เลขที่ ๔๕

รายงานส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง วิจัยและแจ้งเตือนภัย ฝุ่น $PM_{2.5}$ จำแนกรายเขต ผ่าน Line Alert

จัดทำโดย นางสาวทิพย์ญาณี สุวรรณวิจิตร

ตำแหน่ง นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
สังกัด กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม
หลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ ๔๓
สถาบันพัฒนาทรัพยากรบุคคลกรุงเทพมหานคร
สำนักงาน ก.ก.
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๖

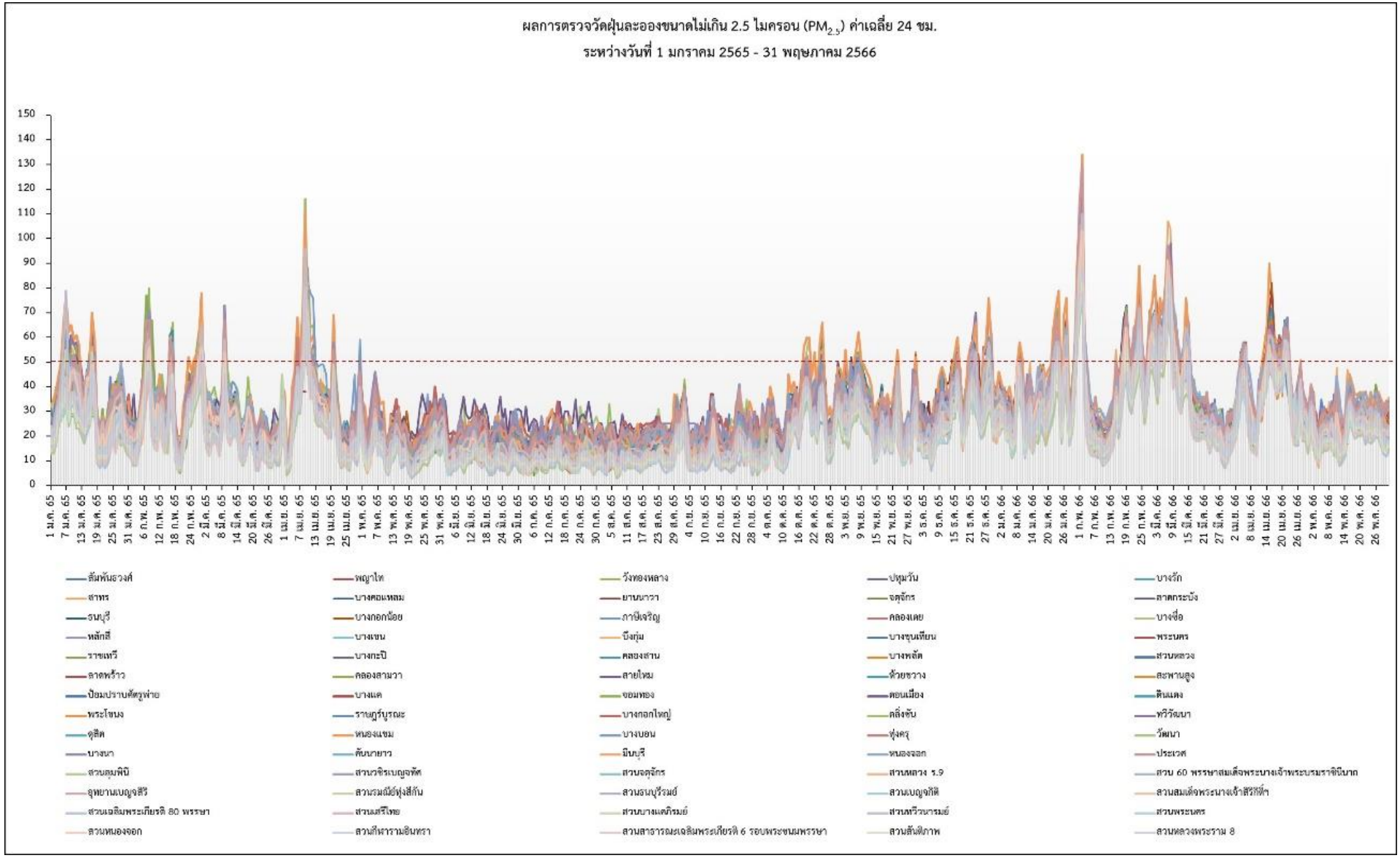
๑. หัวข้อ วิจัยและแจ้งเตือนภัย ฝุ่น $PM_{2.5}$ จำแนกรายเขต ผ่าน Line Alert

๒. ความสำคัญของการศึกษา / ที่มาของการนำเสนอ

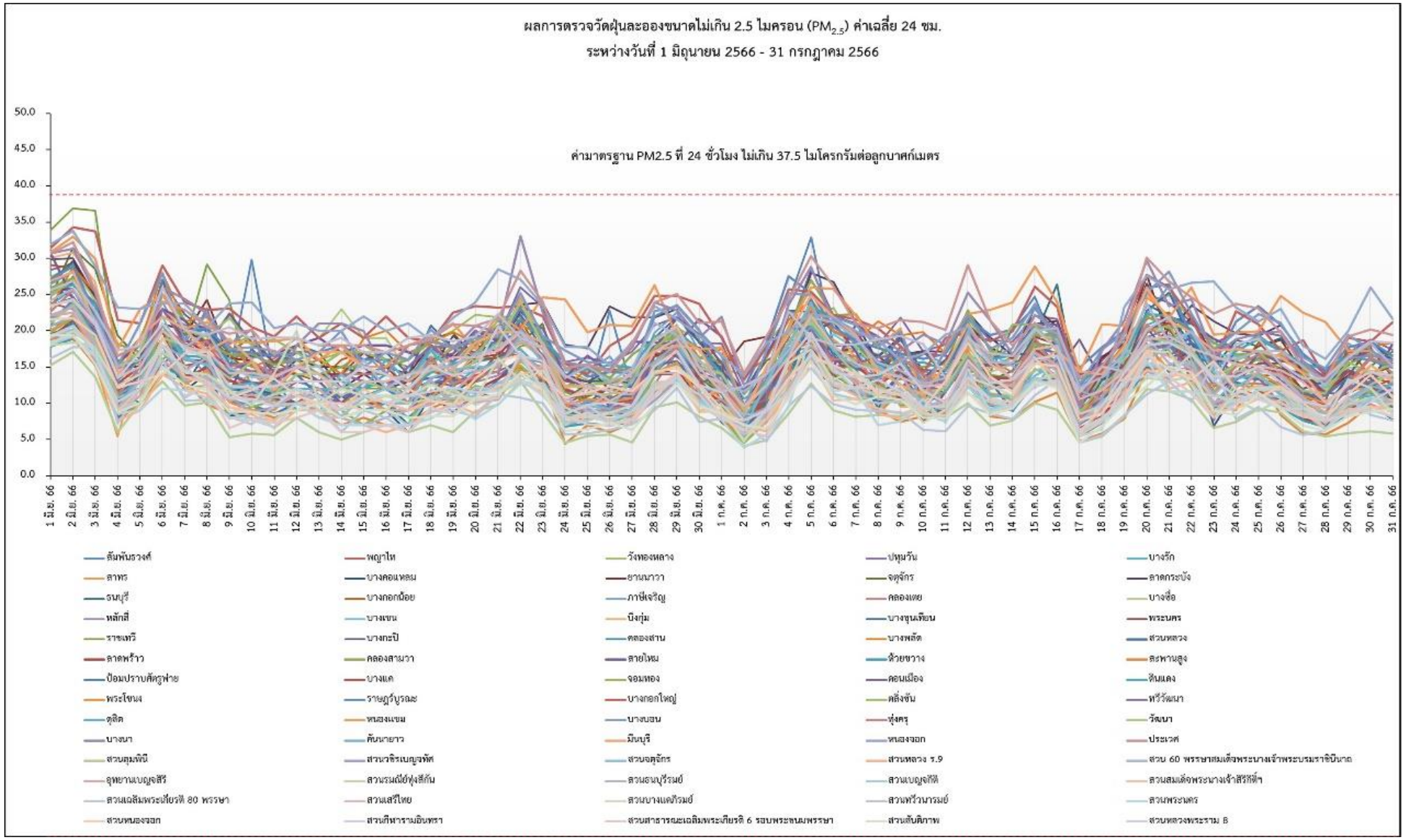
กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อมมีหน้าที่ในการจัดการคุณภาพอากาศเพื่อให้กรุงเทพมหานครเป็นมหานครแห่งความยั่งยืนเพื่อสุขภาวะที่ดีต่อทุกคน ตามแผนพัฒนากรุงเทพมหานคร ระยะ ๒๐ ปี ระยะที่ ๓ (พ.ศ.๒๕๖๑-๒๕๘๐) ฉบับปรับปรุง แผนพัฒนากรุงเทพมหานคร ระยะ ๒๐ ปี ระยะที่ ๓ (พ.ศ.๒๕๖๖-๒๕๗๐) แผนปฏิบัติราชการกรุงเทพมหานคร ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๗ ยุทธศาสตร์ที่ ๒ การพัฒนาสิ่งแวดล้อมยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กลยุทธ์ ๒.๓ การจัดการคุณภาพอากาศและระดับเสียงให้ได้มาตรฐาน ตัววัดผลหลัก (Key Result : KR) KR ๑: สุขภาวะสิ่งแวดล้อมเมือง (Urban environmental health) เป็นไปตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดและแนวปฏิบัติสากล : มีระบบเฝ้าระวังและตรวจวัดคุณภาพอากาศแจ้งเตือนค่าฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ ค่าเป้าหมาย (Target) ไม่น้อยกว่า ๓ วัน ตัวชี้วัดความสำเร็จสำคัญ KPI ๒.๓.๒ มีการเฝ้าระวัง ติดตามผลและแจ้งเตือนคุณภาพอากาศและเสียงในบรรยากาศ ตัวชี้วัด ๑) มีระบบเฝ้าระวังและตรวจวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่ กรุงเทพมหานครตลอด ๒๔ ชั่วโมง ค่าเป้าหมาย จำนวน ๑ ระบบ ๒) แจ้งเตือนค่าฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ ค่าเป้าหมาย ล่วงหน้าอย่างน้อย ๓ วัน

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียงดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศเพื่อเฝ้าระวังสถานการณ์ปัญหามลพิษทางอากาศครอบคลุมพื้นที่ ๕๐ เขต โดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอนหรือฝุ่น $PM_{2.5}$ จำนวน ๗๐ สถานี ประกอบด้วยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศตรวจวัดฝุ่น $PM_{2.5}$ จำนวน ๕๐ สถานี ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่เขตทั้ง ๕๐ เขต และเครื่องตรวจวัดฝุ่น $PM_{2.5}$ แบบอัตโนมัติสำหรับตรวจวัดภายนอกอาคารพร้อมจอแสดงผลในสวนสาธารณะของกรุงเทพมหานคร จำนวน ๒๐ สถานี ปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในปี ๒๕๖๕ ฝุ่น $PM_{2.5}$ ค่าเฉลี่ย ๒๔ ชั่วโมง ตรวจวัดได้ ที่ช่วง ๓ – ๑๐๑ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่ามาตรฐานไม่เกิน ๕๐ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) พบว่า พื้นที่เขต ๓ อันดับแรกที่มีค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงสุด คือ ๑) เขตตลิ่งชัน ๒) เขตหนองแขม ๓) เขตทวีวัฒนา สำหรับข้อมูลผลการตรวจวัดในเดือนมกราคม - กรกฎาคม ๒๕๖๖ ฝุ่น $PM_{2.5}$ ค่าเฉลี่ย ๒๔ ชั่วโมง ตรวจวัดได้ที่ช่วง ๓.๙ – ๑๓๔ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่ามาตรฐานไม่เกิน ๕๐ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรใช้ถึงวันที่ ๓๑ พ.ค.๒๕๖๖ โดยตั้งแต่วันที่ ๑ มิถุนายน ๒๕๖๖ ใช้ค่ามาตรฐานไม่เกิน ๓๗.๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามประกาศคณะกรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป ลงในราชกิจจา-นุเบกษา เล่ม ๑๓๙ ตอนพิเศษ ๑๖๓ ง ลงวันที่ ๘ กรกฎาคม ๒๕๖๕) พบว่า พื้นที่เขต ๓ อันดับแรกที่มีค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงสุด คือ ๑) เขตหนองแขม ๒) เขตประเวศ ๓) เขตทวีวัฒนา จากข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครพบว่าสถานการณ์ ฝุ่น $PM_{2.5}$ ในกรุงเทพมหานครมีค่าสูงเกินมาตรฐานในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายนของทุกปีเนื่องจากประเทศไทยมีความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมารวมถึงสภาพอากาศปิด ลมสงบ ทำให้ฝุ่นละอองไม่กระจายตัวเกิดการสะสมในอากาศ

ภาพที่ ๑ แสดงผลการตรวจวัดฝุ่น $PM_{2.5}$ ค่าเฉลี่ย ๒๔ ชั่วโมง ระหว่างวันที่ ๑ มกราคม ๒๕๖๕ - ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๖

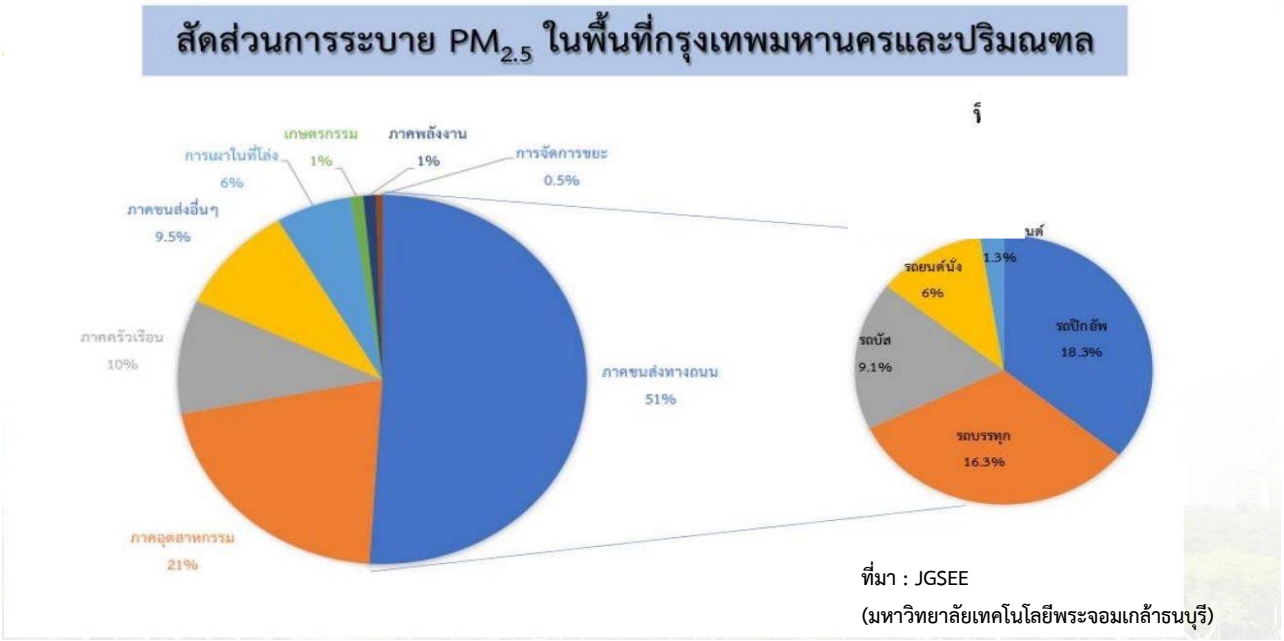


ภาพที่ ๒ แสดงผลการตรวจวัดฝุ่น $PM_{2.5}$ ค่าเฉลี่ย ๒๔ ชั่วโมง ระหว่างวันที่ ๑ มิถุนายน - ๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๖



ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีการตั้งคณะกรรมการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีอำนาจหน้าที่ ดังนี้ ๑) เฝ้าระวัง ติดตามสถานการณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสั่งการหน่วยงาน รวมถึงบูรณาการการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ ในกรุงเทพมหานคร ๒) แจ้งเตือนสถานการณ์ ฝุ่น $PM_{2.5}$ ในกรุงเทพมหานคร รวมถึงแนวทางในการปฏิบัติตนของประชาชนเพื่อป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพผ่านสื่อต่าง ๆ ของรัฐและเอกชน ๓) จัดทำรายงานประเมินสถานการณ์และผลการดำเนินงานในการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ ในกรุงเทพมหานคร และ ๔) ปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานครมอบหมาย ในขณะเดียวกันนโยบายของผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร "กรุงเทพฯ ๙ ดี (นโยบาย ๙ มิติ)" ในนโยบายที่ ๒ สุขภาพดี : ดูแลสุภาพเชิงรุกถึงย่าน ที่อยู่อาศัย และนโยบายที่ ๔ สิ่งแวดล้อมดี : ตรวจสอบและกำจัดมลพิษจากต้นตอ เพิ่มและพัฒนาพื้นที่สีเขียวใกล้บ้าน โดยนโยบายจัดทีม “นักสืบฝุ่น” ศึกษาต้นตอ $PM_{2.5}$ เป็นนโยบายที่ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานครให้ความสำคัญซึ่งข้อมูลต้นตอ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากข้อมูลผลการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปี ๒๕๖๔ พบว่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีแหล่งกำเนิด ๓ อันดับแรก คือ (๑) ภาคการขนส่งทางถนน ร้อยละ ๕๑ (๒) ภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ ๒๑ (๓) ภาคครัวเรือน ร้อยละ ๑๐ แต่จากงานวิจัยเป็นการดำเนินการในภาพรวมยังไม่สามารถค้นหาต้นตอหรือที่มาของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละสำนักงานเขตทั้ง ๕๐ เขต ประกอบกับกรุงเทพมหานครได้ทำบันทึกความเข้าใจว่าด้วยความร่วมมือในการสร้างสรรค์และให้บริการ LINE ALERT กับ บริษัท ไลน์ คอมพานี (ประเทศไทย) จำกัด โดยกรุงเทพมหานครนำระบบ LINE ALERT Official Account มาใช้แจ้งเตือนประชาชนที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครทราบว่าพื้นที่เขตใดมีปริมาณ $PM_{2.5}$ เกินค่ามาตรฐานและอาจเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการ “วิจัยและแจ้งเตือนภัยฝุ่น $PM_{2.5}$ จำแนกรายเขตผ่าน Line Alert”

ภาพที่ ๓ สัดส่วนการระบาย $PM_{2.5}$ ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล



ที่มา : JGSEE
(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)

๓. วัตถุประสงค์

๑. เพื่อให้ทราบสถานการณ์และบริหารจัดการฝุ่น $PM_{2.5}$ ตามแหล่งกำเนิดรายเขตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๒. ประชาชนสามารถเข้าถึง รับรู้ข้อมูลแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ รายเขตและสามารถหลีกเลี่ยงได้

๔. เป้าหมาย

๑. รายงานผลการวิจัย “ต้นตอแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำแนกรายเขต”ภายในเดือนกรกฎาคม ๒๕๖๗

๒. ร่วมกับ บริษัท Line ในการแจ้งเตือนข้อมูลแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ ใน “Line Alert” ภายในเดือนกันยายน ๒๕๖๗

๕. แนวคิด / หลักการที่ใช้ในการศึกษา

การจัดทำรายงานการศึกษาสวนบุคคล เรื่อง วิจัยและแจ้งเตือนภัย ฝุ่น $PM_{2.5}$ จำแนกรายเขตผ่าน Line Alert ผูจัดทำไดนำแนวคิดที่เกี่ยวของมาใช ในการดำเนินการดังนี้

๕.๑ แนวคิดด้านมลพิษทางอากาศ

ปัญหามลพิษอากาศจากฝุ่น $PM_{2.5}$ เกิดขึ้นในหลายพื้นที่และเมืองใหญ่ทั่วโลก ลักษณะของปัญหาการสะสมฝุ่น $PM_{2.5}$ มีความแตกต่างกันออกไปตามพื้นที่และเวลา (spatial and temporal difference) การควบคุมปัญหามลพิษอากาศจากฝุ่น $PM_{2.5}$ เริ่มต้นอย่างเป็นทางการเมื่อสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency : US EPA) กำหนดค่ามาตรฐานรายวันและรายปีของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ในปี พ.ศ. ๒๕๔๐ (ค.ศ. ๑๙๙๗) โดยกำหนดให้ปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ ในช่วง ๒๔ ชั่วโมงไม่เกิน ๖๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามาตรฐานรายปีไม่เกิน ๑๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สาเหตุหลักของการกำหนดให้มีมาตรฐานฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศโดยทั่วไปเป็นผลมาจากการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาพบว่า ระดับของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศมีความสัมพันธ์กับผลกระทบต่อสุขภาพในประเด็นของโรคระบบทางเดินหายใจ หลอดเลือดและหัวใจ รวมทั้งการเจ็บป่วยและอัตราการเสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควรของประชาชนในหลายพื้นที่ของสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA,๑๙๙๗) และยังมีผลต่อการบดบังทัศนวิสัยของบรรยากาศภายนอก สำหรับมาตรฐานฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย กำหนดให้ค่าเฉลี่ยในเวลา ๒๔ ชั่วโมง ไม่เกิน ๓๗.๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยรายปีไม่เกิน ๑๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, ๒๕๖๕) การมีปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ทำให้ประชาชนมีความกังวลต่อผลกระทบสุขภาพเป็นอย่างมาก การปนเปื้อนของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศทำให้กลายเป็นสารมลพิษอากาศตัวหลักที่ความเชื่อมโยงกับผลกระทบต่อสุขภาพในหลายประเทศทั่วโลก การได้รับฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบางพื้นที่ของเมืองในสหภาพยุโรปที่องค์การอนามัยโลกประมาณการอาจเกี่ยวข้องกับการทำให้อายุขัยลดลงประมาณ ๘ ถึง ๑๐ เดือน ผลการศึกษาในสหราชอาณาจักรพบความสัมพันธ์กับการได้รับสารมลพิษอากาศระยะยาวกับอัตราการเสียชีวิตและการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลจากโรคหัวใจ ทั้งนี้ ผลกระทบต่อสุขภาพขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ระดับการได้รับสัมผัสช่วงอายุ พฤติกรรมการใช้ชีวิต สภาวะสุขภาพส่วนบุคคล คุณภาพของระบบสุขภาพ เป็นต้น ฝุ่นละอองที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้หรือกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม มีขนาด ๑ ไมครอนถึง

๑๐ ไมครอน ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ ๑๐ ไมครอน เมื่อหายใจเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นฝุ่นขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า สามารถเข้าไปถุงลมปอดของร่างกาย และสามารถเล็ดลอดผ่านผนังถุงลมเข้าสู่เส้นเลือดฝอยและกระจายอยู่ในกระแสเลือด โดยความเป็นอันตรายต่อร่างกายขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของฝุ่นระยะเวลาที่สัมผัส รวมถึงสภาพร่างกายของผู้ที่สูดหายใจเข้าไป ผู้ที่มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบคือเด็กและคนชรา เมื่อสูดหายใจเข้าไปทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดโรคในระบบทางเดินหายใจโรคปอดต่าง ๆ โรคหลอดเลือดในสมอง โรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็งปอด ในปี พ.ศ. ๒๕๕๖ องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดให้ฝุ่น $PM_{2.5}$ จัดอยู่ในกลุ่มที่ ๑ ของสารก่อมะเร็งซึ่งมีผลงานวิจัยพบว่า ฝุ่น $PM_{2.5}$ ส่งผลต่อการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร

ฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ จะมีการกระจายของขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน โดยฝุ่นละอองจากถนนและดินฟุ้งปลิวรวมถึงฝุ่นจากการก่อสร้างจะมีขนาดใหญ่กว่า ๒.๕ ไมครอน มากกว่าร้อยละ ๙๐ หรือน้อยกว่าร้อยละ ๑๐ เป็นฝุ่น $PM_{2.5}$ ส่วนฝุ่นจากการเผาในที่โล่ง เช่น การเผาของเสีย เกษตรกรรมซึ่งเป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์อาจมีฝุ่น $PM_{2.5}$ ประมาณร้อยละ ๘๐ ในขณะที่การเผาไหม้น้ำมันดิบ ไอเสียรถยนต์ดีเซล และการเผาไม้ในเตาเผาครัวเรือนจะมี ฝุ่น $PM_{2.5}$ มากกว่าร้อยละ ๙๐ ดังนั้นหากเราพูดถึงฝุ่นไอเสียรถยนต์ย่อมหมายถึง ฝุ่น $PM_{2.5}$ แต่การฉีดน้ำรดถนนหรือฉีดละอองน้ำในอากาศอาจช่วยลดฝุ่นขนาดใหญ่ในอากาศ แต่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่น $PM_{2.5}$ น้อยมาก อีกทั้งการเผาเชื้อเพลิงทำให้เกิดมลพิษควันดำหรือสารประกอบคาร์บอน ได้แก่ คาร์บอนรวม (TC: total carbon) ประกอบด้วยคาร์บอนอินทรีย์ (OC: organic carbon) และคาร์บอนอนินทรีย์ (EC: inorganic carbon) ซึ่งส่วนใหญ่คือแบล็คคาร์บอน (BC: black carbon) การเผาเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิต่ำ เช่น การเผาชีวมวลในที่โล่งจะทำให้เกิด OC ในสัดส่วนที่สูงกว่า ในขณะที่การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง เช่น ในห้องสันดาปเครื่องยนต์ โดยเฉพาะเครื่องยนต์ดีเซลจะเผาไหม้คาร์บอนอินทรีย์ได้สมบูรณ์กว่า และคงเหลือคาร์บอนอนินทรีย์ในสัดส่วนที่สูงกว่า เมืองแต่ละแห่งมีปัญหาและแหล่งกำเนิดของฝุ่น $PM_{2.5}$ ต่างกัน ทำให้จำเป็นต้องมีข้อมูลเชิงลึกขององค์ประกอบและแหล่งกำเนิดในการนำมาใช้กำหนดมาตรการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ ทำให้รัฐบาลต้องกำหนดให้การแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นวาระแห่งชาติ ทั้งนี้ พื้นฐานสำคัญในการแก้ปัญหามลพิษอากาศ อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การควบคุมแหล่งกำเนิดมลพิษให้ได้มากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการบ่งชี้แหล่งกำเนิดของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศโดยวิธีการ ดังนี้

๑. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น $PM_{2.5}$

๑.๑ การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon, OC) และธาตุคาร์บอน (Elemental Carbon, EC) ด้วยเทคนิค Carbon Analysis

๑.๒ การวิเคราะห์หาไอออนละลายน้ำ (ion species) ในฝุ่นละออง ด้วยเทคนิค Ion Chromatography (IC)

๒. การวิเคราะห์สัดส่วนของแหล่งกำเนิดของฝุ่น $PM_{2.5}$ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ Positive Matrix Factorization (PMF) ของ U.S. EPA เพื่อให้ทราบถึงแหล่งกำเนิดหลักในพื้นที่ศึกษา

๓. การจำแนกแหล่งกำเนิด Source apportionment ผลที่ได้จากการใช้งานแบบจำลอง PMF เพื่อจำแนกแหล่งกำเนิดของมลพิษนั้นจะแสดงในรูปของแหล่งกำเนิดที่ไม่ระบุชื่อผู้ใช้งานแบบจำลองต้องอาศัยตัวชี้วัดที่โดดเด่นของแต่ละแหล่งกำเนิดในการช่วยพิจารณา ซึ่งองค์ประกอบของ

แหล่งกำเนิดที่เป็นตัวชี้วัดนั้นได้มาจากการศึกษาก่อนหน้า ประเภทของแหล่งกำเนิดต่าง ๆ สามารถจำแนกได้ ดังนี้ ๑) Traffic emission ตัวชี้วัดหลักของแหล่งกำเนิดชนิดนี้ ได้แก่ Fe, Ba, Cu, Mn, Ti, และ Zn นอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบที่โดดเด่นของ EC, OC, Cd, และ Ni โดยค่า EC และ OC ยังเป็นมลสารหลักที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากไอเสียของรถยนต์ ๒) Combustion แหล่งกำเนิดชนิดนี้มักจะประกอบไปด้วย Cd, Pb, K, Se, Zn, และ As แคดเมียมมักจะถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง ๓) Vehicle emission องค์ประกอบทางเคมีที่พบในไอเสียรถยนต์ ได้แก่ EC, Cu, Zn, Mn, และ Fe ธาตุเหล่านี้เป็นองค์ประกอบในยานยนต์ เช่น น้ำมันเครื่อง และผ้าเบรก ๔) Soil dust Al, Ti, Li, และ Fe เป็นองค์ประกอบหลักของฝุ่นดิน นอกจากนี้อาจพบ Ca และ Si ในปริมาณมากซึ่งมาจากองค์ประกอบของดินในชั้นเปลือกโลก ๕) Road dust แหล่งกำเนิดชนิดนี้ประกอบด้วยการรวมกันของฝุ่นจากไอเสียของรถยนต์กับฝุ่นดิน ธาตุชี้วัดหลักได้แก่ Al, Ti, Ba, Fe, Zn, Mn, and Si ซึ่งจากการศึกษาในงานวิจัยก่อนหน้าพบว่า องค์ประกอบของฝุ่นดินและฝุ่นจากถนนค่อนข้างที่จะมีธาตุชี้วัดที่คล้ายคลึงกัน ๖) Construction dust แหล่งกำเนิดนี้สามารถพิจารณาได้จากค่าความเข้มข้นของ BC, K, และ Ca แคลเซียมเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของปูนซีเมนต์ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบจากกิจกรรมพวกการเชื่อมเหล็ก เช่น Cu, Fe, Al, Cr, และ Mn ๗) Biomass burning ธาตุชี้วัดหลักในแหล่งกำเนิดนี้คือ การพบ K^+ ในปริมาณมาก และอาจพบ NO_3^- , และ SO_4^{2-} เล็กน้อย ๘) Secondary aerosol ค่า NO_3^- , NH_4^+ , และ SO_4^{2-} แสดงถึงแหล่งกำเนิดที่เป็นฝุ่นละอองทุติยภูมิ ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาในอากาศ ๙) Sea salt ในแหล่งกำเนิดไอเกลือทะเล มักประกอบด้วย Na และ Cl ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเกลือ ๑๐) Industry emission องค์ประกอบส่วนใหญ่จะมาจากโลหะเป็นหลัก เช่น Fe, Zn, Cd, Cu, Cr, and Sn ทองแดงจะพบในโรงงานประเภทผลิตเครื่องจักร และโรงงานมอเตอร์ไฟฟ้า แคดเมียมและนิกเกิลพบในการผลิตแบตเตอรี่และการชุบด้วยไฟฟ้า ในอุตสาหกรรมพ่นสีมักใช้โครเมียมในการเคลือบผิวชิ้นงานก่อนพ่นสี และซีลีเนียมถูกใช้งานในกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะหนัก ๑๑) Gunpowder soot องค์ประกอบที่พบในแหล่งกำเนิดนี้ ได้แก่ V, Cu, Ti, K, และ Cr ซึ่งธาตุเหล่านี้เป็นวัตถุดิบหลักในผลิตดินปืน

๕.๒ การวิเคราะหสภาพแวดลอมภายใน และภายนอกองคกร (SWOT Analysis) ผูคิดคน SWOT คือ อัลเบิรต ฮัมฟรี (Albert Humphrey) เปนผูเริ่มแนวคิดนี้ โดยหลักการสำคัญของ SWOT คือการวิเคราะหปจจัยทางสภาพแวดลอม และศักยภาพขององคกรที่มีผลตอการดำเนินการ มีทั้งปจจัยภายนอก (External Factor) และปจจัยภายใน (Internal Factor) โดยที่ปจจัยภายนอกถือวาเปนปจจัยที่ควบคุมไดยากหรือไมสามารถควบคุมได เชนการเมือง การปกครอง สภาพเศรษฐกิจ กฎหมาย เทคโนโลยี เปนตน สวนปจจัยภายในเปนปจจัยที่องคกรสามารถควบคุมได เชน บุคลากร งบประมาณ เปนตน SWOT ยอมาจากภาษาอังกฤษ ๔ ตัวดังนี้

S (Strength) หมายถึงจุดเดนหรือจุดแข็ง ซึ่งเปนผลมาจากปจจัยภายใน ความสามารถและสถานการณภายในองคกรที่เปนบวกองคกรนำมาใชเปนประโยชนในการทำงานเพื่อ บรรลุวัตถุประสงคหรือหมายถึงการดำเนินงานภายในที่องคกรทำไดดี เปนขอดีที่เกิดจากสภาพแวดลอมภายในหนวยงาน

W (Weakness) หมายถึงจุดดอยหรือจุดออน ซึ่งเปนผลมาจากปจจัยภายใน สถานการณภายในองคกรซึ่งเปนลบและดอยความสามารถ ซึ่งองคกรไมสามารถนำมาใชประโยชนในการทำงานเพื่อ

บรรลุวัตถุประสงค หรือหมายถึงการดำเนินงานภายในที่องคกรทำไดไมดีเปนปญหา หรือขอบกพรองที่เกิดจากสภาพแวดลอมภายในของหนวยงาน ซึ่งจะตองหาวิธีในการแกปญหานั้น

O (Opportunity) หมายถึงโอกาสซึ่งเกิดจากปจจัยภายนอก และสถานการณภายนอกที่เอื้ออำนวยใหการทำงานขององคกรบรรลุวัตถุประสงค หรือหมายถึงสภาพแวดลอมภายนอกที่เปนประโยชนตอการดำเนินการขององคกร เปนผลจากการที่สภาพแวดลอมภายนอกของหนวยงานเอื้อประโยชน หรือสงเสริมการดำเนินงานขององคกร โอกาสแตกตางจากจุดแข็งตรงที่โอกาสนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดลอมภายนอก แตจุดแข็งเปนผลมาจากสภาพแวดลอมภายใน

T (Treat) หมายถึงอุปสรรค ซึ่งเกิดจากปจจัยภายนอก และสถานการณภายนอกขัดขวางการทำงานขององคกรไมใหบรรลุวัตถุประสงค หรือหมายถึงสภาพแวดลอมภายนอกที่เปนปญหาตอองคกรบางครั้งการจำแนกโอกาส และอุปสรรคเปนสิ่งที่ทำไดยากเพราะทั้งสองสิ่งนี้สามารถเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอาจทำใหสถานการณที่เคยเปนโอกาสกลับกลายเปนอุปสรรคได และในทางกลับกันอุปสรรคกลับกลายเปนโอกาสไดเชนกันดวย

หลักการสำคัญของ SWOT ก็คือการวิเคราะหโดยการสำรวจจากสภาพการณ ๒ ดาน คือ วิเคราะหสภาพแวดลอมภายในเพื่อหาจุดแข็ง (Strength) จุดออน (Weaknesses) และวิเคราะหสภาพแวดลอมภายนอกเพื่อประเมินโอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats) ดังนั้นการวิเคราะห SWOT จึงเรียกไดวาเปนการวิเคราะหสภาพการณ ซึ่งเปนการวิเคราะหจุดแข็ง จุดออน เพื่อใหรูตนเอง (รูเรา) รูจักสภาพแวดลอม (รูเขา) ไดชัดเจน และวิเคราะหโอกาส วิเคราะหอุปสรรค การวิเคราะหปจจัยทั้งภายในและภายนอกองคกร ซึ่งจะชวยใหผูบริหารขององคกรทราบถึงการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายนอกองคกร ทั้งสิ่งที่ไดเกิดขึ้นแลวและแนวโนมการเปลี่ยนแปลงในอนาคต รวมทั้งผลกระทบเหลานี้ที่มีตอองคกร จุดแข็ง จุดออน และความสามารถดานตาง ๆ ที่องคกรมีอยู

ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์สภาพแวดล้อมของ “สำนักสิ่งแวดล้อม” ตามหลักการ SWOT Analysis สรุปได้ดังนี้

วิเคราะหสภาพแวดลอมภายใน

- จุดแข็ง (Strengths)

๑. ผู้บริหารให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ (S_1)

๒. บุคลากรมีความตระหนักและพร้อมที่จะร่วมมือในการดำเนินมาตรการแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ (S_2)

๓. มีบุคลากรรุ่นใหม่ที่มีความรู้ ความสามารถ มีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงาน พร้อมเรียนรู้งานด้านสิ่งแวดล้อมและการทำสื่อประชาสัมพันธ์ผ่าน Social Media (S_3)

๔. มีการสร้างเครือข่ายกับหน่วยงานภายนอกสำนักสิ่งแวดล้อมและหน่วยงานภายนอกกรุงเทพมหานครในการบูรณาการการดำเนินงานป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ (S_4)

- จุดอ่อน W (Weaknesses)

๑. การบริหารจัดการหรือการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องใช้งบประมาณ (W_1)

๒. ขาดการประสานงานกันภายในหน่วยงานของสำนักสิ่งแวดล้อม (W_2)

๓. บุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) มีภาระงานมาก ทำให้ไม่สามารถสนับสนุนภารกิจงานสื่อประชาสัมพันธ์ด้านมลพิษทางอากาศได้เต็มที่ (W_3)

๔. ขาดบุคลากรในการผลิตสื่อประชาสัมพันธ์ที่สวยงามให้ประชาชนสนใจ (W_4)

วิเคราะหสภาพแวดลอมภายนอก

- โอกาส (Opportunities)

๑. รัฐบาลกำหนดให้การแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นวาระแห่งชาติ (O_1)

๒. ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกกรุงเทพมหานครในการดำเนินมาตรการแก้ไขปัญหาฝุ่น ($PM_{2.5}$) (O_2)

๓. ประชาชนใช้ Line ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลถึงกัน เข้าถึงง่าย (O_3)

๔. ประชาชนให้ความสนใจกับปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ (O_4)

- อุปสรรค (Threats) คือ

๑. ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานครไม่ให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหาด้านฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขเร่งด่วน (T_1)

๒. ประชาชนต้องเป็นเพื่อนกันกับ Line Alert ถึงจะได้รับข้อความแจ้งเตือน ทำให้อาจไม่สามารถเข้าถึงข้อมูล (T_2)

๓. ไม่ได้รับอนุมัติงบประมาณ (T_3)

๔. ไม่มีผู้รับจ้างทำการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น $PM_{2.5}$ (T_4)

๕. ประชาชนไม่เข้าถึงช่องทางการเผยแพร่สื่อประชาสัมพันธ์ Line Alert(T_5)

จากการวิเคราะห์ SWOT Analysis “สำนักสิ่งแวดล้อม” ข้างต้นผู้ศึกษาได้นำจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรค ที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกขององค์กร (สำนักสิ่งแวดล้อม) มาทำการจับคู่กลยุทธ์ในรูปแบบ TOWS Matrix ได้ดังนี้

๑. กลยุทธ์เชิงรุก (SO) คือ การนำจุดแข็งและโอกาส มารวมกันกำหนดกลยุทธ์เชิงรุก เพื่อค้นหาข้อได้เปรียบดึงเอาจุดแข็งที่มีอยู่มาปรับใช้และสร้างประโยชน์ให้ได้อย่างเต็มที่

๒. กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO) คือ การนำจุดอ่อนและโอกาสมารวมกัน เพื่อกำหนดกลยุทธ์เชิงแก้ไขจากสถานการณ์ที่มีข้อได้เปรียบเชิงการแข่งขันจากปัจจัยภายนอก แต่ติดขัดตรงจุดอ่อนภายในองค์กร

๓. กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST) คือ การนำจุดแข็งและอุปสรรคมารวมกันกำหนดเป็นกลยุทธ์เชิงป้องกัน เป็นการเตรียมการรับมือกับภัยคุกคามจากสภาพแวดล้อมภายนอกโดยใช้จุดแข็งที่มีให้เป็นประโยชน์

๔. กลยุทธ์เชิงตั้งรับ (WT) คือ การนำจุดอ่อนและอุปสรรคมาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อกำหนดเป็นกลยุทธ์เชิงตั้งรับหรือเตรียมความพร้อมเพื่อลดการสูญเสียหรือหลีกเลี่ยงจากภัยคุกคาม/อุปสรรคภายนอกองค์กร รวมทั้งจุดอ่อนภายในองค์กร

ตารางกำหนดกลยุทธ์ TOWS Matrix

ปัจจัยภายใน / ปัจจัยภายนอก	จุดแข็ง (Strengths)	จุดอ่อน (Weaknesses)
โอกาส (Opportunities)	กลยุทธ์เชิงรุก (S_1O_3) ผู้บริหารสนับสนุนโครงการเกี่ยวกับการแก้ปัญหาฝุ่น$PM_{2.5}$ ผ่านการสื่อสารโดยใช้ช่องทาง Social Media เช่นLine	กลยุทธ์เชิงแก้ไข (W_1O_1) ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเนื่องจากรัฐบาลกำหนดให้การแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นวาระแห่งชาติ
อุปสรรค (Threats)	กลยุทธ์เชิงป้องกัน (S_3T_5) สำนักสิ่งแวดล้อมมีบุคลากรรุ่นใหม่ที่มีความรู้ในงานด้านสิ่งแวดล้อมและการทำสื่อประชาสัมพันธ์ผ่าน Social Media	กลยุทธ์เชิงรับ (W_1T_2) จัดทำโครงการโดยกำหนดปัญหาให้ชัดเจนมีวิธีการดำเนินการที่แก้ปัญหาได้จริงมีตัวชี้วัดความสำเร็จให้คุ้มค่ากับงบประมาณ

สรุป ผู้ศึกษาได้เลือกใช้กลยุทธ์เชิงรุก (S_1O_3) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดโครงการ “วิจัยและแจ้งเตือนภัย ฝุ่น $PM_{2.5}$ จำแนกรายเขต ผ่าน Line Alert” ต่อไป

๕.๓ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๕.๓.๑ โครงการวิจัย “แหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า ๒.๕ ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล” รศ.ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และคณะ ปีงบประมาณ ๒๕๖๓ ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า ๒.๕ ไมครอน ด้วยเครื่องมือมาตรฐานจากพื้นที่ของจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร นครปฐม นนทบุรี และปทุมธานี กำหนดการเก็บตัวอย่างในช่วงปีพ.ศ. ๒๕๖๓ – ๒๕๖๔ ครอบคลุม ๓ ฤดูที่มีระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า ๒.๕ ไมครอนต่างกัน เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า ๒.๕ ไมครอน จากแหล่งกำเนิดที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงและฝุ่นละอองจากพื้นที่ก่อสร้าง เช่น โรงไฟฟ้าชีวมวล การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในกลุ่มของสารคาร์บอนด้วยเครื่อง Carbon Analyzer ไอออนละลายน้ำด้วย Ion Chromatography (IC) ธาตุปริมาณน้อย (trace metals) ด้วย Inductively coupled plasma –mass spectrometry (ICP-MS) รายการที่วิเคราะห์ประกอบด้วย สารอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon – OC) ธาตุคาร์บอน (elemental carbon – EC) คาร์บอนรวม (total carbon – TC) กลุ่มไอออนละลายน้ำ คือ ไนเตรท ซัลเฟต ฟลูออไรด์ โบรไมด์ คลอไรด์ แอมโมเนียม แคลเซียม โซเดียมแมกนีเซียม โพแทสเซียม ธาตุปริมาณน้อย เบอลิเลียม (Be) โบรอน (B) อลูมินัม (Al) ไทเทเนียม (Ti) วาเนเดียม (V) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) โคบอลต์ (Co) นิเกิล (Ni) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) สารหนู (As) เซเลเนียม (Se) สตรอนเทียม (Sr) โมลิบดินัม (Mo) เงิน (Ag) แคดเมียม (Cd) พลวง (Sb) แบเรียม (Ba) ทอลเลียม (Tl) และตะกั่ว (Pb) องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่น $PM_{2.5}$ จากตัวอย่างในกรุงเทพฯ สมุทรปราการ สมุทรสาคร นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี และลักษณะ

ทางเคมีของแหล่งกำเนิดเป็นฐานข้อมูลสำคัญที่ใช้ระบุสัดส่วนแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่น $PM_{2.5}$ ว่าการจราจรในพื้นที่เมืองมีร้อยละ ๔๓ ฝุ่นทุติภูมิร้อยละ ๒๖ พื้นที่มีอุตสาหกรรมมีส่วนกับระดับของฝุ่น $PM_{2.5}$ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ช่วงมีฝุ่นสูงยังสังเกตเห็นแหล่งจากการเผาชีวมวลร่วมด้วย การควบคุมแหล่งกำเนิดหลักเหล่านี้จะมีประสิทธิผลต่อการบรรเทาปัญหาการสะสมฝุ่น $PM_{2.5}$ ลงได้ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าปัญหาจราจรเป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่สำคัญในพื้นที่เมือง ฝุ่นทุติยภูมิที่เกิดขึ้นจากแก๊สตั้งต้นเป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้น ร่วมกับมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและชีวมวล การควบคุมแหล่งกำเนิดหลักจะช่วยลดปัญหาการสะสมของฝุ่น $PM_{2.5}$ ลงได้ ในช่วงที่มีปัญหามลพิษทางอากาศ เช่น การจำกัดการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะและลดการเผาชีวมวลอาจช่วยลดระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ ลงได้อย่างน้อย ๙ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บริเวณพื้นที่ดินแดงในช่วงมีฝุ่น $PM_{2.5}$ สูง เป็นต้น ลักษณะปัญหาการสะสมฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศมีความผันแปรตามพื้นที่และเวลา (spatial and temporal variations) แต่ปัจจัยสำคัญในช่วงเดือนที่มีฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงเป็นผลมาจาก ๒ ปัจจัยหลัก คือ (๑) อิทธิพลของอุตุนิยมวิทยาที่จำกัดการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวดิ่งและมีความเร็วลมต่ำ ลักษณะที่เกิดขึ้นครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของกรุงเทพฯ และปริมณฑลเป็นอย่างน้อย การสะสมของสารมลพิษอากาศจะมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดในท้องถิ่น (local source strength) (๒) การเพิ่มขึ้นของแหล่งกำเนิดมลพิษจากการเผาในท้องถิ่นและพื้นที่โดยรอบ

๕.๓.๒ โครงการวิจัย การตรวจวิเคราะห์หาการกระจายขนาดและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดย ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปีงบประมาณ ๒๕๖๓ โครงการวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างในบริเวณสถานีตรวจวัดอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ๓ แห่ง ในเขต พื้นที่กรุงเทพมหานคร คือ สถานีกรมประชาสัมพันธ์ อารีย์ สถานีการเคหะชุมชนดินแดง และสถานีกรมอุตุนิยมวิทยา บางนา โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง NanoSampler ที่สามารถเก็บและแยกตามขนาดฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็น ๖ ชนิด ดังนี้ $PM_{0.1}$, $PM_{0.1\text{-}0.5}$, $PM_{0.5\text{-}1}$, $PM_{1\text{-}2.5}$, $PM_{2.5\text{-}10}$ และ $PM_{>10}$ โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ รวมทั้งหมด ๔๐ ครั้งต่อสถานี จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นและการกระจายตัวของฝุ่น พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พบความเข้มข้นฝุ่นสูง และในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน มีความเข้มข้นของฝนต่ำ และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในเดือนตลาคม โดยพบฝุ่นช่วง ๐.๕-๑ μm และ ๒.๕-๑๐ μm มีสัดส่วนที่สูงที่สุดจากทุกสถานี นอกจากนั้นทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ๓ ชนิด ได้แก่ การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณ ของคาร์บอน การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของไอออนละลายน้ำ และการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของธาตุ องค์ประกอบ โดยมีตัวอย่างฝุ่นสำหรับการวิเคราะห์รวมทั้งสิ้น ๖๐๐ ตัวอย่าง และเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดของฝุ่นด้วยแบบจำลองการแยกตัวประกอบเมทริกซ์เชิงบวก (Positive Matrix Factorization model, PMF model) พบว่า แหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน ($PM_{2.5}$) มาจากไอเสียรถยนต์ (ร้อยละ ๔๘) ฝุ่นทุติยภูมิ ๑ (ร้อยละ ๒๑) การเผาในที่โล่ง (ร้อยละ ๑๓) ฝุ่นจากโรงงานอุตสาหกรรมและฝุ่นถนน (ร้อยละ ๘) ฝุ่นทุติยภูมิ ๒ ที่มาจากแอมโมเนียมซัลเฟตเป็นหลัก (ร้อยละ ๗) และฝุ่นจากเกลือทะเล (ร้อยละ ๓) และเมื่อแยกตามช่วงขนาดของฝุ่น พบว่า แหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละอองขนาดเล็กละเอียด ($PM_{0.1}$) มาจากไอเสียรถยนต์ (ร้อยละ ๖๕) ฝุ่นทุติยภูมิ (ร้อยละ ๑๗) ฝุ่นถนน (ร้อยละ ๑๔) และฝุ่นจากเกลือทะเล

(ร้อยละ ๔) สำหรับฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{0.5-2.5}$) มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากไอเสียรถยนต์ (ร้อยละ ๔๑) การเผาในที่โล่ง (ร้อยละ ๒๙) ฝุ่นจากเกลือทะเล (ร้อยละ ๑๓) ฝุ่นทุติยภูมิ (ร้อยละ ๗) ฝุ่นจากโรงงานอุตสาหกรรม (ร้อยละ ๗) และฝุ่นดิน (ร้อย ละ ๓) และแหล่งที่มาสำหรับฝุ่นหยาบ ($PM_{2.5-10}$) มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากฝุ่นจากการก่อสร้าง (ร้อยละ ๕๐) ฝุ่นดิน (ร้อยละ ๒๓) ฝุ่นทุติยภูมิ (ร้อยละ ๑๔) และฝุ่นจากโรงงานอุตสาหกรรม (ร้อยละ ๑๓) โดยฝุ่นละอองขนาดเล็กส่วนใหญ่มาจากการมีส่วนร่วมของมนุษย์

๖. แนวทางการดำเนินการ / ระยะเวลา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปีงบประมาณ												ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง
	พ.ศ. ๒๕๖๖			พ.ศ. ๒๕๖๗									
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
๑. วางแผนการดำเนินงานและจัดทำคำของบประมาณ	↔												กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล
๒. ดำเนินการจัดจ้าง/หาผู้รับจ้าง		↔	↔										กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล
๓. แต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดขอบเขตของงานหลักเกณฑ์ แนวทางและขอบเขตของงาน				↔									กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล
๔. ผู้รับจ้างดำเนินการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ จัดทำรายงานผลการวิจัย					↔	↔	↔	↔					กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล และผู้รับจ้าง
๕. ประสานกับ บ.ไลน์ คอม พานี (ประเทศไทย) จก. เรื่องการให้บริการ Line Alert							↔						กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล
๖. จัดประชุมนำเสนอรายงานผลการวิจัยให้ผู้บริหารทราบ								↔					กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล
๗. ส่งข้อมูลให้สำนักงานเขต									↔				กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล
๘. ติดตามและประเมินผลการดำเนินโครงการ										↔	↔		กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล
๙. สรุปผลการดำเนินโครงการ												↔	กลุ่มงาน ฝอส. กจอ.สสล

หมายเหตุ : กลุ่มงาน ฝอส. : กลุ่มงานเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและเสียง

กจอ. สสล.: กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม

๗. ประโยชน์จากการศึกษา

๑. กรุงเทพมหานครมีข้อมูลงานวิจัยสนับสนุนในการบริหารจัดการฝุ่น $PM_{2.5}$ ได้อย่างถูกต้องและทันเวลา

๒. สร้างความร่วมมือจากภาคประชาชนในการบริหารจัดการฝุ่น $PM_{2.5}$ จากแหล่งกำเนิดได้ โดยนำผลการวิจัยแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ ของพื้นที่เขตที่มีฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินค่ามาตรฐาน แจ้งเตือนประชาชนผ่าน Line Alert ในวันที่พื้นที่เขตนั้นมีฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินค่ามาตรฐาน เพื่อให้ประชาชนหลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมที่ก่อให้แหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$

๘. งบประมาณ

งบประมาณทั้งสิ้น ๖,๐๐๐,๐๐๐ บาท รายละเอียดดังนี้

๑. ค่าวิเคราะห์คาร์บอนใน $PM_{2.5}$ (คาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) และธาตุคาร์บอน (Elemental Carbon) ระยะเวลา ๑ เดือน (ช่วงวิกฤติ ธ.ค.หรือ ม.ค. หรือ ก.พ.) จำนวน ๒๙ - ๓๑ ตัวอย่างต่อเดือนต่อสถานี จำนวน ๕๐ เขต ตัวอย่างละ ๒,๐๐๐ บาท รวม ๑,๕๕๐ ตัวอย่าง (๓๑ ต.ย. x ๕๐ สถานี) เป็นเงิน ๓,๑๐๐,๐๐๐ บาท

๒. ค่าวิเคราะห์สารประกอบไอออนิกละลายน้ำ (Water soluble ion) ระยะเวลา ๑ เดือน (ช่วงวิกฤติ ธ.ค.หรือ ม.ค. หรือ ก.พ.) จำนวน ๒๙-๓๑ ตัวอย่างต่อเดือนต่อสถานี จำนวน ๕๐ เขต ตัวอย่างละ ๑,๒๐๐ บาท รวม ๑,๕๕๐ ตัวอย่าง (๓๑ ต.ย.x๕๐ สถานี) เป็นเงิน ๑,๘๖๐,๐๐๐ บาท

๓. ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์แหล่งกำเนิดของ PM๒.๕ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และจัดทำรายงาน เป็นเงิน เป็นเงิน ๙๙๕,๐๐๐ บาท

๔. ค่าวัสดุและสารละลายมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คาร์บอนในฝุ่นละอองและการวิเคราะห์สารประกอบไอออนิกละลายน้ำ เป็นเงิน ๔๕,๐๐๐ บาท

๙. แนวทางการติดตามและประเมินผล

๙.๑ ตัวชี้วัดความสำเร็จ ระดับผลผลิต (Output) และหรือระดับผลลัพธ์ (Outcome)

๑) ระดับผลผลิต (Output)

- รายงานการวิจัย “ต้นตอแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$” ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
- ร้อยละความสำเร็จในการเชื่อมต่อข้อมูลแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ รายเขตใน Line Alert ค่าเป้าหมาย ร้อยละ ๑๐๐ ของจำนวนพื้นที่เขตที่ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐาน
- จัดทำสื่อเผยแพร่ Line Alert ผ่านสื่อ Social Media ค่าเป้าหมาย อย่างน้อย ๓ ช่องทาง

๒) ระดับผลลัพธ์ (Outcome)

- ร้อยละความสำเร็จของผู้อำนวยการเขตนำข้อมูลแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ ไปสู่การบริหารจัดการในพื้นที่ ค่าเป้าหมาย ร้อยละ ๑๐๐
- ร้อยละความพึงพอใจของประชาชนที่มีต่อการแจ้งข้อมูลแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ ใน Line Alert ค่าเป้าหมาย ร้อยละ ๘๐

๙.๒ วิธีการ / เครื่องมือที่ใช้ในการติดตามและการประเมินผล (สำเร็จ) .

๑) กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม ทำหน้าที่ติดตามการดำเนินงานวิจัย “ต้นตอแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$” ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

๒) มีการเชื่อมต่อข้อมูลแหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$ รายเขตใน Line Alert

๓) มีสื่อเผยแพร่ Line Alert ผ่านสื่อ Social Media ค่าเป้าหมาย อย่างน้อย ๓ ช่องทาง

๔) การทอดแบบสอบถามผู้อำนวยการเขตและความพึงพอใจของประชาชนที่มีต่อการแจ้งเตือนภัยฝุ่น $PM_{2.5}$ จำแนกรายเขตผ่าน Line Alert

๑๐. ข้อเสนอแนะ

๑. เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้ผู้บริหารกรุงเทพมหานครและผู้อำนวยการเขตนำมาจัดลำดับมาตรการควบคุมการระบายฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่แหล่งกำเนิดอย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การวางแผนจัดการและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

๒. เสนอมาตรการให้ผู้บริหารกรุงเทพมหานครและผู้อำนวยการเขตดำเนินมาตรการตามผลการวิเคราะห์แหล่งกำเนิดฝุ่น $PM_{2.5}$

๒.๑ กรณีพื้นที่เขตที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการจราจรและขนส่ง กำหนดมาตรการระยะสั้น ได้แก่

๑) ลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลให้มากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงวิกฤติฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐาน โดยให้สามารถทำงานจากบ้าน (work from home) หรือเหลื่อมเวลาทำงานของราชการเพื่อลดความเสี่ยงในช่วงฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐาน

๒) รณรงค์การใช้ขนส่งสาธารณะและปรับปรุงขนส่งสาธารณะให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดปริมาณการจราจรและลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล

๓) เข้มงวดการตรวจจับรถยนต์ควันดำ

๔) รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ให้ลดการปล่อยฝุ่น $PM_{2.5}$

๕) จัดให้บริการรถรับ-ส่ง จากจุดจอดรถชานเมืองเข้าถึงตัวเมืองโดยสนับสนุนค่าใช้จ่ายการเดินทางจากจุดรถ

๒.๒ กรณีพื้นที่เขตที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาชีวมวล กำหนดมาตรการระยะสั้น ได้แก่

๑) ห้ามการเผาในที่โล่ง

๒) ให้การสนับสนุนและนำงานวิจัยและนวัตกรรมไปจัดการกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อลดปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ จากการเผา

เอกสารอ้างอิง

โครงการวิจัย “แหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า ๒.๕ ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล” รศ.ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และคณะ ปีงบประมาณ ๒๕๖๓ สืบค้นเมื่อวันที่ ๘ กรกฎาคม ๒๕๖๖ www.nrct.go.th

โครงการวิจัย การตรวจวิเคราะห์หาการกระจายขนาดและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดย ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปีงบประมาณ ๒๕๖๓ สืบค้นเมื่อวันที่ ๘ กรกฎาคม ๒๕๖๖ www.nrct.go.th