมโดยปกติมักมีน้อยมาก แม้แต่ในชั่วโมงเดียวกันก็อาจมีการพัดไปได้ในหลายทิศทางในความเร็วที่ต่างกันไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วทิศทางลมจะมีผลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของสารมลพิษ ในขณะที่ความเร็วลมจะมีผลต่อความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ

ข้อมูลการวัดทิศทางและความเร็วลมสามารถแสดงอยู่ในรูปของผังลม (Wind Roses) ซึ่งเป็นเหมือนแผนภาพที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงการกระจายตัวของลมในแต่ละทิศทางที่พัดเข้าสู่เครื่องมือตรวจวัด โดยแผนภาพจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ที่เท่ากัน เช่น 8 12 หรือ 16 ส่วน เพื่อแสดงทิศทางที่แตกต่างกัน



ตัวอย่างผังลม

แสดงผลการวัดทิศทางและความเร็วลมจากสถานีตรวจอากาศ โดยทิศทางลมส่วนใหญ่ที่พัดเข้าสู่สถานีตรวจอากาศเป็นลมที่พัดมาจากทิศตะวันออก (East) ร้อยละ 18.06* โดยมีความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.50-2.10 เมตรต่อวินาที** และในช่วงที่ทำการตรวจวัดมีลมสงบ ร้อยละ 43.06***

* พิจารณาจากตัวเลขร้อยละกำกับที่เส้น

** พิจารณาจากแถบสีของความเร็วลม (Wind speed)

*** พิจารณาจากตัวเลขร้อยละของลมสงบ (Calms)

นอกจากนี้ ยังมีสภาพทางอุตุนิยมวิทยาอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ เป็นต้น โดยตัวแปรดังกล่าวจะมีการตรวจวัดที่สถานีตรวจอากาศหรือสถานีอุตุนิยมวิทยา ด้วยอุปกรณ์ตรวจวัด ยกตัวอย่างเช่น

- ลม ตรวจวัดด้วยเครื่องวัดทิศทางลม (Wind vane) และเครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)
- อุณหภูมิอากาศ ตรวจวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- ความชื้นสัมพัทธ์ ตรวจวัดด้วยไฮโกรมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียก/กระเปาะแห้ง (Wet/Dry Bulb Hygrometer)
- ความกดอากาศ ตรวจวัดด้วยบาโรมิเตอร์ (Barometer) เป็นต้น

3) ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ ตัวอย่างกรณีศึกษา เช่น

กรณีแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยหุบเขา จะทำให้สารมลพิษที่ระบายออกมาจากแหล่งกำเนิดมีโอกาสสะสมอยู่ภายในหุบเขา

เนื่องจากลมจากเชิงเขาขึ้นไปบนเขาอ่อนกว่าลมจากบนเขาลงสู่เชิงเขา ทำให้สารมลพิษไม่สามารถกระจายพ้นออกจากหุบเขา และถูกกักเก็บไว้ในพื้นที่ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชาชนในพื้นที่ได้

ลมบก ลมทะเล

กรณีแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ที่มีลมบกลมทะเล โดยในเวลากลางคืนจะมีลมพัดจากฝั่งออกสู่ทะเล เรียกว่า “ลมบก” ส่วนในเวลากลางวันลมจะพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง เรียกว่า “ลมทะเล” ซึ่งโดยทั่วไปแล้วลมทะเลมักแรงกว่าลมบก จึงอาจทำให้สารมลพิษกระจายออกจากบริเวณฝั่งได้น้อย และมีโอกาสเกิดการสะสมของสารมลพิษในพื้นที่

ทั้งนี้ ลักษณะภูมิประเทศไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้น้อยมาก สิ่งสำคัญในการบริหารจัดการมลพิษทางอากาศ คือ การลดและป้องกันมลพิษจากแหล่งกำเนิดโดยตรง

4 แบบจำลองอากาศ AERMOD

แบบจำลองอากาศ เป็นเครื่องมือที่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อประมาณค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเกิดจากการระบายออกจากแหล่งกำเนิดตั้งแต่แหล่งกำเนิดเดียว หรือหลายแหล่งกำเนิดก็ได้ แบบจำลองอากาศมีหลายแบบ แต่ละแบบอาจจะใช้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศที่ต่างวัตถุประสงค์กัน เช่น แบบจำลองการพยากรณ์อากาศ Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) ซึ่งใช้สำหรับการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศหรือการเกิดภาวะโลกร้อน ในขณะที่แบบจำลองเกาส์เซียน (Gaussian model) แบบจำลองลากรานเจียน (Lagrangian medel) หรือแบบจำลอง AERMOD จะใช้สำหรับการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงมลสารในบรรยากาศ เป็นต้น ในการใช้แบบจำลองจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน มีข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการนำเข้าแบบจำลอง มีการตั้งวัตถุประสงค์และสมมุติฐานที่ชัดเจน เพื่อจะสามารถคาดการณ์ได้แม่นยำมากขึ้น และใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพเพื่อประมวลผลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ปัจจุบัน แบบจำลองอากาศที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการคาดการณ์มลพิษทางอากาศและการจัดการมลพิษทางอากาศ คือ แบบจำลองอากาศ **AERMOD** (The **A**merican Meteorological Society/**E**nvironmental Protection Agency **R**egulatory **M**odel Improvement Committee's **D**ispersion Model) เป็นแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดยสมาคมอุตุนิยมวิทยาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Meteorological Society หรือ AMS) และสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency หรือ U.S. EPA) และในปี พ.ศ. 2549 U.S. EPA ได้กำหนดแบบจำลองอากาศ AERMOD ให้เป็นแบบจำลองอากาศหลัก (Preferred model) สำหรับการประเมินค่าความเข้มข้นของมลพิษที่แพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดในระยะทางไม่เกิน 50 กิโลเมตร ส่วนประเทศไทย โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ยอมรับให้ใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD สำหรับคาดการณ์ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment หรือ EIA) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เพื่อให้การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศสำหรับทุกพื้นที่ของประเทศไทย มีความถูกต้อง และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ยังมีข้อดี คือ สามารถใช้ได้กับแหล่งกำเนิดหลายประเภท รวมถึงสามารถใช้งานได้กับลักษณะพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน เช่น

- สามารถใช้ได้ทั้งแหล่งกำเนิดแบบจุด เช่น ปล่องระบายสารมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ เช่น ฝุ่นจากพื้นที่เหมืองแร่ เป็นต้น
- สามารถใช้ศึกษาในพื้นที่ที่ราบทั่วไปและพื้นที่ที่มีความซับซ้อน

5 ประโยชน์ของแบบจำลองอากาศ AERMOD

แบบจำลองอากาศ AERMOD มีประโยชน์ต่อทั้งหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการและนักวิจัย ตัวอย่างเช่น

ประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐ

- เพื่อพิจารณาผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในพื้นที่อ่อนไหวเฉพาะ เช่น พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่ที่มีการควบคุมมลพิษเป็นพิเศษ เป็นต้น
- เพื่อประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผน โครงการและกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศ
- เพื่อทำนายความเป็นไปได้ของโครงการใหม่ และ/หรือการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดโครงการ เช่น โครงการในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น
- เพื่อศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง เป็นต้น

และประโยชน์ต่อนักวิชาการ/นักวิจัย

- เพื่อคาดการณ์การเคลื่อนที่และการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด ในการจัดทำรายงาน EIA หรือการศึกษาและวิจัยในเรื่องมลพิษทางอากาศ
- เพื่อประเมินความเพียงพอของมาตรการ และ/หรืออุปกรณ์ควบคุมการปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดสู่สิ่งแวดล้อม
- เพื่อวางแผนควบคุมและติดตามตรวจสอบ เช่น ศึกษาตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสารมลพิษทางอากาศจากโครงการ เป็นต้น

6 ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองอากาศ AERMOD

ข้อมูลที่ต้องจัดเตรียมเพื่อนำเข้าแบบจำลองอากาศ AERMOD ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการเตรียมด้วยโปรแกรมย่อย AERMET ข้อมูลความสูงของพื้นที่ที่ได้จากการเตรียมด้วยโปรแกรมย่อย AERMEP และข้อมูลแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศ (วราวุธ เสือดี, 2551) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการเตรียมด้วยโปรแกรมย่อย AERMET

1.1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น เป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดในบรรยากาศใกล้พื้นโลก เช่น

- ทิศทางและความเร็วลม
- อุณหภูมิอากาศ
- ปริมาณเมฆปกคลุม
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ความกดอากาศ

โดยผู้ประเมินจะต้องพิจารณาความครบถ้วนของข้อมูล และจัดเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมย่อย AERMET สามารถนำไปประมวลผลได้

1.2) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน เป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดได้ตั้งแต่ระดับ 100 เมตร จนถึง 5,000 เมตร ประกอบด้วย

- ทิศทางและความเร็วลม
- อุณหภูมิอากาศ
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ความกดอากาศ
- ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

โดยผู้ประเมินจะต้องพิจารณาความครบถ้วนของข้อมูล และจัดเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมย่อย AERMET สามารถนำไปประมวลผลได้เช่นกัน

1.3) ลักษณะผิวพื้น เป็นตัวแปรค่าหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น พื้นที่เขตเมือง ทุ่งหญ้า ป่าไม้ผลัดใบ แหล่งน้ำ เป็นต้น และฤดูกาล เช่น ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูหนาว เป็นต้น

2) ข้อมูลความสูงของพื้นที่ที่ได้จากการเตรียมด้วยโปรแกรมย่อย AERMAP

ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMEP ได้แก่ ลักษณะความสูงของภูมิประเทศ ณ ตำแหน่งต่างๆ ตามพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ และจุดที่สนใจหรือผู้รับผลกระทบ

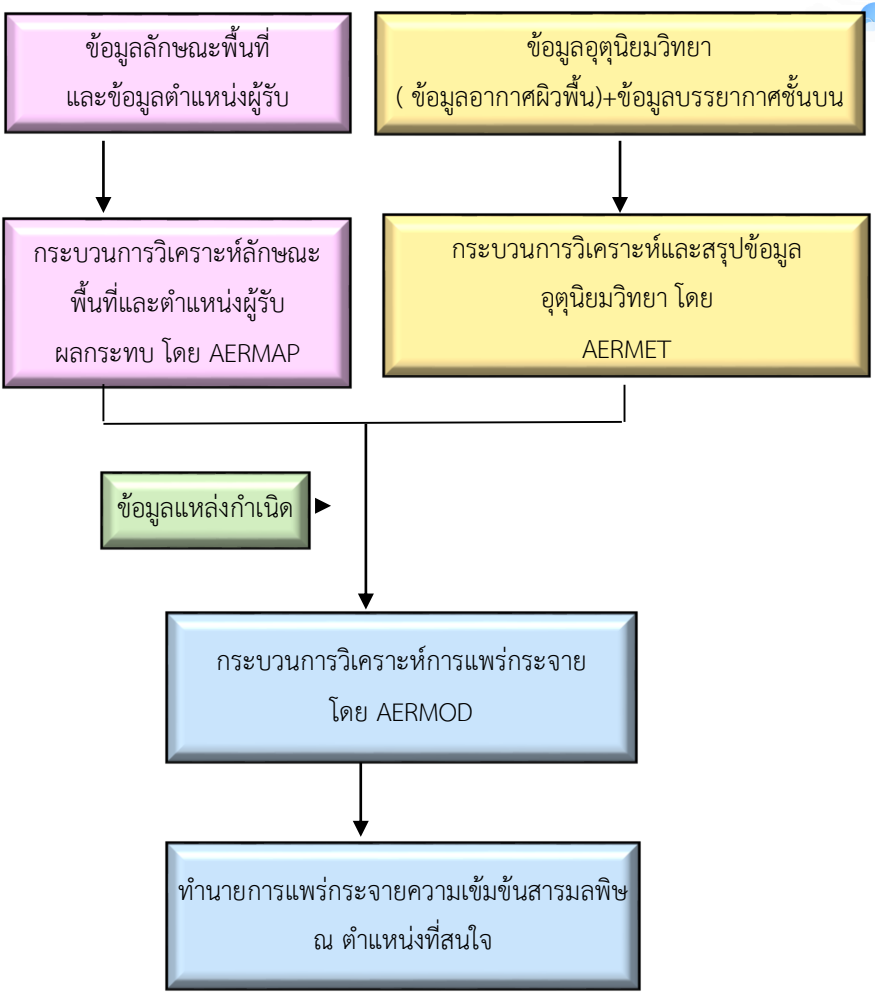
3) ข้อมูลแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศ

ข้อมูลแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศ ประกอบด้วย

- พิกัดตำแหน่งของแหล่งกำเนิด เช่น พิกัดตำแหน่งของปล่องระบายมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรม
- ลักษณะของแหล่งกำเนิด เช่น ความสูงปล่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปล่อง ความเร็วในการระบายก๊าซที่ออกจากปล่อง อุณหภูมิของก๊าซที่ระบายออกจากปล่องสู่บรรยากาศ อัตราการระบายสารมลพิษทางอากาศ เป็นต้น

7 กระบวนการทำงานของแบบจำลองอากาศ AERMOD

กระบวนการทำงานของแบบจำลองอากาศ AERMOD จะเริ่มจากผู้ประเมินเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMET และ AERMEP โดยข้อมูลที่ผ่านการเตรียมจากโปรแกรมย่อยทั้งสองแล้ว จะอยู่ในรูปแบบที่สามารถนำเข้าแบบจำลองอากาศ AERMOD ได้ จากนั้นผู้ประเมินจะนำเข้าข้อมูลของแหล่งกำเนิดสารมลพิษ เพื่อให้แบบจำลองอากาศ AERMOD ทำการวิเคราะห์และทำนายการแพร่กระจายความเข้มข้นสารมลพิษ ณ ตำแหน่งที่สนใจ



กระบวนการทำงานของแบบจำลองอากาศ AERMOD

8 ผลการประเมินด้วยแบบจำลองอากาศ AERMOD

1) ตัวอย่างข้อมูลประกอบการศึกษา (เหตุการณ์สมมติ)

บริษัท ร่ำรวย จำกัด (มหาชน) จะดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้าร่ำรวย ณ ตำบลใกล้รวย อำเภอจะรวย จังหวัดแสนรวย มีกำลังการผลิตรวม 500 เมกะวัตต์ โดยใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองอากาศ AERMOD ดังนี้

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดมลพิษ		
ข้อมูล	**หน่วย**	**ปล่องระบายมลพิษ**
โรงไฟฟ้าร่ำรวย	พิกัด	343471E, 1970431N
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปล่อง	เมตร	1.6
ความสูงปล่อง	เมตร	35
อุณหภูมิภายในปล่อง	องศาเซลเซียส	160
ความเร็วของก๊าซภายในปล่อง	เมตรต่อวินาที	10.66
อัตราการไหลของก๊าซ	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	21.44
อัตราการระบายของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	กรัมต่อวินาที	1.5410
ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ 7% O_2	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	72

ข้อมูลของผู้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ			
ข้อมูล	**หน่วย**	**รพ.สต.ไก่แจ้**	**โรงเรียนไก่แจ้**
พิกัด	-	339300E, 1970000N ห่างจากโรงไฟฟ้า 4.2 กิโลเมตร	345520E, 1971385N ห่างจากโรงไฟฟ้า 2.05 กิโลเมตร
ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) สูงสุด ในบรรยากาศ ณ ปัจจุบัน เฉลี่ย 1 ชั่วโมง	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	17.54	10.21

2) ผลที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

การคาดการณ์ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองอากาศ AERMOD พบว่า เมื่อบริษัท ร่ำรวย จำกัด (มหาชน) ดำเนินการผลิตเต็มประสิทธิภาพ จะมีการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากปล่อง โดยคาดการณ์การแพร่กระจายความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมงในบรรยากาศ ดังนี้

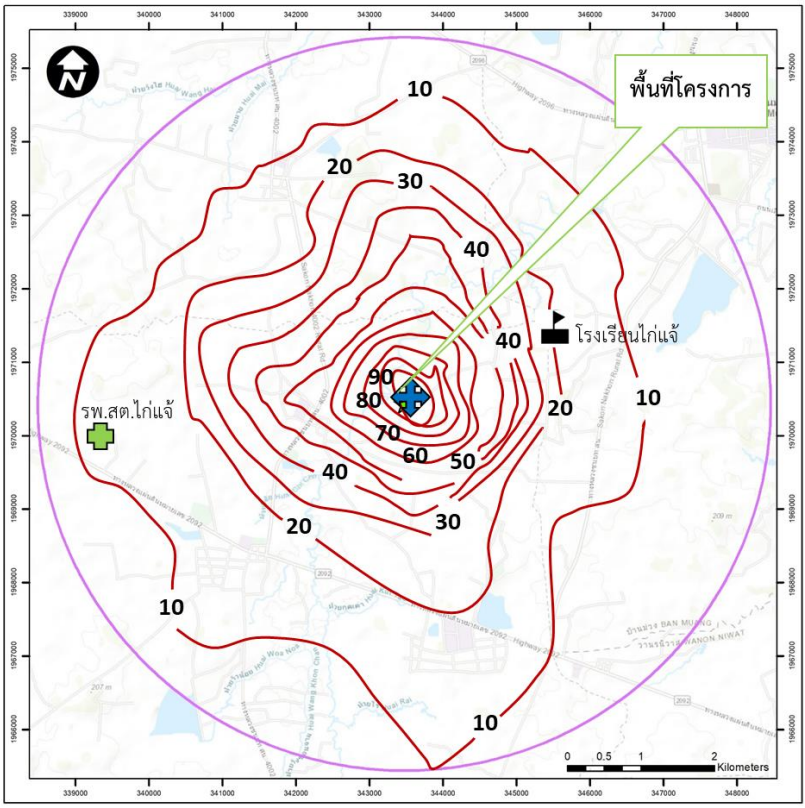
ชุมชน	ความเข้มข้นสูงสุด SO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	ผลการประเมินโดยแบบจำลอง AERMOD	ความเข้มข้นสูงสุดจากการตรวจวัด	ผลรวม
ความเข้มข้นสูงสุด	115 (พิกัด 343475E, 1970436N)	16.53	131.53
จุดสังเกตที่เป็นพื้นที่อ่อนไหว			
รพ.สต.ไก่แจ้	12.47	17.54	30.01
โรงเรียนไก่แจ้	20.08	10.21	30.29
ค่ามาตรฐาน[1/]	**780**		

หมายเหตุ : [1/] ค่ามาตรฐานความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในบรรยากาศตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 21 (พ.ศ. 2544)

- ค่าความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากแบบจำลอง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 115 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่โครงการโรงไฟฟ้า
- ค่าความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากแบบจำลอง ณ รพ.สต.ไก่แจ้ และ โรงเรียนไก่แจ้ มีค่า 12.47 และ 20.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

- เมื่อรวมค่าที่ได้จากการทำนายโดยแบบจำลอง กับค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ตรวจวัดได้สูงสุดในปัจจุบัน ณ รพ.สต.ไก่แจ้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง เท่ากับ 17.54 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะทำให้มีค่าความเข้มข้นในบรรยากาศรวม ณ ตำแหน่งดังกล่าวเท่ากับ 30.01 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ ณ โรงเรียนไก่แจ้ ซึ่งมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ที่ตรวจวัดได้สูงสุดเท่ากับ 10.21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณารวมกับค่าความเข้มข้นที่ทำนายได้จากแบบจำลองฯ จะทำให้มีค่าความเข้มข้นในบรรยากาศรวมเท่ากับ 30.29 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าอยู่ในมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 21 (พ.ศ. 2544) (กำหนดค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ไม่เกิน 780 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

ดังนั้น โรงไฟฟ้าร่ำรวยที่มีการผลิตเต็มประสิทธิภาพนั้น ไม่ได้ก่อให้เกิดผลกระทบจนทำให้ค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ



ค่าความเข้มข้นสูงสุด 115 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (พิกัด 343475E, 1970436N)

สัญลักษณ์

พื้นที่ศึกษารัศมี 5 กิโลเมตร

สถานศึกษา

สถานพยาบาล

เส้นแสดงระดับความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ในระยะดำเนินการ (เมื่อโรงไฟฟ้าดำเนินการผลิต)

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2554). **รู้รอบทิศมลพิษทางอากาศ บทเรียน แนวคิด และการจัดการ**. กรุงเทพฯ: กชกร พับลิชชิ่ง.

นพภาพร พานิช. (2544). **แบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วราวุธ เสือดี (2551). **แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD**. ปทุมธานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วินัย มีแสง. (2558). **เอกสารประกอบการสอนวิชามลพิษทางอากาศ (Air Pollution)**. สืบค้นวันที่ 5 พฤษภาคม 2563, จาก http://portal5.udru.ac.th/ebook/pdf/upload/171u5jI6VI4N36V98jNp.pdf.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2556). **เอกสารประกอบการประชุม เรื่อง แนวทางการใช้แบบจำลองเพื่อประเมินการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ วันที่ 24 กันยายน 2556 ณ โรงแรมเอเชีย ราชเทวี กรุงเทพฯ**. สืบค้นวันที่ 12 พฤษภาคม 2563, จาก https://www.yumpu.com/en/document/read/37356073/-

บันทึก

บันทึก