สสส
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ

ศวอ
ศูนย์วิชาการเพื่อรับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ

องค์ความรู้เรื่อง

การควบคุมมลพิษอากาศ

จากภาคการจราจรขนส่งและภาคอุตสาหกรรม

ดร.พัชราวดี สุวรรณธาดา

ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ

องค์ความรู้เรื่อง
การควบคุมมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่งและภาคอุตสาหกรรม

ISBN 978-616-94015-4-4
ชุดความรู้ องค์ความรู้เพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ
พิมพ์ครั้งแรก กรกฎาคม 2565
จำนวน 100 เล่ม

ชื่อผู้แต่ง
ดร.พัชราวดี สุวรรณธาดา

คณะบรรณาธิการ
รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.ตระการ ประภัสพงษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวดี สุวัฒิกะ

พิสูจน์อักษร ณัฐจิต อ้นเมฆ และ ณิชนันทน์ นันตาวงค์
ปกและรูปเล่ม โยษิตา กรกิจเจริญ

จัดพิมพ์โดย
ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ (ศวอ.)
สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
122/4 ซ.เรวดี ถ.พระราม 6 แขวงพญาไท
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 02-617-1530-1 โทรสาร : 02-279-9720 E-mail : info@ccas.or.th

พิมพ์ที่
ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ เอ เอ เซอร์วิส
33 ซ.อินทามระ 4 ถ.สุทธิสารวินิจฉัย แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 02-279-5233 โทรสาร : 02-279-5322

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

คำนำ

องค์ความรู้เล่มนี้เป็นหนึ่งในชุดความรู้ องค์ความรู้เพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ ซึ่งจัดทำโดยศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ (ศวอ.) ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

ศวอ. มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นศูนย์รวมนักวิชาการในการพัฒนาองค์ความรู้เป็นฐานในการขับเคลื่อน สื่อสารชี้นำสังคม และสนับสนุนมาตรการ นโยบาย เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ อย่างมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่าย ทำหน้าที่รวบรวมองค์ความรู้ด้านฝุ่น $PM_{2.5}$ พัฒนาต่อยอดงานวิชาการ พัฒนานวัตกรรม และพัฒนาระบบข้อมูลงานวิชาการเพื่อใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ และเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ อย่างยั่งยืน

องค์ความรู้ที่อยู่ในมือของท่านนี้เป็นเอกสารที่ผ่านการรวบรวม สังเคราะห์ ประชุมเสวนารับฟังความคิดเห็น เพื่อการสื่อสาร เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ สู่สังคมและกลุ่มเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อปลูกฝังความเป็นเจ้าของในทรัพยากรอากาศสะอาดร่วมกัน

ทั้งนี้ ศวอ. มีเป้าหมายที่สำคัญคือสร้างการมีส่วนร่วมกับภาคีเครือข่าย ทั้งภาครัฐ ภาคประชาชน และภาคเอกชน เพื่อร่วมกันขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ โดยร่วมจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับมาตรการ และนโยบายในการป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษอากาศทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ปัญหามลพิษอากาศ มีแหล่งที่มาจากกิจกรรมหลายภาคส่วน โดยมีปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาและปัจจัยของสภาพแวดล้อมซึ่งส่งผลต่อคุณภาพอากาศบริเวณพื้นที่นั้นหรือพื้นที่ใกล้เคียง แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญ 2 แหล่ง ได้แก่ ภาคการจราจรขนส่งและภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความแตกต่างกัน กิจกรรมที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในภาคการจราจรขนส่งและภาคอุตสาหกรรมเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้ได้พลังงานไปขับเคลื่อนยานพาหนะ หรือ การทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม หม้อไอน้ำของสถานประกอบการ เป็นต้น สารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเหล่านี้ ได้แก่ [1]ก๊าซมลพิษอากาศ (เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซไฮโดรคาร์บอน) และฝุ่นละออง เขม่าควันต่าง ๆ ที่ตกค้างจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งฝุ่นละอองหรือเขม่าควันเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นโดยตรงจากการเผาไหม้ หรือ เป็นฝุ่นละอองทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของสารมลพิษอากาศชนิดต่าง ๆ และเกิดเป็นฝุ่นละอองขึ้นมาได้เช่นกัน

ฝุ่นละออง หมายถึงอนุภาคของแข็งหรือของเหลวที่มีอยู่ในอากาศ ฝุ่นละอองที่เป็นปัญหามลพิษ มักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปัญหาฝุ่นละอองเป็นปัญหามลพิษอากาศที่สำคัญ โดยคณะรัฐมนตรีในการประชุมเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2562 มีมติให้การแก้ไขปัญหามลภาวะด้านฝุ่นละอองเป็นวาระแห่งชาติ เพื่อให้การดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เนื่องจากพิจารณาเห็นว่าปัญหาฝุ่นละอองเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำในหลายพื้นที่ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสุขภาพของประชาชน โดยแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่สำคัญได้แก่ การเผาในที่โล่ง การจราจรขนส่ง และอุตสาหกรรม การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยความร่วมมือของหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และประชาชน ซึ่งหน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้มีแผนปฏิบัติการและกำหนดมาตรการระยะสั้นและระยะยาวมาโดยลำดับ

---

[1] ก๊าซ ในชุดความรู้นี้ (บทที่ 1 และ 2) จะใช้การเขียนว่า “ก๊าซ” เมื่อหมายถึง ก๊าซมลพิษอากาศ เชื้อเพลิงก๊าซ และการกล่าวอ้างมาตรฐานหรือกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากเอกสารซึ่งนำมาใช้อ้างอิงประกอบการเรียบเรียงจากหน่วยงานราชการหลายแห่ง เช่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงอุตสาหกรรมหรือกระทรวงพลังงาน มักจะใช้การเขียนแบบนี้ แต่ การเขียนว่า “ก๊าซ” หรือ “แก๊ส” มีความหมายเหมือนกันตามพจนานุกรม ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ของแต่ละองค์กร หรือ บุคคล

ปัจจุบัน การจัดการปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมเพื่อควบคุมการระบายสารมลพิษอากาศมีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากแหล่งกำเนิดมลพิษเพิ่มมากขึ้นและมีหลายประเภท จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของแหล่งกำเนิดและแหล่งที่มาของมลพิษแต่ละชนิด ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษ การจัดการสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และการดำเนินการตามมาตรการการควบคุม

เนื้อหาสาระในบทที่ 1 มลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง เป็นการเรียบเรียงหัวข้อที่สำคัญเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดยานพาหนะ เครื่องยนต์และเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ สภาพการจราจรและพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะที่ส่งผลต่อการระบายมลพิษ รวมทั้งสถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นหนึ่งในแนวทางเลือกที่ได้รับความสนใจอย่างมากจากหลายภาคส่วน เพื่อช่วยประหยัดพลังงานและลดมลพิษ

เนื้อหาสาระในบทที่ 2 มลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม เป็นการเรียบเรียงหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมในประเทศไทย ประเภทอุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดและเทคโนโลยีทั่วไปในการควบคุมมลพิษอากาศ การบริหารจัดการแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม มาตรการการจัดการและควบคุมมลพิษอากาศ รวมทั้ง มาตรการสำคัญที่ดำเนินการในปัจจุบัน ได้แก่ ระบบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment, EIA) และ ระบบการจัดทำทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (Pollutant Release and Transfer Registers, PRTR) เป็นต้น

สารบัญ

คำนำ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

บทที่ 1 มลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง 10

1.1 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง 11

1.1.1 ยานพาหนะ 11

1.1.2 เชื้อเพลิง 17

1.1.3 เครื่องยนต์และการควบคุมมลพิษ 24

1.1.4 สภาพการจราจรขนส่ง และสภาพการขับขี่ 33

1.1.5 พฤติกรรมการขับขี่ 34

1.2 แนวทางและมาตรการการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง 35

1.2.1 แนวทางและมาตรการโดยทั่วไป 35

1.2.2 มาตรฐานมลพิษอากาศจากยานพาหนะ 37

1.2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง 45

1.3 มาตรการควบคุมมลพิษอากาศจากการจราจรขนส่งที่ดำเนินการในปัจจุบัน 49

1.3.1 การพัฒนาระบบขนส่งทางราง 49

1.3.2 การจัดระบบการจราจรขนส่ง 50

1.3.3 การบำรุงรักษาเครื่องยนต์เชิงป้องกัน 50

1.3.4 การสนับสนุนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะ 50

1.3.5 การตรวจสอบตรวจจับรถใช้งานด้านการระบายมลพิษ 51

1.3.6 การควบคุมคุณภาพรถยนต์ในทางสาธารณะ 51

1.4 สถานการณ์และทิศทางการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย 51

1.5 สรุปและข้อเสนอแนะ 56

บทที่ 2 มลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม 58

2.1 ประเภทอุตสาหกรรม 60

2.2 การบริหารจัดการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม 62

2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม 64

2.3.1 มลพิษอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 64

2.3.2 มลพิษอากาศจากกระบวนการผลิต 65

2.4 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรม 68

2.4.1 มลพิษอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 68

2.4.2 มลพิษอากาศจากกระบวนการผลิต 78

2.5 แนวทางและมาตรการการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม 79

2.5.1 แนวทางและมาตรการโดยทั่วไป 79

2.5.2 มาตรฐานและค่าควบคุมมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม 81

2.5.3 มาตรการสำคัญที่ดำเนินการในปัจจุบัน 85

2.6 สรุปและข้อเสนอแนะ 101

เอกสารอ้างอิง 103

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1	แหล่งที่มาของมลพิษอากาศจากส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์	12
รูปที่ 1.2	ความสัมพันธ์ของสารมลพิษอากาศและแหล่งที่มาแต่ละประเภท	16
รูปที่ 1.3	สัดส่วนการระบายมลพิษจากยานพาหนะแต่ละประเภท ในกรุงเทพมหานคร ประจำปี 2562	17
รูปที่ 1.4	สถิติปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ปี 2560 – 2564	23
รูปที่ 1.5	สถานการณ์การใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ปี พ.ศ. 2564	24
รูปที่ 1.6	แผนภาพของเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบลูกสูบสี่จังหวะ	24
รูปที่ 1.7	ตัวอย่างระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง	26
รูปที่ 1.8	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air/ fuel ratio) กับการระบายก๊าซไฮโดรคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนตริกออกไซด์	30
รูปที่ 1.9	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง) กับการระบายมลพิษอากาศ	33
รูปที่ 1.10	ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	53
รูปที่ 2.1	ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอุปกรณ์ดักฝุ่นชนิดหนึ่ง	72
รูปที่ 2.2	ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของขนาดอนุภาคฝุ่นกับชนิดของอุปกรณ์ในการบำบัดฝุ่น	73
รูปที่ 2.3	ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นของอุปกรณ์ต่าง ๆ กับขนาดของอนุภาคฝุ่น	77
รูปที่ 2.4	(ร่าง) ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานครเปรียบเทียบกับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556	86

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1. 1	ชนิดของสารมลพิษจากท่อไอเสียและแหล่งกำเนิด	14
ตารางที่ 1. 2	เปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องยนต์เบนซินกับเครื่องยนต์ดีเซล	29
ตารางที่ 1. 3	มาตรฐานไอเสียสำหรับเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบตาม Euro emission standards	40
ตารางที่ 1. 4	มาตรฐานไอเสียสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ตาม Euro emission standards	41
ตารางที่ 1. 5	มาตรฐานควันดำสำหรับรถยนต์และรถโดยสารที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด	42
ตารางที่ 1. 6	มาตรฐานมลพิษอากาศจากรถใช้งาน	43
ตารางที่ 1. 7	มาตรฐานมลพิษอากาศจากรถใช้งานที่ได้ปรับปรุงเพิ่มเติมและอยู่ระหว่างการประกาศในราชกิจจานุเบกษา ในปี พ.ศ. 2565	44
ตารางที่ 1. 8	ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพบางรายการของน้ำมันเบนซิน	48
ตารางที่ 1. 9	ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพบางรายการของน้ำมันดีเซล	48
ตารางที่ 2. 1	ชนิดของสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมบางประเภท	67
ตารางที่ 2. 2	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่นของระบบกำจัดฝุ่นบางประเภท	76
ตารางที่ 2. 3	เปรียบเทียบข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของอุปกรณ์กำจัดฝุ่นประเภทต่าง ๆ	76
ตารางที่ 2. 4	ตัวอย่างมาตรฐานการระบายอากาศเสียจากอุตสาหกรรมทั่วไป	83
ตารางที่ 2. 5	ชนิดและขนาดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	88
ตารางที่ 2.6	ตัวอย่างโครงการ หรือการดำเนินการซึ่งต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	92
ตารางที่ 2. 7	ตัวอย่างโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการที่อาจมีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพ อนามัย คุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชนอย่างรุนแรง	94

บทที่ 1
มลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง

โดยทั่วไปการขนส่ง หมายถึง การเคลื่อนย้ายคนและสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การขนส่งแบ่งออกเป็นหมวดใหญ่ ได้แก่การขนส่งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ และอื่น ๆ ซึ่งการขนส่งสามารถพิจารณาได้จากหลายมุมมอง ตัวอย่างเช่น โครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง ได้แก่ โครงข่ายการขนส่ง เช่น ถนน ทางรถไฟ เส้นทางการบิน คลอง หรือท่อส่ง รวมไปถึงสถานีการขนส่ง เช่น ท่าอากาศยาน สถานีรถไฟ ท่ารถ และ ท่าเรือ โดยยานพาหนะ คือสิ่งที่เคลื่อนที่ไปบนโครงข่ายการขนส่งนั้น เช่น รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน เรือ ส่วนการดำเนินการและการบริหารจัดการ จะเกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบ เช่น ระบบจราจร ระบบควบคุมการบิน และนโยบาย เช่น วิธีการจัดการเงินของระบบขนส่ง เช่น การเก็บค่าผ่านทาง การเก็บภาษีน้ำมัน เป็นต้น

ในทางกฎหมาย พ.ร.บ. จราจรทางบก พ.ศ. 2522 ได้นิยามความหมายของการจราจรว่า การใช้ทางของผู้ขับขี่ คนเดินเท้า หรือคนที่จูง ขี่ หรือไล่ต้อนสัตว์ ซึ่งกฎหมายเกี่ยวกับการจราจร กำหนดขึ้นเพื่อให้สามารถควบคุม บังคับ ผู้ขับขี่ ผู้ประกอบการ และตัวยานพาหนะหรือตัวรถ ให้เกิดความปลอดภัยและสะดวกในการสัญจรยิ่งขึ้น เมื่อมีการขยายตัวของการจราจรและขนส่งจากเมืองใหญ่ส่วนกลางไปสู่ส่วนภูมิภาค กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจราจรขนส่งของประเทศไทยมีหลายฉบับ เช่น พ.ร.บ. การขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 พ.ร.บ. รถยนต์ พ.ศ. 2522 และ พระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. 2535 เป็นต้น

1.1 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง

ปัญหามลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง เป็นปัญหาสำคัญในเขตเมืองและชุมชนขนาดใหญ่หลายแห่ง ทั้งประเทศไทยและประเทศอื่นทั่วโลก แหล่งกำเนิดมลพิษจากภาคจราจรขนส่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ได้ (Mobile Source) ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งนี้สามารถแบ่งแหล่งกำเนิดที่มีผลต่อมลพิษอากาศ โดยพิจารณาเกี่ยวเนื่องไปถึงการควบคุมและการจัดการมลพิษ ดังนี้

1.1.1 ยานพาหนะ

ยานพาหนะที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในโครงข่ายการจราจรขนส่ง ได้แก่ รถประเภทต่าง ๆ ในการจราจรทางบก เรือโดยสารและเรือยนต์ในการจราจรทางน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่มีการระบายหรือปลดปล่อยสารมลพิษออกสู่บรรยากาศได้หลายทาง โดยเฉพาะกระบวนการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ แล้วระบายออกทางท่อไอเสีย รวมทั้งการระเหยจากห้องเครื่องยนต์ หรือ การระเหยขณะเติมน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งในที่นี้จะเน้น ไปที่ยานพาหนะทางบก ยานยนต์ หรือรถประเภทต่าง ๆ เป็นหลัก

การเผาไหม้ หรือ การสันดาป (Combustion) เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารอินทรีย์ที่มีไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญกับออกซิเจนในอากาศ ผลจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ แต่ถ้าเป็นกรณีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจเกิดจากการผสมกันหรือสัดส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงไม่เพียงพอให้ปฏิกิริยาเกิดได้อย่างสมบูรณ์ หรือเวลาในการเผาไหม้ไม่เหมาะสม ก็จะเกิดสารตกค้างจากการเผาไหม้ได้หลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่มสารไฮโดรคาร์บอนที่เหลือหรือตกค้างจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ (Unburnt Hydrocarbon หรือ Unburned Hydrocarbon, UHC) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งเป็นสารมลพิษอากาศที่สำคัญ และบางส่วนก็จะเกิดเป็นอนุภาคคาร์บอนอิสระ เป็นลักษณะของเขม่าควันหรือควันดำ (Black smoke) นอกจากนี้ อากาศที่เข้าไปผสมและใช้ในปฏิกิริยาการเผาไหม้ มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบถึงประมาณร้อยละ 78 จึงเกิดสารมลพิษกลุ่มออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ขึ้นได้ด้วย รวมทั้ง สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิง หรือใช้เป็นสารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะของน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะถูกระบายออกมา ตัวอย่างกลุ่มสารไฮโดรคาร์บอน เช่น เบนซิน (Benzene) สารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbon) เป็นต้น

รูปที่ 1.1 แหล่งที่มาของมลพิษอากาศจากส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์

แหล่งกำเนิดที่สำคัญของการระบายมลพิษ (รูปที่ 1.1) แยกได้ดังนี้

1) การระเหยของไอเชื้อเพลิง (Fuel evaporation gas) รถยนต์จะปลดปล่อยก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์ เช่น จากถังน้ำมันขณะเติมน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งปริมาณสารมลพิษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศและเครื่องยนต์ รวมไปถึงความสามารถในการระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดนั้น

2) การระบายจากเครื่องยนต์ (Crank case) การระบายสารมลพิษด้วยกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นในห้องเครื่องยนต์ที่เรียกว่า Crank case (เช่น อ่างข้อเหวี่ยงใต้ท้องเครื่องยนต์) ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นก๊าซไฮโดรคาร์บอน

3) การระบายจากระบบไอเสียหรือท่อไอเสีย (Exhaust pipe) สารมลพิษอากาศจากยานพาหนะส่วนใหญ่จะถูกระบายจากท่อไอเสีย ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เช่น ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ยังไม่เผาไหม้และที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่มาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่เกิดจากการเผาไหม้ไนโตรเจนในเชื้อเพลิง (Fuel-NO_x) รวมกับไนโตรเจนในอากาศที่อุณหภูมิสูง (Thermal-NO_x) และ ควันดำซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล สารมลพิษที่ระบายออกมาจากท่อไอเสีย มีทั้งคุณสมบัติที่เป็นก๊าซ และของแข็ง ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในระบบของเครื่องยนต์ โดยมีชนิดของสารมลพิษและลักษณะการเกิด สรุปดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1

ชนิดของสารมลพิษจากท่อไอเสียและแหล่งกำเนิด

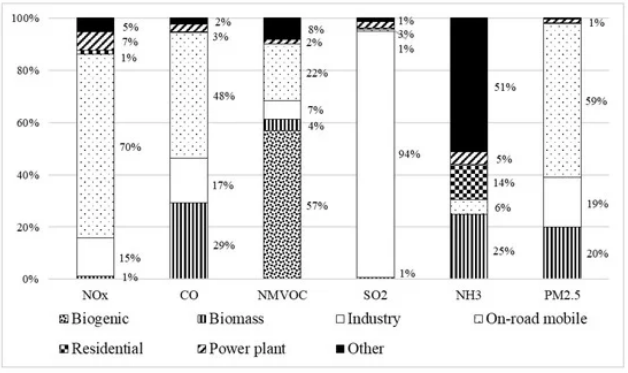
ชนิดของสารมลพิษ	แหล่งกำเนิด
1. ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon, HC)	เกิดจากการที่สารไฮโดรคาร์บอนในเชื้อเพลิงไม่ถูกเผาไหม้ หรือเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ การเกิดก๊าซไฮโดรคาร์บอนจะเกิดขึ้นมาก เมื่อเครื่องยนต์อยู่ในสถานะติดเครื่องอยู่กับที่ (Idle)
2. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxides of Nitrogen, NO_x)	เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ โดยเกิดจากปฏิกิริยาของอากาศกับไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในเชื้อเพลิง (Fuel-N) และเกิดขึ้นจากไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของอากาศเมื่อเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง (Thermal-N) จึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนในขณะเผาไหม้
3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide, CO)	เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในเครื่องยนต์ หรือสภาวะที่ระบบเผาไหม้มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แทนที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยการเกิดก๊าซ CO จะเกิดขึ้นมากเมื่อเครื่องยนต์อยู่ในสถานะติดเครื่องอยู่กับที่
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphur Dioxide, SO_2)	เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ก๊าซนี้สามารถทำปฏิกิริยากับสารมลพิษอื่นเกิดเป็นฝุ่นละอองได้
5 ฝุ่นละออง (Particulate Matter)	เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ทำให้เกิดเป็นอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก * หน่วยวัดปริมาณฝุ่นละอองจากท่อไอเสีย คือ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองที่ระบายจากท่อไอเสียจะวัดในยานพาหนะใหม่

ชนิดของสารมลพิษ	แหล่งกำเนิด
6. ควันดำ (Black smoke หรือ Soot)	เป็นควันสีดำซึ่งเกิดจากการรวมตัวของอะตอมของคาร์บอน (C) และส่วนหนึ่งของไฮโดรคาร์บอน (HC) ซึ่งถูกเผาไหม้บางส่วน ทำให้ในโมเลกุลมีอัตราส่วนระหว่าง คาร์บอนและไฮโดรเจน (C/H) เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเกิดควันดำ จึงเป็นขบวนการที่มีโมเลกุลของไฮโดรเจนเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น (Polymerization) แล้วในท้ายที่สุดก็จะเกาะกันเป็นกลุ่มก้อน (Agglomeration) สีดำ ลักษณะมวลสารของเขม่าควันดำเหล่านี้ ยังสามารถดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจน ไว้ในโมเลกุลได้ด้วย * การวัดปริมาณควันดำ (Black smoke) มีหน่วยวัดเป็นร้อยละ ซึ่งจะใช้กับการวัดยานพาหนะใช้งาน เช่น การตรวจจับรถควันดำในทางสาธารณะ
7. กลุ่มสารพิษ (Air toxic pollutants)	เกิดจากการเผาไหม้และการระเหยของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ทั้งน้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น กลุ่มสารพิษพวกนี้ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds, VOCs) สารกลุ่มคาร์บอนิล (Carbonyl groups) และสารกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) เป็นต้น

การเผาไหม้เชื้อเพลิงในยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์หรือยานยนต์ประเภทต่าง ๆ เป็นการเผาไหม้ในห้องเครื่องยนต์ หรือเรียกได้ว่าเป็นการสันดาปภายใน (Internal combustion) โดยยานพาหนะส่วนใหญ่มีการขับเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ ความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงและไม่คงที่ เช่น จังหวะเริ่มสตาร์ทเครื่องยนต์และยังไม่เคลื่อนที่ จังหวะเดินเบาหรือติดเครื่องอยู่กับที่ จังหวะเร่งเครื่องหรือเร่งความเร็ว จังหวะลดความเร็วและดับเครื่อง ทำให้ปฏิกิริยาการเผาไหม้มีการเปลี่ยนแปลงตาม

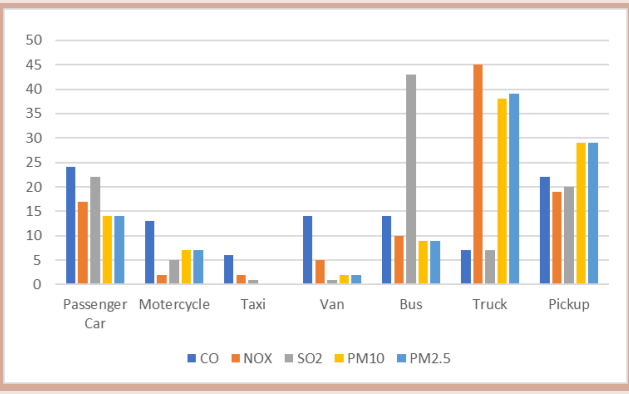
จังหวะการขับเคลื่อนของยานพาหนะและไม่ต่อเนื่อง ดังนั้น อัตราการระบาย ชนิดและปริมาณมลพิษอากาศจากยานพาหนะ จึงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ คุณภาพของเชื้อเพลิงที่ใช้ เทคโนโลยีเครื่องยนต์และอุปกรณ์ในการควบคุมมลพิษหรือไอเสีย การปรับแต่งและสภาพของเครื่องยนต์ พฤติกรรมการขับขี่ การบำรุงและดูแลรักษาเครื่องยนต์ สภาพการจราจรและสภาพทางที่ใช้ โดยลักษณะของยานพาหนะเป็นปัจจัยสำคัญร่วมกับสภาพการจราจรขนส่งและพฤติกรรมการขับขี่ ซึ่งส่งผลต่อการขับเคลื่อนยานพาหนะและการระบายมลพิษอากาศ

ปัจจุบัน มลพิษอากาศด้านฝุ่นละออง โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เป็นปัญหามลพิษที่สำคัญ และพบมีค่าสูงในหลายจังหวัด รวมทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีงานวิจัยพบว่า ปัญหา $PM_{2.5}$ ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้นมีสาเหตุหลักมาจาก 'ไอเสีย' ที่มาจากเครื่องยนต์ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้กับรถและเครื่องจักร และมีการศึกษาความสัมพันธ์ของสารมลพิษอากาศที่สำคัญและแหล่งที่มาของสารมลพิษอากาศ พบว่า ยานพาหนะทางบกเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นในสัดส่วนกว่าร้อยละ 50 (รูปที่ 1.2)



รูปที่ 1.2 ความสัมพันธ์ของสารมลพิษอากาศที่สำคัญและแหล่งที่มาของสารมลพิษอากาศ คิดเป็นร้อยละของแหล่งที่มาแต่ละประเภท (ที่มา: Narita, et al., 2019)

การศึกษาข้อมูลการระบายมลพิษจากยานพาหนะ พบว่า รถบรรทุก รถโดยสาร และรถปิคอัพ มีการระบายฝุ่นละอองสูงเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับรถประเภทอื่นในกลุ่มตัวอย่าง รูปที่ 1.3 แสดงสัดส่วนการระบายมลพิษจากยานพาหนะแต่ละประเภทในกรุงเทพมหานคร ประจำปี 2562 คิดเป็นร้อยละของปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกมาจากยานพาหนะประเภทนั้น



รูปที่ 1.3 สัดส่วนการระบายมลพิษจากยานพาหนะแต่ละประเภทในกรุงเทพมหานคร ประจำปี 2562 (ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2562)

1.1.2 เชื้อเพลิง

เชื้อเพลิง คือวัสดุใด ๆ ที่นำไปเผาไหม้หรือแปรเปลี่ยนเพื่อนำมาซึ่งพลังงาน เชื้อเพลิงจะปลดปล่อยพลังงานผ่านปฏิกิริยาทางเคมี เช่น การเผาไหม้ หรือปฏิกิริยานิวเคลียร์ เช่น การแตกตัวหรือการรวมตัวของนิวเคลียส คุณสมบัติสำคัญของเชื้อเพลิงที่มีประโยชน์ คือ พลังงานที่มีอยู่สามารถถูกบรรจุและปลดปล่อยได้ตามต้องการ เชื้อเพลิงที่รู้จักกันดี คือ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ หรือที่เรียกกันว่า เชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil fuel) ได้แก่ ถ่านหินและปิโตรเลียม (ปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซธรรมชาติ) เกิดจากการแปรสภาพของซากพืชและสัตว์ ที่ทับถมกันในชั้นเปลือกโลกเป็นเวลานานหลายร้อยล้านปีภายใต้ความร้อนและความดัน

เชื้อเพลิงแบ่งตามสถานะได้เป็น เชื้อเพลิงแข็ง (เช่น ถ่านหิน หินน้ำมัน) เชื้อเพลิงเหลว (เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ) และเชื้อเพลิงก๊าซ (เช่น ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซหุงต้ม)

ปัจจุบัน เชื้อเพลิงหลักที่นำมาใช้ในภาคจราจรขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิงเหลว องค์ประกอบสำคัญของเชื้อเพลิงเหลวคือ คาร์บอนและไฮโดรเจน ซึ่งรวมตัวกันทางเคมีอยู่ในรูปของไฮโดรคาร์บอน วิธีการรวมตัวมีหลายแบบ จึงทำให้เชื้อเพลิงเหลวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและลักษณะที่แตกต่างกัน ขึ้นกับชนิดของไฮโดรคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบ และกากของเชื้อเพลิงส่วนที่เหลือหลังจากสารพวกไอระเหยถูกนำออกไปแล้ว

เชื้อเพลิงที่มีการใช้ในภาคการจราจรขนส่ง อาจแบ่งเป็น

1) เชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมหรือการกลั่นน้ำมันดิบ ตัวอย่าง เช่น น้ำมันเบนซิน เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนที่เบาที่สุด ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ แล้วนำมาปรับปรุงหรือปรับแต่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันโดยตรงหรือจากการแยกก๊าซธรรมชาติเหลวหรือเบนซินธรรมชาติ น้ำมันเบนซินจะผสมสารเคมีสำหรับปรับแต่งคุณภาพเพื่อให้เหมาะสม

กับการใช้งาน เช่น สารเคมีที่ใช้ในการเพิ่มค่าออกเทน สารเคมีสำหรับป้องกันสนิมและการกัดกร่อนในถังน้ำมัน

กลุ่มน้ำมันเบนซินที่สำคัญมี 2 กลุ่ม คือ น้ำมันเบนซินสำหรับรถยนต์ และน้ำมันเบนซินสำหรับอากาศยาน ซึ่งน้ำมันสำหรับอากาศยานจะมีค่าออกเทนสูงกว่าน้ำมันเบนซินรถยนต์มาก นอกจากนี้ ปัจจุบันยังมีการใช้แอลกอฮอล์ที่สกัดจากพืชของเกษตรกรไทย เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าว และอ้อย ซึ่งได้แก่การผลิตเอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ และนำมาผสมกับน้ำมันเบนซิน กลายเป็นเชื้อเพลิงทดแทน ที่เรียกว่า น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (Gasohol)

น้ำมันดีเซล เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่ได้จากส่วนล่างของหอกลั่นปิโตรเลียมที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบเช่นเดียวกับน้ำมันเบนซิน เป็นน้ำมันส่วนที่เรียกว่าน้ำมันใสหรือ Distillate fuel มีจุดเดือดสูงอยู่ที่ประมาณ 180-370 องศาเซลเซียส ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่มีแรงอัดสูง (High compression) และสามารถจุดระเบิดได้เอง การจุดระเบิดเกิดขึ้นมาจากความร้อนของแรงอัดสูงของอากาศในกระบอกสูบ โดยไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้หัวเทียน

น้ำมันดีเซลมีการระเหยต่ำ มีช่วงจุดเดือดและความข้นใสสูงกว่าน้ำมันเบนซิน แบ่งเป็น (1) น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (HSD: High Speed Diesel Oil) หรือเรียกกันว่า น้ำมันโซล่า ใช้กับเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบสูงเกิน 1,000 รอบต่อนาทีขึ้นไป (Automotive Diesel Oil หรือ Gas Oil) เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เรือประมง เรือโดยสาร รถแทรกเตอร์ เครื่องยนต์ประเภทนี้ จำเป็นต้องใช้น้ำมันที่มีค่าซีเทนสูงและมีการระเหยเร็ว เพื่อให้เครื่องยนต์เดินสะดวก ถ้าใช้กับเรือเดินสมุทรมักเรียกว่า Marine Gas Oil และ (2) น้ำมันดีเซลหมุนช้า (LSD: Low Speed Diesel Oil) ใช้กับเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบต่ำกว่า 1,000 รอบต่อนาที (Industrial Diesel Oil) เช่น เครื่องจักรกล เป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Distillate Fuel) และน้ำมันเตา (Fuel Oil, FO หรือ Heavy Fuel Oil, HFO) ในอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์

น้ำมันเตา เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ เตาเผา หรือเตาหลอมในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ เครื่องยนต์เรือเดินสมุทร และเตาต้มน้ำร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการต่าง ๆ

2) เชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากพืชผลทางการเกษตร

ไบโอดีเซล เป็นน้ำมันดีเซลที่ผลิตจากวัสดุทางชีวภาพ นำมาผ่านกระบวนการทางเคมีเป็นเชื้อเพลิงเหลว ตัวอย่างแหล่งที่มา เช่น ปาล์ม สบู่ดำ มะพร้าว ทานตะวัน ถั่วเหลือง งา และน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว เมื่อนำมาทำปฏิกิริยาทางเคมี (Trans-esterification) กับเมทานอลจะเกิดเป็นสารเอสเทอร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล เรียกว่า "ไบโอดีเซล" หรือ "B100" ซึ่งกรณีการใช้ไบโอดีเซลล้วน ๆ 100% หรือ B100 นั้น จะเหมาะกับเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำ หรือพวกเครื่องจักรกลการเกษตร แต่หากต้องการใช้เป็นน้ำมันดีเซลหมุนเร็วหรือใช้ในรถยนต์ก็จะผสมไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซล ในสัดส่วนที่ต้องการ เช่น สัดส่วนไบโอดีเซล 5 ส่วน ต่อน้ำมันดีเซล 95 ส่วน ได้เป็นไบโอดีเซลสูตร B5

การที่ไบโอดีเซลผลิตจากแหล่งทรัพยากรหมุนเวียน บางครั้งจึงมีการกล่าวว่า ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกนอกเหนือจากน้ำมันดีเซลที่ผลิตจากปิโตรเลียม โดยมีคุณสมบัติการเผาไหม้เหมือนกับดีเซลจากปิโตรเลียมและสามารถใช้แทนกันได้ คุณสมบัติสำคัญของไบโอดีเซลคือ สามารถย่อยสลายได้เองตามกระบวนการชีวภาพในธรรมชาติ

การใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ เนื่องจากไบโอดีเซลมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 10 ทำให้การผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และเป็นการเพิ่มอัตราส่วนปริมาตรของอากาศต่อน้ำมันได้เป็นอย่างดี ทำให้การเผาไหม้ในกระบอกสูบเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียม พบว่า การใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงจะระบายสารมลพิษต่ำกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป จึงได้มีการนำไบโอดีเซลมาใช้เป็นส่วนผสมในน้ำมันดีเซลที่วางขายในตลาด เพื่อช่วยลดมลพิษและช่วยเหลือเศรษฐกิจของภาคเกษตรกรรมด้วย

3) เชื้อเพลิงก๊าซ ได้แก่

ก๊าซธรรมชาติ หรือก๊าซ NGV (Natural Gas for Vehicle: NGV) ซึ่งภาษาวิชาการเรียกว่าซีเอ็นจี (Compressed Natural Gas: CNG) เป็นเชื้อเพลิงที่มีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเช่นเดียวกับน้ำมัน โดยที่ก๊าซธรรมชาติมีมีเทน (Methane) เป็นส่วนประกอบหลัก และถูกอัดจนมีความดันสูง จึงถูกเรียกว่า “ก๊าซธรรมชาติอัด” (CNG) ซึ่งถูกอัดที่แรงดัน 200 bar หรือ 3,000 psi และถูกกักเก็บไว้ในถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดที่ถูกผลิตขึ้นมาเป็นพิเศษให้สามารถรองรับแรงดันได้ โดยมีสภาพเป็นก๊าซหรือไอที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ มีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะฟุ้งกระจายไปตามบรรยากาศอย่างรวดเร็วเนื่องจากเบากว่า

ก๊าซหุงต้ม หรือก๊าซ LPG (Liquefied Petroleum Gas) มีชื่อเป็นทางการว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว ได้จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติและกระบวนการกลั่นน้ำมัน เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยก๊าซโพรเพน (Propane) และบิวเทน (Butane) เป็นส่วนประกอบหลัก การเรียกว่า ก๊าซปิโตรเลียมเหลว เนื่องจากก๊าซจะถูกอัดให้อยู่ในสภาพของเหลวภายใต้ความดันเพื่อสะดวกต่อการเก็บและการขนส่ง เมื่อลดความดัน ก๊าซเหลวนี้จะกลายเป็นไอสามารถนำไปใช้งานได้ ก๊าซ LPG มีคุณสมบัติหนักกว่าอากาศประมาณ 1.5 – 2 เท่า ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นพิษ จึงต้องเติมสารเคมีที่มีกลิ่น (เช่น Ethyl Mercaptan) ลงไปเพื่อให้สามารถรับรู้จากการได้กลิ่นหากเกิดกรณีก๊าซรั่ว ซึ่งอาจทำให้ติดไฟได้ และขยายตัวเมื่ออุณหภูมิสูง ก๊าซ LPG มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และยานพาหนะ เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ขนส่งสะดวก ไม่เปลืองที่เก็บ และที่สำคัญคือ เผาไหม้แล้วเกิดเขม่าน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอื่น

องค์ประกอบที่แตกต่างกันในเชื้อเพลิงแต่ละประเภท ทั้งชนิดของสารไฮโดรคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในตัวเชื้อเพลิงเอง และสารเติมแต่งต่าง ๆ ที่มีการใส่เพิ่มเติมเพื่อปรับแต่งคุณภาพเชื้อเพลิง ส่งผลต่อองค์ประกอบและสัดส่วนของมลพิษอากาศที่ระบายออกมาจากยานพาหนะนั้น

ปัจจุบัน เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะที่มีขายตามท้องตลาดหรือ สถานีบริการน้ำมัน มีหลายประเภท ซึ่งที่เห็นกันทั่วไป (ข้อมูล มกราคม 2565) อาจแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มน้ำมันเบนซิน ได้แก่

(1) น้ำมันเบนซิน ออกเทน 95 มีค่าออกเทนสูง มีคุณสมบัติที่สามารถใช้ได้กับรถยนต์แทบทุกประเภท การเผาไหม้ของเครื่องยนต์สมบูรณ์ ไม่มีส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอล์ ทำให้เบนซินออกเทน 95 ได้รับการกล่าวถึงว่าเป็นน้ำมันที่ตอบสนองการขับได้ดีที่สุด

(2) น้ำมันเบนซิน ออกเทน 91 มีความคล้ายคลึงกับเบนซิน ออกเทน 95 โดยถูกลดคุณภาพลงมาเล็กน้อย ไม่มีส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอล์ใด ๆ แม้จะมีค่าออกเทนน้อยกว่า จนส่งผลทำให้การตอบสนองการขับขี่ไม่ดีเท่าออกเทน 95 แต่เมื่อใช้งานจริง ก็แทบไม่ต่างกันเท่าใดนัก

(3) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ออกเทน 95 มีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนด สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเบนซิน 95 ธรรมดาได้ โดยใช้ส่วนผสมระหว่างเอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ 99.5% ผสมกับน้ำมันเบนซิน 95 ในอัตราส่วนเอทานอล : น้ำมันเบนซิน 10 : 90 เอทานอลเป็นตัวเพิ่มค่าออกเทน ทำให้ได้แก๊สโซฮอล์ที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 ที่ใช้สาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) เป็นสารเพิ่มค่าออกเทน โดยสาร MTBE เป็นสารออกซิจิเนตที่ใช้ผสมเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในเนื้อน้ำมันเบนซิน ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์และสะอาดมากขึ้น แต่สาร MTBE มีข้อเสียคือ เกิดการปนเปื้อนกับน้ำใต้ดินและน้ำดื่ม ทำให้หลายประเทศได้ยกเลิกการใช้สาร MTBE (ประเทศไทยอยู่ระหว่างการพิจารณายกเลิกเช่นกัน) และมีการพยายามหาสารเติมแต่งชนิดอื่นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อทดแทน ข้อกำหนดของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ออกเทน 95 คล้ายกับน้ำมันเบนซินออกเทน 95 ยกเว้นในเรื่อง สี ความดันไอไม่สูงกว่า 65 กิโลปาสคาล การระเหยในอัตราร้อยละ 50 โดยปริมาตร มีค่าอยู่ระหว่าง 65 – 110 องศาเซลเซียส

(4) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ออกเทน 91 มีคุณสมบัติมาตรฐานที่กำหนดและสามารถใช้ทดแทนน้ำมันเบนซิน 91 ธรรมดาได้ โดยใช้ส่วนผสมระหว่างเอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ 99.5% ผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ในอัตราส่วนเอทานอล : น้ำมัน

เบนซิน 10 : 90 ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะเครื่องยนต์ และอัตราการเร่งไม่แตกต่างจากน้ำมันเบนซิน 91 สามารถเติมผสมกับน้ำมันเบนซินที่อยู่ในถังได้เลย

(5) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 คือน้ำมันที่มีส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันเบนซินผสมกับเอทานอล หรือเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.5% ในอัตราส่วน 80% ต่อเอทานอล 20%

(6) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 คือน้ำมันที่มีส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันเบนซินผสมกับเอทานอล หรือเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.5% ในอัตราส่วนเบนซิน 15% ต่อเอทานอล 85%

2) กลุ่มน้ำมันดีเซล เดิมรู้จักกันในชื่อ น้ำมันดีเซลพรีเมียม น้ำมันดีเซล และไบโอดีเซล ต่อมากรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้มีมติเปลี่ยนแปลงชื่อของน้ำมันดีเซล โดยเริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2563 และผู้ให้บริการสถานีน้ำมันทั่วประเทศไทย ได้ปรับเปลี่ยนป้ายและตู้จ่ายน้ำมัน เพื่อให้เป็นไปตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายก่อนเดือนตุลาคม 2563 จะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำมันทางเลือก และเปลี่ยนชื่อเรียกเป็น "ดีเซล B7" และน้ำมันดีเซลพรีเมียม เปลี่ยนเป็น “น้ำมันดีเซล B7 พรีเมียม” ส่วนน้ำมันดีเซล B10 หรือน้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซล 10% จะเป็นน้ำมันดีเซลเกรดมาตรฐานของประเทศ เรียกว่า "น้ำมันดีเซล" ทั้งนี้ น้ำมันดีเซลที่ขายในสถานีบริการน้ำมันปัจจุบันของประเทศไทย จึงเป็นน้ำมันที่มีไบโอดีเซลผสมอยู่ทั้งหมด

การกำหนดประเภทของน้ำมันดีเซลที่วางขายในประเทศไทย ขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการกำหนดสัดส่วนของไบโอดีเซลที่จะผลิตและขายในตลาด โดยในช่วงปี 2564 ถึง ช่วงต้นปี 2565 มีสถานการณ์เรื่องราคาน้ำมันดิบและไบโอดีเซล (B100) หน่วยงานภาครัฐจึงได้มีการพิจารณาทบทวนสัดส่วนของไบโอดีเซลในน้ำมันดีเซลมาตรฐาน และแนวทางการกำหนดสัดส่วนการผสมไบโอดีเซล (B100) ในภาวะวิกฤตด้านราคาน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเมื่อวันที่ 31 มกราคม 2565 การประชุมคณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงาน (กบง.) ได้กำหนดแนวทางสถานการณ์ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในภาวะปกติ เป็น 2 ระยะ ดังนี้ (1) ระยะสั้น (พ.ศ. 2565 ถึง 2566) กำหนดน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว 2 เกรด คือ น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว B7 และน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว B20 สำหรับใช้กับรถบรรทุกขนาดใหญ่ และ (2) ระยะยาว (พ.ศ. 2567 เป็นต้นไป) กำหนดน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว B7 เกรดเดียว

3) กลุ่มเชื้อเพลิงก๊าซ ได้แก่ ก๊าซ LPG และก๊าซ NGV

จากสถิติการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ตั้งแต่ปี 2560 เป็นต้นมา พบว่า ชนิดเชื้อเพลิงกลุ่มดีเซล มีสัดส่วนการใช้สูงสุด รองลงมา คือ กลุ่มเบนซิน ทั้งนี้ ณ สิ้นเดือนธันวาคม 2564 มีรถดีเซลที่จดทะเบียนสะสมอยู่ที่ 12 ล้านคัน โดยส่วนใหญ่เป็นรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (6.6 ล้านคัน) และมีรถเบนซินที่จดทะเบียนสะสมอยู่ที่ 29 ล้านคัน ส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ (21.7 ล้านคัน) และรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (6.8 ล้านคัน) ซึ่งพบแนวโน้มเช่นเดียวกันในปีที่ผ่านมา รูปที่ 1.4 แสดงสถิติปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ปี 2560 – 2564 และรูปที่ 1.5 แสดงสถานการณ์การใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ปี พ.ศ. 2564 (ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2565)

การใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ktoe							ราคาขายปลีกเฉลี่ย	จำนวนรถ*
					2564 (ม.ค.-ธ.ค.)				
	2560	2561	2562	2563	2564 (ม.ค.-ธ.ค.)	growth (%) YoY	share (%)	2564 (ม.ค.-ธ.ค.)	ณ สิ้นเดือน ธ.ค. 64
กลุ่มเบนซิน (ล้านลิตร/วัน)	8,175 (30.1)	8,444 (31.0)	8,755 (32.2)	8,649 (31.7)	7,894 (29.0)	-8.7	32	28.12 บาท/ลิตร	29 ล้านคัน
กลุ่มดีเซล (ล้านลิตร/วัน)	13,618 (43.3)	13,960 (44.4)	14,758 (46.9)	15,571 (49.4)	14,976 (47.6)	-3.8	61	26.54 บาท/ลิตร	12 ล้านคัน
LPG (พันตัน)	1,539 (1,319)	1,366 (1,171)	1,194 (1,023)	879 (753)	779 (668)	-11.3	3	10.19 บาท/ลิตร 18.87 บาท/กก.	6.4 แสนคัน (97% เป็น LPG+เบนซิน)
NGV (พันตัน)	2,179 (2,464)	1,980 (2,226)	1,807 (1,966)	1,248 (1,413)	1,007 (1,140)	-19.3	4	14.55 บาท/กก.	3.5 แสนคัน (78% เป็น NGV+เบนซิน)
ไฟฟ้า (ล้านหน่วย)	-	0.0039 (0.0455)	0.0039 (0.0454)	0.0077 (0.0909)	0.0875 (1.0267)	1030.1	-	2.64 บาท/หน่วย (สำหรับแรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า 22 kV)**	11,382 คัน (ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ : BEV)
รวม	25,512	25,750	26,514	26,347	24,657	-6.4	100		

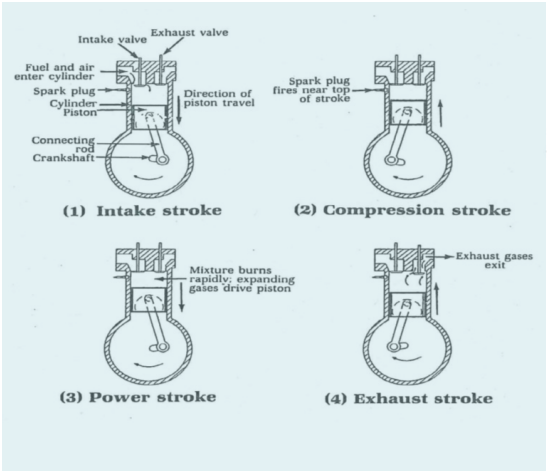
*จำนวนรถจดทะเบียนสะสม จากกรมการขนส่งทางบก
**ราคาขายปลีกเฉลี่ยสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า (มติการประชุมคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ 19 มี.ค. 2563)

รูปที่ 1. 4 สถิติปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ปี 2560 – 2564
(ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2565)

รูปที่ 1. 5 สถานการณ์การใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งทางบก ปี พ.ศ. 2564 (ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2565)

1.1.3 เครื่องยนต์และการควบคุมมลพิษ

เครื่องยนต์ที่ใช้งานในยานยนต์ต่าง ๆ เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine : ICE) โดยปฏิกิริยาการเผาไหม้หรือการสันดาปของเชื้อเพลิงกับอากาศในห้องเผาไหม้ ทำให้มีการขยายตัวของก๊าซ มีอุณหภูมิและความดันสูงเกิดขึ้นจากการสันดาป เป็นการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานกลที่มีประโยชน์ในการทำงานขับเคลื่อนยานยนต์ชนิดต่าง ๆ เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นเครื่องยนต์ที่การสันดาปเกิดขึ้นไม่ต่อเนื่อง เครื่องยนต์ที่คุ้นเคยกันมาก คือ เครื่องยนต์ลูกสูบสี่จังหวะและสองจังหวะ รูปที่ 1.6 แสดงแผนภาพโดยทั่วไปของเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบลูกสูบสี่จังหวะ



รูปที่ 1.6 แผนภาพของเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบลูกสูบสี่จังหวะ (Schematic of a four-stroke internal combustion engine) (ที่มา: Cooper and Alley, 1994)

การแบ่งประเภทเครื่องยนต์ มีความแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน ปัจจุบันนิยมการแบ่งประเภทโดยพิจารณาจากเครื่องยนต์ลูกสูบ โดยแบ่งเป็น เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟ หรือ Spark Ignition ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่มีหัวเทียนช่วยในการจุดระเบิด ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง และเครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด หรือ Compression Ignition ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่มีการจุดระเบิดด้วยการอัดของตัวเอง ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง มีปั๊มและหัวฉีดช่วยในการฉีดน้ำมันเข้าห้องเผาไหม้

เครื่องยนต์ที่เป็นที่รู้จักและมีการใช้งานมาถึงปัจจุบันอย่างแพร่หลาย แบ่งเรียกกันทั่วไปได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ เครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเครื่องยนต์ทั้ง 2 แบบนี้ ถึงแม้ว่าหลักการทำงานจะคล้ายกัน แต่ไม่เหมือนกันเสียทีเดียว โดยเฉพาะความแตกต่างของการจุดระเบิดและไม่สามารถสลับกันใช้งานเชื้อเพลิงได้ ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องยนต์ทั้ง 2 ประเภท สรุปโดยสังเขป ดังนี้

1) เครื่องยนต์เบนซิน

เครื่องยนต์เบนซิน หรือที่เรียกกันว่าเครื่องยนต์แก๊สโซลีน จะมีการใช้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเบนซิน แก๊สโซฮอล์ ก๊าซธรรมชาติ หรือแม้แต่เอทานอล เป็นส่วนผสมในกระบวนการจุดระเบิดร่วมกับอากาศ และไฟจุดระเบิด โดยมีหัวเทียนเป็นตัวจุดประกายไฟ และมีหัวฉีดเป็นตัวจ่ายเชื้อเพลิง โดยการทำงานจะเป็นแบบ 4 จังหวะ คือ จังหวะ ดูด อัด ระเบิด และคาย จังหวะทั้งหมดนี้เกิดขึ้นภายในกระบอกสูบ จึงเรียกว่าสันดาปภายใน เครื่องยนต์เบนซินนี้จะทำงานแบบวนไปเป็นรอบ Cycle พลังงานภายในที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังชิ้นส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ลูกสูบ ก้านสูบ ต่อไปจนถึงเพลาข้อเหวี่ยง เป็นการส่งกำลังในการขับเคลื่อนยานพาหนะ

การทำงานของเครื่องยนต์เบนซินส่วนใหญ่ในปัจจุบัน เป็นการทำงาน 4 จังหวะ (4 Cycle Gasoline Engine) แบ่งการทำงานเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ดังนี้

(ก) จังหวะดูด คือจังหวะที่ลูกสูบจะทำการดูด "ส่วนผสมไอดี" ที่เป็นการผสมกันระหว่างอากาศจากภายนอกและเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเบนซินที่ฉีดฝอยออกมาจากหัวฉีด มาผสมกันตามสัดส่วนที่กำหนด แล้วเริ่มทำงานจากจังหวะที่ลูกสูบอยู่ตำแหน่งบนสุดของกระบอกสูบ หรือที่ศัพท์เทคนิคเรียกว่า "ศูนย์ตายบน" จากนั้นลูกสูบจะขยับลงสู่จุดล่างสุดของกระบอกสูบ หรือที่เรียกว่า "ศูนย์ตายล่าง" โดยจังหวะที่ลูกสูบขยับตัวลงมานั้น วาล์วไอดีจะทำการเปิดเพื่อให้ส่วนผสมไอดี เข้ามาอยู่ในกระบอกสูบได้ ส่วนวาล์วไอเสียนั้นจะทำการปิดเพื่อไม่ให้ส่วนผสมไอดีออกจากกระบอกสูบได้

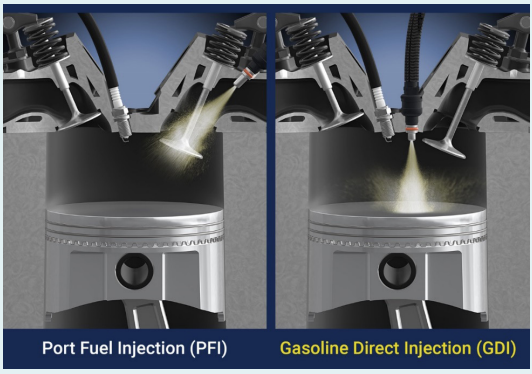
เครื่องยนต์เบนซินยุคใหม่ เป็นแบบที่เรียกกันว่าเครื่องยนต์แบบ GDI (Gasoline Direct Injection) จะมีการย้ายการฉีดน้ำมันเบนซินจากหน้าวาล์วในท่อไอดีให้ฉีดเข้าสู่กระบอกสูบโดยตรง ในจังหวะเดียวกับการดูดอากาศดีเข้ามา ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการจุดระเบิด ลดอัตราการใช้น้ำมัน และทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์มากขึ้นกว่าแบบเดิม ตัวอย่างระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดังรูปที่ 1.7

(ข) จังหวะอัด เมื่อกระบอกสูบลงมาจุดล่างสุด ทำให้มีส่วนผสมไอดีสะสมอยู่ในกระบอกสูบได้มากที่สุดแล้ววาล์วไอดีจะทำการปิด จากนั้นลูกสูบจะขยับตัวขึ้นไปสู่จุดบนสุดอีกครั้ง เพื่ออัดส่วนผสมไอดีให้มีการควบแน่นตามสัดส่วนที่ผู้ผลิตกำหนด ตัวอย่างเช่น สเปกของรถยนต์ใหม่ กำหนดว่า อัตราส่วนกำลังอัด 10.0 : 1 หมายถึง ลูกสูบจะทำการอัดส่วนผสมไอดีจาก 10 ส่วน ให้เหลือ 1 ส่วนในการยกตัวจากล่างสุดสู่บนสุด

(ค) จังหวะระเบิดและถ่ายทอดกำลัง เมื่อลูกสูบยกตัวขึ้นบนสุดจนเกิดอากาศที่อัดเอาไว้เต็มอัตราส่วนแล้ว หัวเทียนจะทำการจุดประกายไฟ เพื่อให้อากาศที่อัดเอาไว้ติดไฟจนเกิดปฏิกิริยาระเบิดขึ้นมา เมื่อเกิดการระเบิด อากาศที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วจะทำการผลักให้ลูกสูบกลับเข้าไปสู่ตำแหน่งศูนย์ตายล่างอีกครั้ง

(ง) จังหวะคายหรือปล่อยไอเสีย เมื่อลูกสูบที่ถูกการจุดระเบิดจนกลับไปอยู่จุดศูนย์ตายล่าง จังหวะที่จะยกตัวขึ้นของลูกสูบไปสู่จุดศูนย์ตายบน วาล์วไอเสียจะทำการเปิดขึ้นมา เพื่อให้ลูกสูบดันเอาอากาศเสียที่ทำการจุดระเบิดแล้ว วิ่งออกไปทางท่อไอเสีย เพื่อระบายออกสู่ภายนอกต่อไป และเมื่อลูกสูบถึงจุดศูนย์ตายบนแล้ว การทำงานก็จะกลับไปเริ่มขั้นตอนที่ 1 ใหม่อีกครั้ง

การทำงานใน 1 วงจร 4 ขั้นตอนนี้ เพลาข้อเหวี่ยงจะทำงานรวมทั้งสิ้น 2 รอบ และทุกการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงนี่เอง ที่จะแปลงเป็นกำลังไปส่งผ่านทางชิ้นส่วนต่าง ๆ ผ่านทางเกียร์ แล้วส่งกำลังไปขับเคลื่อนตัวรถต่อไป



รูปที่ 1. 7 ตัวอย่างระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง
(ที่มา: https://www.autodeft.com/deftanswer/how-gasoline-and-diesel-engine-work? gclid=Cj0KCQiAi9mPBhCJARIsAHchl1yDydKlCjAszZoytZpF4d_dmkKBrPs3UxWnz2MSMDrYgzyqWE1MFocaAmD5EALw_wcB#))

2) เครื่องยนต์ดีเซล

การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลนั้น จะคล้ายกันกับเครื่องยนต์เบนซิน แต่ด้วยคุณสมบัติของน้ำมันดีเซลจะมีการติดไฟได้ยากกว่า ทำให้การจุดระเบิดไม่สามารถทำการจุดให้ติดด้วยหัวเทียนเหมือนเครื่องยนต์เบนซิน จึงต้องใช้การเพิ่มความร้อนภายในกระบอกสูบด้วยการอัดอากาศกำลังสูง จนน้ำมันดีเซลสามารถติดไฟและระเบิดขึ้นได้ หรือที่เรียกว่า การจุดระเบิดด้วยการอัดตัว (Compression Ignition Engine) หลักการทำงาน คือ อากาศจะถูกอัดตัวจนมีความร้อนที่สะสมสูงขึ้น และเมื่อได้รับเชื้อเพลิงจากการฉีดจ่ายอย่างรวดเร็วและแรงจากหัวฉีดแรงดันสูง จึงเกิดการระเบิดภายในและเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ ส่งเป็นกำลังหรือแรงผลักไปยัง ลูกสูบ ก้านสูบ เพลาข้อเหวี่ยง จนเป็นกำลังในการขับเคลื่อนยานพาหนะ

การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลส่วนใหญ่ในปัจจุบัน จะเป็นรูปแบบการทำงาน 4 จังหวะ เช่นเดียวกับเครื่องยนต์เบนซิน แบ่งการทำงานเป็น 4 จังหวะ ดังนี้

(ก) จังหวะดูด คือจังหวะที่ลูกสูบจะทำการดูดอากาศดีจากภายนอก โดยเริ่มทำงานจากจังหวะที่ลูกสูบอยู่ตำแหน่งบนสุดของกระบอกสูบ หรือที่ศัพท์เทคนิคเรียกว่า "ศูนย์ตายบน" จากนั้นลูกสูบจะขยับลงสู่จุดล่างสุดของกระบอกสูบ หรือที่เรียกว่า "ศูนย์ตายล่าง" โดยจังหวะที่ลูกสูบขยับตัวลงมานั้น วาล์วไอดีจะทำการเปิดเพื่อให้อากาศดีเข้ามาอยู่ในกระบอกสูบได้ ส่วนวาล์วไอเสียนั้น จะทำการปิดเพื่อไม่ให้อากาศดีออกจากกระบอกสูบได้

(ข) จังหวะอัด เมื่อกระบอกสูบลงมาจุดล่างสุด ทำให้มีอากาศดีสะสมอยู่ในกระบอกสูบได้มากที่สุดแล้ว วาล์วไอดีจะทำการปิด จากนั้นลูกสูบจะขยับตัวขึ้นไปสู่จุดบนสุดอีกครั้ง เพื่ออัดส่วนผสมไอดีให้มีการควบแน่นตามสัดส่วนที่ผู้ผลิตกำหนดเอาไว้ ตัวอย่าง ในสเปกของรถยนต์ใหม่ มี อัตราส่วนกำลังอัด 15.6 : 1 หมายถึงลูกสูบจะทำการอัดส่วนผสมไอดีจาก 15.6 ส่วนให้เหลือ 1 ส่วนในการยกตัวจากล่างสุดสู่บนสุด

(ค) จังหวะระเบิดและถ่ายทอดกำลัง เมื่อลูกสูบยกตัวขึ้นบนสุด จนเกิดอากาศที่อัดเอาไว้เต็มอัตราส่วนแล้ว หัวฉีดจะทำการฉีดน้ำมันดีเซลละอองฝอย เข้าไปเจอกับอากาศที่ถูกอัดจนมีแรงดันกับความร้อนสูง จนเกิดการติดไฟแล้วระเบิดขึ้น เมื่อเกิดการระเบิด อากาศที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วจะทำการผลักให้ลูกสูบกลับเข้าไปสู่ตำแหน่งศูนย์ตายล่างอีกครั้ง โดยจังหวะการฉีดน้ำมันดีเซลเข้าสู่กระบอกสูบนั้น ขึ้นกับการคำนวณของระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมว่า อุณหภูมิเครื่องยนต์ขนาดนี้ ควรฉีดที่จังหวะไหน ดังนั้น การฉีดละอองฝอยน้ำมันดีเซลเข้าไป อาจจะเป็นช่วงลูกสูบอยู่ในตำแหน่งบนสุดของกระบอกสูบ หรือก่อนเล็กน้อยก็ได้

(ง) จังหวะคายหรือปล่อยไอเสีย เมื่อลูกสูบที่ถูกการจุดระเบิดจนกลับไปอยู่จุดล่างสุดของกระบอกสูบ จังหวะที่จะยกตัวขึ้นของลูกสูบ วาล์วไอเสียจะทำการเปิดขึ้นมา เพื่อให้ลูกสูบดันเอาอากาศเสียที่ทำการจุดระเบิดแล้ว วิ่งออกไปทางท่อไอเสีย เพื่อระบายออกสู่ภายนอกต่อไป และเมื่อลูกสูบถึงตำแหน่งบนสุดแล้ว การทำงานก็จะกลับไปเริ่มขั้นตอนที่ 1 ใหม่อีกครั้ง

การทำงานใน 1 วงจร 4 ขั้นตอนนี้ เพลาข้อเหวี่ยงจะทำงานรวมทั้งสิ้น 2 รอบ และทุกการหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงนี่เอง ที่จะแปลงเป็นกำลังไปส่งผ่านทางชิ้นส่วนต่าง ๆ ผ่านทางเกียร์ แล้วส่งกำลังไปหมุนล้อได้อีกที

เครื่องยนต์ดีเซล เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้การจุดระเบิดด้วยความร้อนจากการอัดอากาศเข้ากระบอกสูบจนเกิดความร้อนสำหรับการจุดระเบิด โดยที่ไม่ต้องใช้หัวเทียนเหมือนเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่ให้กำลังงานมากกว่าเครื่องยนต์เบนซิน เมื่อเทียบกับความจุกระบอกสูบ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับงานหนัก เช่น งานบรรทุก งานเครื่องจักรกลหนัก รถไฟ เรือเดินสมุทร เป็นต้น ซึ่งงานเหล่านี้ต้องการกำลังขับเคลื่อนสูง ตารางที่ 1.2 แสดงเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องยนต์เบนซินกับเครื่องยนต์ดีเซล

ปัจจุบัน เกณฑ์ข้อบังคับ และระเบียบในการควบคุมยานพาหนะ ด้านสารมลพิษของหน่วยงานราชการ จะใช้เกณฑ์แบ่งตามลักษณะเครื่องยนต์ โดยที่ “เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟ (Positive Ignition Engine)” จะใช้เรียกสำหรับเครื่องยนต์เบนซินส่วนใหญ่ ซึ่งอาจมีการใช้น้ำมันเบนซิน และ/หรือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ หรือใช้ร่วมกับก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว และ “เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด (Compression Ignition Engine)” ใช้เรียกสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

ตารางที่ 1.2

เปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องยนต์เบนซินกับเครื่องยนต์ดีเซล

หัวข้อเปรียบเทียบ	ประเภทเครื่องยนต์	
	เครื่องยนต์เบนซิน	เครื่องยนต์ดีเซล
จังหวะดูดไอดี	ดูดส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้	ดูดเฉพาะอากาศเท่านั้น
จังหวะอัด	ลูกสูบอัดส่วนผสมอากาศกับเชื้อเพลิง	ลูกสูบอัดอากาศเพื่อทำให้ทั้งแรงดันและอุณหภูมิสูงขึ้น
จังหวะระเบิด	หัวเทียนจุดระเบิดส่วนผสมที่ถูกอัดตัว	เชื้อเพลิงถูกฉีดเข้าสู่อากาศที่ร้อนและมีแรงดันสูงมากซึ่งจะทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้น เนื่องจากความร้อนจากอากาศที่มีแรงกดดันสูง
จังหวะคายไอเสีย	ลูกสูบขับไล่อากาศออกจากกระบอกสูบ	ลูกสูบขับไล่อากาศออกจากกระบอกสูบ
การควบคุมกำลังงาน	โดยการควบคุมปริมาณการป้อนส่วนผสม อากาศกับเชื้อเพลิง	โดยการควบคุมปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดออกไป (ไม่ได้ควบคุมปริมาณอากาศที่เข้าสู่กระบอกสูบ)

3) เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ

เมื่อพิจารณาจากการออกแบบเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับการใช้เชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จะเห็นว่าวัตถุประสงค์หลักของการเผาไหม้เชื้อเพลิงในยานพาหนะ เพื่อให้เปลี่ยนเป็นพลังงานในการขับเคลื่อนยานพาหนะหรือเป็นการส่งกำลังในการเคลื่อนที่ ห้องเผาไหม้จึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการกำหนดสมรรถนะของเครื่องยนต์ ซึ่งการควบคุมระบบการทำงานของเครื่องยนต์ให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จะช่วยลดการระบายมลพิษ

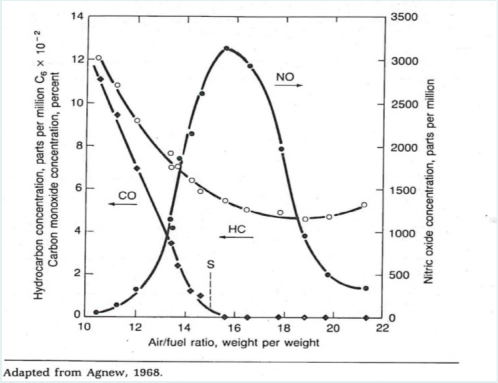
หลักการทั่วไปในการควบคุมมลพิษของเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล สรุปโดยสังเขป ดังนี้

(1) เครื่องยนต์เบนซิน สารมลพิษอากาศที่ระบายออกจากเครื่องยนต์เบนซินมีหลายชนิด ที่สำคัญ คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) และ ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากปฏิกิริยาเคมีของการเผาไหม้ระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศในห้องเผาไหม้ เทคโนโลยีที่ใช้ในการลดสารมลพิษโดยทั่วไป ได้แก่

1.1) การควบคุมระบบ Blowby เช่น การวนเอาก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่ระบายออกจากห้องเครื่องยนต์ (Crankcase) ในปริมาณที่เหมาะสม วนกลับเข้าไปในระบบไอดี ทำให้ได้พลังงานกลับคืนมาส่วนหนึ่ง และไม่ทำให้อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง ต่ำเกินไป

1.2) การควบคุมการระเหย ซึ่งมีส่วนที่สามารถระเหยออกได้ง่ายอยู่ 2 ส่วนคือ จากถังเก็บน้ำมันและคาร์บูเรเตอร์ของรถรุ่นเก่า

1.3) การควบคุมไอเสีย กระทำได้หลายวิธี เช่น การตั้งเวลาการจุดระเบิดให้เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการจุดประกายไฟในเครื่องยนต์เบนซิน การปรับปรุงรูปร่างของห้องเผาไหม้และการเผาไหม้ให้ดีขึ้น การลดการจ่ายน้ำมันในจังหวะการผ่อนคันเร่ง การวนไอเสียเข้ามาในห้องสันดาป (Exhaust Gas Recirculation (EGR) System) การป้อนเชื้อเพลิงอัตโนมัติโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fuel Injection) โดยคำนวณอัตราส่วนผสมของอากาศและเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับสถานการณ์ขับขี่ขณะนั้น มีผลทำให้เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้คาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนออกมาน้อยลง รูปที่ 1.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง กับ การระบายก๊าซไฮโดรคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ก๊าซไนตริก-ออกไซด์



รูปที่ 1. 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง (Air/fuel ratio) กับการระบายก๊าซไฮโดรคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ก๊าซไนตริกออกไซด์
(ที่มา: Cooper and Alley, 1994)

นอกจากนี้ การควบคุมไอเสียโดยการกำจัดมลพิษที่ระบายออกด้วยสารเคมี (Exhaust Emission Control by Catalyst Converter) ก็เป็นวิธีที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดวิธีหนึ่ง โดยการใช้สารเคมีเป็นการกำจัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และออกไซด์ของไนโตรเจน (พร้อมกันหรือตัวใดตัวหนึ่ง) ที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้ การเลือกใช้ Catalyst ที่เหมาะสม จะทำให้ปฏิกิริยากำจัดก๊าซทั้ง 3 ชนิดเกิดในขณะเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น ใน Catalyst แบบ Three-way Catalyst

การควบคุมมลพิษจากรถเบนซิน จะนำเทคโนโลยีหลายประเภทมาใช้ร่วมกัน เช่น การติดตั้งระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ (EFI) และการติดตั้ง Three-way Catalytic converter เป็นต้น เพื่อช่วยทั้งควบคุมการเผาไหม้ และการกำจัดสารมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เพื่อลดปริมาณมลพิษที่ระบายออกจากท่อไอเสีย

(2) เครื่องยนต์ดีเซล สารมลพิษที่สำคัญของเครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่ ฝุ่นละออง ก๊าซไฮโดรคาร์บอน และเมื่อเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ก็จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ร่วมด้วย ซึ่งเทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลแตกต่างกับเครื่องยนต์เบนซิน เนื่องจากการศึกษาส่วนใหญ่ พบว่า การควบคุมที่ระบบไอเสียมักจะไม่ค่อยได้ผล ดังนั้นการปรับปรุงที่เครื่องยนต์จึงเป็นสิ่งที่ได้ผลมากกว่า เช่นการปรับปรุงปั๊มหัวฉีด ลักษณะหัวฉีด และรูปร่างของห้องเผาไหม้ แต่วิธีการโดยทั่วไปที่จะลดมลพิษชนิดหนึ่งก็มักจะไปเพิ่มมลพิษอีกชนิดหนึ่ง เช่น การลดควันดำโดยการลดเชื้อเพลิงก็จะลดกำลังของเครื่องยนต์ หรือการลดโดยการตั้งเวลาการฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้ให้ช้าลง จะทำให้มีไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้น เป็นต้น จึงต้องคำนึงถึงเทคนิควิธีการและขั้นตอนตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งเทคนิคที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

2.1) การปรับปรุงการฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องเผาไหม้

(1) การตั้งเวลาให้ฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปในห้องสันดาปได้ช้าลง (Injection Timing Retardation) ซึ่งวิธีนี้อาจทำให้รถกินน้ำมันมากขึ้น กำลังเครื่องยนต์ตกหรือเดินไม่เรียบ อาจช่วยลดกลุ่มออกไซด์ของไนโตรเจนแต่มีไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์ เพิ่มขึ้น

(2) การป้อนเชื้อเพลิงเข้าในห้องสันดาปอย่างรวดเร็ว (High fuel injection rate) การเพิ่มความดันเพื่อฉีดเชื้อเพลิงให้เร็วขึ้น สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ และลดมลพิษเช่น ควันดำ แต่การเพิ่มความดันปั๊มหัวฉีดก็อาจมีปัญหาตามมา คืออายุการทำงานของระบบจ่ายเชื้อเพลิงและตัวปั๊มหัวฉีดจะสั้นลง ทำให้เครื่องยนต์สั่นได้ในขณะเดินเบา

(3) การปรับปรุงหัวฉีด (Improvement of injection nozzles)

2.2) การปรับปรุงห้องเผาไหม้ เช่น ห้องเผาไหม้แบบมีห้องเผาไหม้แบบล่วงหน้าก่อนห้องเผาไหม้หลัก หรือ ห้องเผาไหม้แบบหมุนวน

2.3) การปรับปรุงระบบไอดี ตัวอย่างเช่น

(1) การจัดให้อากาศไหลได้เหมาะสมและสะดวก การดูแลระบบกรองและทิศทางตำแหน่งการป้อนอากาศเข้าห้องเผาไหม้ ซึ่งจะทำให้อัตราส่วนน้ำมันต่ออากาศเป็นไปตามการออกแบบของเครื่องยนต์ทำให้การเผาไหม้ดี นอกจากนี้ เครื่องยนต์ที่ออกแบบ ให้ทางเข้าของอากาศหมุนเวียนเพื่อให้การกระจายเชื้อเพลิงเป็นไปได้ดีก็จะทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น เช่นในเครื่องยนต์ที่มีระบบ Swirl chamber

(2) การใช้ turbocharging การติดตั้งพัดลมอัดอากาศเข้าไปในห้องไอดี แทนที่จะใช้ระบบสุญญากาศในจังหวะดูดไอดีก็จะทำให้อากาศมีโอกาสเข้าไปในห้องสันดาปได้ดีขึ้นก็จะทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น

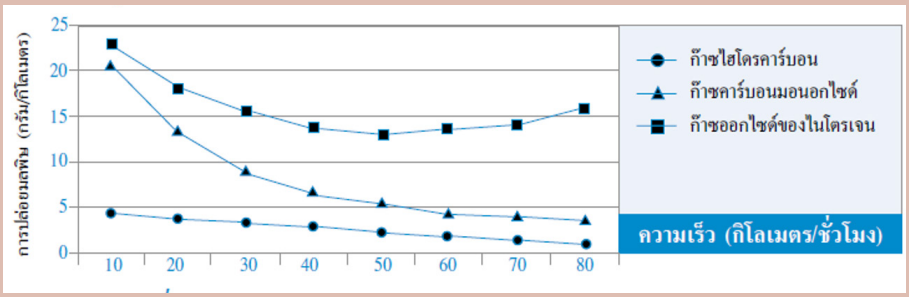
2.4) การใช้อุปกรณ์ควบคุมไอเสีย เช่น อุปกรณ์กรองฝุ่น (Diesel Particulate Filter, DPF) การกำจัดสารมลพิษโดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมี (Catalytic converter)

ปัจจุบันกฎหมายควบคุมมลพิษจากรถยนต์ในต่างประเทศและประเทศไทยมีความเข้มงวดมากขึ้น บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงต้องเร่งพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องยนต์ การควบคุมมลพิษจากเครื่องยนต์ดีเซลมักจะใช้ระบบหัวฉีดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (EFI) แบบระบบรางร่วม (Common Rail System) เป็นหลัก หลักการทำงานพื้นฐานของเครื่องยนต์ระบบรางร่วมเหมือนกันกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ แต่แตกต่างกันที่วิธีการควบคุมจังหวะและปริมาตรการฉีดเชื้อเพลิง โดยเครื่องยนต์ระบบรางร่วมใช้ความดันของเชื้อเพลิงสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลธรรมดา ทำให้มีความดันสูงสะสมอยู่ในรางร่วม ระบบหัวฉีดไฟฟ้าฉีดเชื้อเพลิงตามการควบคุมของหน่วยควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ จะช่วยให้การเผาไหม้เชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพ คือมลพิษลดลง นอกจากนี้ การออกแบบส่วนของเครื่องยนต์ เพื่อช่วยในการเผาไหม้ ลดเขม่าควัน และการติดตั้งระบบหรืออุปกรณ์ควบคุมมลพิษ (Emission Control) เช่น อุปกรณ์กรองฝุ่น (Diesel Particulate Filter, DPF) หรือ ระบบหมุนเวียนไอเสีย (Exhaust Gas Recirculation) ก็มีการติดตั้งและใช้งานกันอย่างแพร่หลายเช่นกัน

1.1.4 สภาพการจราจรขนส่ง และสภาพการขับขี่

ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์จะมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงและมีการระบายสารมลพิษอากาศจากไอเสียซึ่งขึ้นกับสภาพการขับขี่และความเร็วในการขับขี่ขณะนั้น ส่วนสภาพการขับขี่ก็ขึ้นกับสภาพความคล่องตัวของการจราจร การขับรถในเขตเมืองซึ่งมีรถจำนวนมาก มีการจราจรติดขัด ทำให้รถมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่สม่ำเสมอ มีช่วงสตาร์ทเครื่องยนต์ จอดอยู่กับที่ เร่งเครื่องและหยุด (Start and Stop) ความเร็วของรถที่แตกต่างกันมีผลต่อการระบายมลพิษที่ต่างกัน

การศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วรถกับการระบายมลพิษ พบว่า ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจะสูงในช่วงสตาร์ทรถและเร่งความเร็ว และเริ่มลดลงที่ความเร็วต่ำ เช่น 50-60 กิโลเมตร/ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วสูงขึ้น ส่วนการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนจะต่ำสุดที่ความเร็วประมาณ 70-80 กิโลเมตร/ชั่วโมงหรือช่วงที่รถวิ่งด้วยความเร็วคงที่ (รูปที่ 1.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรถกับการระบายมลพิษทางอากาศ) นอกจากนี้ ช่วงเดินเบาซึ่งเป็นช่วงที่รถยนต์ไม่เคลื่อนที่แต่มีการติดเครื่องยนต์ แม้ว่าอาจไม่มีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง แต่ก็จะมีการระบายมลพิษสูงเพราะเป็นช่วงที่ปฏิกิริยาการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

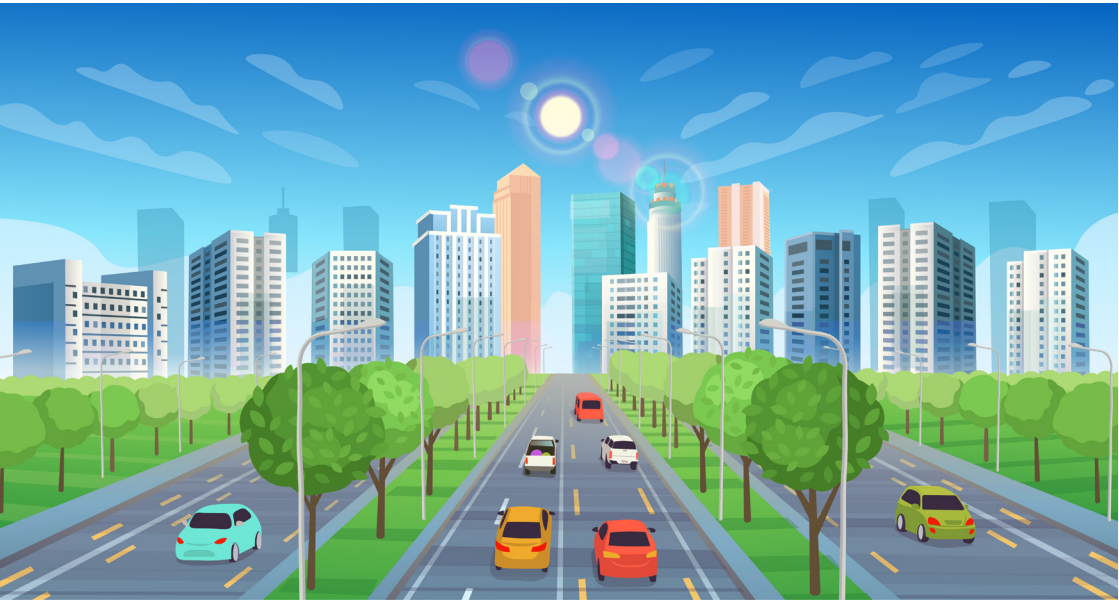


รูปที่ 1. 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง) กับ การระบายมลพิษอากาศ
(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

1.1.5 พฤติกรรมการขับขี่

พฤติกรรมการขับขี่ที่ดี ควรประกอบด้วยการขับขี่อย่างปลอดภัย ลดมลพิษและประหยัดเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนน เป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ ในการขับขี่ ผู้ขับขี่ต้องเตรียมความพร้อมทั้งตัวผู้ขับขี่ ยานพาหนะ และเส้นทาง ซึ่งวิธีการขับขี่เพื่อลดมลพิษและประหยัดเชื้อเพลิงมีได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น

1) ไม่ควรเร่งเครื่องยนต์ขณะออกรถ หรือ ออกรถกระชาก
2) ไม่ควรติดเครื่องขณะจอดรถคอย
3) ขับรถที่ความเร็วที่เหมาะสม เพื่อประหยัดการใช้เชื้อเพลิงและลดมลพิษ
4) หลีกเลี่ยงการเร่งเครื่องอย่างรุนแรงหรือเร็วเกินไป หรือตอนเกียร์ว่าง
5) บำรุงรักษาเครื่องยนต์อย่างสม่ำเสมอ เช่น ตรวจสอบความดันลมยาง การตั้งศูนย์ล้อตามกำหนด
6) หลีกเลี่ยงการติดตั้งอุปกรณ์เสริมหรือตกแต่งรถยนต์
7) เลือกใช้น้ำมันเชื้อเพลิงคุณภาพดี เช่น น้ำมันดีเซลกำมะถันต่ำ



1.2 แนวทางและมาตรการการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง

1.2.1 แนวทางและมาตรการโดยทั่วไป

มลพิษอากาศจากภาคจราจรขนส่ง มีแหล่งที่มาจากหลายส่วน ทั้งจากตัวยานพาหนะและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ทำให้การป้องกันและแก้ไขปัญหาต้องดำเนินการแบบบูรณาการโดยมีส่วนร่วมทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน นักวิชาการและประชาชนทั่วไป

แหล่งกำเนิดจากการจราจรขนส่ง เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญเมื่อพิจารณาจากรายงานสถิติจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในแต่ละปีของกรมการขนส่งทางบก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หรือเมื่อพิจารณาสถิติการใช้พลังงานในภาคการขนส่ง ก็มีสัดส่วนที่มากกว่าภาคเศรษฐกิจอื่น โดยเฉพาะ ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ

คณะรัฐมนตรี มีมติให้การแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง เป็นวาระแห่งชาติ เมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2562 และ มีมติเห็นชอบแผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ “การแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง” เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2562 โดยมาตรการที่สำคัญ ประกอบด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ การป้องกันและลดการเกิดปัญหามลพิษที่ต้นทาง (แหล่งกำเนิด) และการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการมลพิษ ซึ่งหลายมาตรการเป็นการดำเนินการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง

แนวทางการดำเนินการหรือมาตรการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง สามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม สรุปดังนี้

1) การควบคุมที่แหล่งกำเนิดมลพิษ ได้แก่ การควบคุมที่ตัวยานพาหนะแต่ละประเภท และการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงที่ใช้กับยานพาหนะ

(1) การกำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษอากาศจากยานพาหนะใหม่ เป็นการควบคุมตั้งแต่การผลิตยานพาหนะใหม่จากโรงงาน เป็นมาตรฐานบังคับ โดยปัจจุบันมีการพิจารณากำหนดให้เกณฑ์การระบายมลพิษเข้มงวดขึ้น สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์และครอบคลุมการใช้เชื้อเพลิงที่มีหลากหลายประเภทมากขึ้น

(2) การกำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษอากาศจากยานพาหนะขณะใช้งาน เป็นการควบคุมการระบายมลพิษจากยานพาหนะที่ใช้งานในท้องถนนหรือทางสาธารณะทั่วไป

(3) การตรวจสอบสภาพยานพาหนะและการบำรุงรักษาสภาพเครื่องยนต์ โดยกำหนดให้มีระบบการตรวจสภาพยานพาหนะใช้งานประจำปีด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยก่อนการเสียภาษี และการต่อทะเบียนรถ

(4) ใช้ลักษณะการขับขี่ที่ปลอดภัยและลดการระบายมลพิษ โดยการเสริมสร้างและเผยแพร่องค์ความรู้ด้านการขับขี่อย่างปลอดภัย ลดมลพิษและประหยัดเชื้อเพลิง เพื่อให้ผู้ขับขี่มีพฤติกรรมการขับขี่ที่เหมาะสม ช่วยลดมลพิษและประหยัดพลังงาน

(5) การตรวจจับยานพาหนะใช้งานที่มีการระบายไอเสียไม่ได้ตามมาตรฐาน เป็นการตั้งด่านตรวจจับรถที่มีการระบายมลพิษเกินมาตรฐานฯ โดยส่วนใหญ่เป็นการตรวจจับเรื่องควันดำและระดับเสียง บนเส้นทางสาธารณะ

(6) การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับเทคโนโลยียานยนต์ โดยการปรับลดองค์ประกอบในน้ำมันเชื้อเพลิง ทั้งน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล เช่น การปรับลดกำมะถัน และ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (ได้แก่ สารกลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และสารเบนซีน เป็นต้น)

2) การจัดการสภาพการจราจรและการคมนาคมขนส่ง

(1) การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะให้มีประสิทธิภาพและครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล พื้นที่เมืองและชุมชนขนาดใหญ่ รวมทั้ง การพัฒนาเชื่อมโยงเครือข่ายระบบขนส่ง

(2) การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ เช่น การพัฒนาระบบรางในประเทศ

(3) การจัดการจราจรให้มีสภาพคล่องตัวขึ้น ตัวอย่างเช่น (ก) มาตรการลดการติดขัดและเพิ่มความคล่องตัวของการจราจร เช่น การไม่ให้มีรถจอดริมถนน การคืนพื้นที่ผิวจราจรจากกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวจราจร การกำหนดให้เลี้ยวซ้ายผ่านตลอด เป็นต้น (ข) มาตรการลดจำนวนรถสัญจร เช่น การสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ การเดินทางโดยไม่ใช้รถยนต์ การจำกัดจำนวนและประเภทรถ และกำหนดเวลาเข้าพื้นที่เมืองชั้นใน และ (ค) มาตรการลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในเส้นทางสาธารณะ เช่น การกำหนดช่องทางวิ่งพิเศษสำหรับรถที่มีคนนั่งมากกว่า 2 คน การใช้รถร่วมกันไปในเส้นทางเดียวกัน เป็นต้น

3) มาตรการส่งเสริมและสนับสนุน

(1) การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ เช่น การบำรุงรักษาเครื่องยนต์อย่างสม่ำเสมอของเจ้าของหรือผู้ขับขี่ยานพาหนะ การเผยแพร่ข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ที่ช่วยประหยัดพลังงานและลดมลพิษ

(2) การทำความสะอาดถนนและทางสาธารณะเป็นประจำ เพื่อช่วยลดปริมาณฝุ่นบนท้องถนน

(3) มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ และ มาตรการทางสังคม เช่น มาตรการด้านภาษีสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้า

(4) การส่งเสริมการพัฒนาและการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก

(5) การพัฒนายานพาหนะที่ใช้พลังงานอื่น (ไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิล) เช่น รถยนต์ไฟฟ้า รถสามล้อไฟฟ้า รถพลังงานแสงอาทิตย์ เรือไฟฟ้า

มาตรการที่สำคัญบางมาตรการ รายละเอียดดังในหัวข้อต่อไป

1.2.2 มาตรฐานมลพิษอากาศจากยานพาหนะ

การกำหนดมาตรฐานมลพิษอากาศจากยานพาหนะ สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ มาตรฐานยานพาหนะใหม่ หมายถึงยานพาหนะขณะผลิตออกมาจากโรงงาน และ มาตรฐานยานพาหนะใช้งาน หมายถึงยานพาหนะที่วิ่งใช้งานบนท้องถนนและเส้นทางสาธารณะต่าง ๆ

1) มาตรฐานยานพาหนะใหม่

การกำหนดมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมของยานพาหนะใหม่ ดำเนินการโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) และมีการอ้างอิงข้อกำหนดสากล โดยเฉพาะข้อกำหนดของคณะกรรมาธิการเศรษฐกิจแห่งสหประชาชาติในยุโรป (United Nations Economic Commission for Europe – UNECE) ตัวอย่างเช่น มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม อาศัยหลักการจากข้อกำหนดทางเทคนิคอ้างอิงจาก UNECE Regulation No 83 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UNECE) – Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants according to engine fuel requirement ซึ่งเป็นการทดสอบมาตรฐานมลพิษของรถยนต์สำหรับรถยนต์นั่ง รถยนต์บรรทุก และรถยนต์นั่งที่ดัดแปลงมาจากรถยนต์บรรทุก ซึ่งได้มีการพัฒนาและปรับปรุงข้อกำหนดมาตรฐานมลพิษให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง มาตรฐานฯ กลุ่มนี้ ถูกเรียกรวมว่ามาตรฐาน EURO ที่ระดับต่าง ๆ โดยประเทศไทยนั้น สมอ. ได้กำหนดให้รถยนต์ทุกคันจะต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานมลพิษตาม มอก. (มาตรฐานบังคับ) ซึ่งเทียบได้กับมาตรฐาน Euro 4 ของ UNECE และอยู่ระหว่างการพิจารณาให้เข้มงวดขึ้นในระดับต่อไป (ข้อมูล กุมภาพันธ์ 2565)

สมอ. ได้มีการทดสอบอัตราการใช้น้ำมัน โดยการเก็บตัวอย่างการปล่อยไอเสียจากรถยนต์ทดสอบ เพื่อนำปริมาณการปล่อยไอเสียจากรถยนต์ และความหนาแน่นของเชื้อเพลิงทดสอบ (Reference Fuel) มาใช้คำนวณหาอัตราการใช้เชื้อเพลิงด้วย

ปัจจุบัน สมอ. ได้กำหนดมาตรฐานหลายฉบับเพื่อบังคับใช้กับยานยนต์ โดยออกเป็นพระราชกฤษฎีกากำหนดให้ผลิตภัณฑ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน (มาตรฐานบังคับ) มีการทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบยานพาหนะที่มีระบบควบคุมการตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน ตัวอย่างเช่น

(1) มอก. 341-2543 ท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ วันที่มีผลใช้บังคับ: 25 ส.ค. 2544

(2) มอก. 2315-2551 รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 4 วันที่มีผลใช้บังคับ: 1 มี.ค. 2552

(3) มอก. 2320-2552 รถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 1 วันที่มีผลใช้บังคับ: 15 ก.ย. 2554

(4) มอก. 2540-2554 รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟ เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 8 วันที่มีผลใช้บังคับ: 8 ธ.ค. 2555

(5) มอก. 2550-2554 รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 7 วันที่มีผลใช้บังคับ: 13 พ.ย. 2555

(6) มอก. 2555-2554 รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง เฉพาะด้านความปลอดภัย: สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 1 วันที่มีผลใช้บังคับ: 20 ม.ค. 2557

(7) มอก. 2915-2561 รถจักรยานยนต์เฉพาะด้านความปลอดภัย-สารมลพิษจากเครื่องยนต์ ระดับที่ 7 วันที่มีผลใช้บังคับ: 29 มี.ค. 2563

จะเห็นได้ว่า สมอ. แบ่งยานยนต์ตามเทคโนโลยีของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิงที่ใช้ โดยแบ่งเป็นกลุ่มของรถยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟ และ แบบจุดระเบิดด้วยการอัด โดยรถยนต์ขนาดใหญ่มีการกำหนดทั้งรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด และรถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยประกายไฟที่ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง ส่วนรถยนต์ขนาดเล็กก็มีการกำหนดในลักษณะเดียวกัน และมีการแบ่งให้

ครอบคลุมรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซเดี่ยว รถยนต์ไฮบริด และรถยนต์ไฮบริดไฟฟ้าด้วย เพื่อให้สอดคล้องกับเทคโนโลยียานยนต์ที่มีการพัฒนาและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ทั้งนี้ สารมลพิษหลักที่ทดสอบจะเป็นไปตามเทคโนโลยีเครื่องยนต์และลักษณะการเผาไหม้ โดยมีความแตกต่างกันตามขนาดรถยนต์และเชื้อเพลิง

สารมลพิษที่ทดสอบสำหรับรถยนต์ขนาดใหญ่ ได้แก่ สารมลพิษก๊าซ (ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (แสดงในรูปก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์) ก๊าซไฮโดรคาร์บอน และก๊าซมีเทนสำหรับก๊าซธรรมชาติ) สารมลพิษอนุภาค (Particulate pollutant) และควันดำ (Smoke)

สารมลพิษที่ทดสอบสำหรับรถยนต์ขนาดเล็ก ได้แก่ สารมลพิษก๊าซ (ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (แสดงในรูปก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน) โดยมีทั้งสารมลพิษไอเสีย (Tailpipe emission) และสารมลพิษไอระเหย (Evaporative emission)

สารมลพิษไอเสีย จะเป็นสารมลพิษก๊าซส่วนที่ระบายออกทางท่อไอเสีย ส่วนสารมลพิษไอระเหยจะเป็นไอระเหยของไฮโดรคาร์บอนที่สูญเสียจากระบบเชื้อเพลิงของรถยนต์นอกเหนือจากท่อไอเสีย โดยรวมถึงการสูญเสียในถังน้ำมัน (Tank breathing losses) และ การสูญเสียเมื่อจอดรถยนต์ขณะเครื่องร้อน (Hot soak losses)

รายละเอียดของมาตรฐานฯ สามารถสืบค้นเพิ่มเติมได้จาก Website ของ สมอ. (https://www.tisi.go.th/website/standardlist/list_measures)

มาตรฐานไอเสียรถยนต์ที่เรียกกันว่า มาตรฐาน EURO มีที่มาจากการริเริ่มของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป พบว่า ปัญหามลพิษอากาศที่เพิ่มขึ้นทุกปี มีสาเหตุหลักมาจากรถยนต์รวมถึงยานพาหนะรูปแบบต่าง ๆ ที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์สันดาปภายใน ดังนั้น แต่ละประเทศจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมค่าการระบายมลพิษของยานยนต์ที่ออกมาจากโรงงานสำหรับขายในภูมิภาคยุโรป โดยมีการควบคุมอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ยานพาหนะที่ผลิตจำหน่ายออกมาปลดปล่อยไอเสียได้ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งผลจากการกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ก่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเทคโนโลยียานพาหนะ เพื่อให้สามารถควบคุมการปลดปล่อยมลพิษให้ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน และในด้านน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งได้แก่ น้ำมันเบนซินและดีเซล ก็ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เพื่อลดองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดมลพิษให้น้อยลงเช่นกัน

การกำหนดมาตรฐานไอเสีย European Emission Standards เป็นการกำหนดภายใต้ UNECE ซึ่งมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1992 (พ.ศ. 2535) โดยเริ่มจากมาตรฐานไอเสีย EURO 1 สำหรับยานพาหนะ ควบคู่กับมาตรฐานของเชื้อเพลิง มีการพัฒนามาเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง และมีเกณฑ์ที่เข้มงวดมากขึ้น จนถึง EURO 6 ในปี ค.ศ. 2014 (พ.ศ.2557) และยังมีการศึกษาและคาดว่าจะมีการกำหนดเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อให้เป็นไปตามเทคโนโลยียานยนต์ ตารางที่ 1.3 แสดงมาตรฐานไอเสียสำหรับเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล เปรียบเทียบตาม Euro emission standards และ ตารางที่ 1.4 แสดงมาตรฐานไอเสียสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ตาม Euro emission standards

ตารางที่ 1. 3

มาตรฐานไอเสียสำหรับเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซลเปรียบเทียบตาม Euro emission standards

มลพิษที่ควบคุม	มาตรฐานไอเสีย (Euro emission standards) สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน						มาตรฐานไอเสีย (Euro emission standards) สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล					
	ค่ามลพิษที่ควบคุม (กรัม/กิโลเมตร)						ค่ามลพิษที่ควบคุม (กรัม/กิโลเมตร)					
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
CO	2.72	2.2	2.3	1.0	1.0	1.0	6.9	1.5	0.95	0.74	0.74	0.74
HC + NO_x	0.97	0.5	-	-	-	-	1.7	1.2	0.86	0.46	0.35	0.215
NO_x	-	-	0.2	0.08	0.06	0.06	-	-	0.78	0.39	0.28	0.125
HC	-	-	0.15	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
PM	-	-	-	-	0.0045	0.0045	0.25	0.17	0.1	0.06	0.0045	0.0045
PM (#/km)	-	-	-	-	-	$6x10^{11}$	-	-	-		$6x10^{11}$	$6x10^{11}$

ตารางที่ 1. 4

มาตรฐานไอเสียสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ตาม Euro emission standards

มลพิษที่ควบคุม	มาตรฐานไอเสีย (Euro emission standards) สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่									
	ค่ามลพิษที่ควบคุม (กรัม/กิโลวัตต์ชั่วโมง, g/kWh)									
	Euro 1	Euro 2	Euro 3		Euro 4		Euro 5		Euro 6	
	13 mode	13 mode	ESC	ETC	ESC	ETC	ESC	ETC	WHSC	WHTCC
CO	4.5	4.0	2.1	5.45	1.5	4.0	1.5	4.0	1.5	4.0
NOx	8.0	7.0	5.0	5.0	3.5	3.5	2.0	2.0	0.4	0.46
HC	1.1	1.1	0.66	0.78	0.46	0.55	0.46	0.55	0.13	0.16
PM	0.612[1] 0.36[2]	0.15	0.10 0.13[3]	0.16 0.21[3]	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01

หมายเหตุ: Commercial vehicle (Truck) **ที่มา**: JASIC

[1] Engine power ≤ 85 kW [2] Engine power > 85 kW

[3] If the engine is having a swept volume of less than 0.75 dm^3 per cylinder and a rated power speed of more than 300/min

2) มาตรฐานยานพาหนะใช้งาน

การกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับยานพาหนะใช้งาน เป็นการกำหนดเพื่อควบคุมปริมาณการระบายมลพิษระหว่างการใช้งาน โดยค่ามาตรฐานนี้จะนำไปใช้สำหรับการตรวจจับและการตรวจสภาพประจำปีก่อนการต่อทะเบียนรถยนต์ ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานจึงต้องพิจารณาถึงวิธีตรวจวัดในทางปฏิบัติด้วย เพื่อให้หน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องสามารถตรวจวัดได้อย่างถูกต้องเป็นมาตรฐานเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ ผู้ตรวจการขนส่ง พนักงานเจ้าหน้าที่ หรือพนักงานของสถานตรวจสภาพรถเอกชน (ตรอ.)

ปัจจุบัน กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีการปรับปรุงมาตรฐานควันดำ เพื่อให้มีความเข้มงวดขึ้นในการควบคุมมลพิษฝุ่นละออง และได้มีการพิจารณายกเลิกการตรวจวัดควันดำด้วยระบบกระดาษกรอง และใช้ระบบความทึบแสงเพียงระบบเดียว โดยได้มีการเตรียมความพร้อมของเจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้องมาโดยลำดับ (ตารางที่ 1.5)

นอกจากนี้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มีการกำหนดมาตรฐานมลพิษอากาศจากรถใช้งาน (ตารางที่ 1.6) และมีการปรับปรุงให้ครอบคลุมรถไฮบริด (ตารางที่ 1.7) โดยคาดว่ามาตรฐานฯ ที่ปรับปรุงนี้จะประกาศใช้ได้ในปี พ.ศ. 2565

ตารางที่ 1. 5

มาตรฐานควันดำสำหรับรถยนต์และรถโดยสารที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด

วิธีการตรวจวัด	เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด	ค่ามาตรฐานควันดำ หน่วยเป็น %
รถยนต์ [1]		
แบบไม่มีภาระ	ระบบกระดาษกรอง	40
	ระบบวัดความทึบแสง	30
รถโดยสาร [2]		
แบบไม่มีภาระ	ระบบกระดาษกรอง	50
	ระบบวัดความทึบแสง	45
แบบมีภาระ	ระบบกระดาษกรอง	40
	ระบบวัดความทึบแสง	35

ที่มา:

(1) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าควันดำของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด พ.ศ. 2564 ลงวันที่ 31 สิงหาคม 2564 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 138 ตอนพิเศษ 251 ง วันที่ 15 ตุลาคม 2564) (มีผลบังคับใช้ เมื่อพ้นกำหนด 180 วัน นับตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป คือ วันที่ 13 เมษายน 2565) และ ไม่มีการกำหนดการทดสอบขณะเครื่องยนต์มีภาระ รวมทั้ง กำหนดว่า ระบบกระดาษกรอง ให้ใช้ได้จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2567

(2) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าควันดำของรถโดยสารที่ใช้เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด ลงวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2563 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 137 ตอนพิเศษ 179 ง วันที่ 5 สิงหาคม 2563) และ กำหนดว่า ระบบกระดาษกรอง ให้ใช้ได้จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2567

ตารางที่ 1.6

มาตรฐานมลพิษอากาศจากรถใช้งาน

ประเภทยานพาหนะ	ปีที่จดทะเบียน	มลพิษ		วิธีการตรวจวัด
		ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) (ร้อยละ, %)	ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) (ppm)	
รถยนต์นั่งลักษณะเก๋งไม่เกิน 7 ที่นั่ง ที่ใช้ในทาง ไม่ว่าจะจดทะเบียนเป็นประเภทใด	ก่อนวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536	4.5	600	ขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา ใช้เครื่องมือวัดระบบ Non-dispersive infrared, NDIR)
	ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2549	1.5	200	
รถยนต์ประเภทอื่นนอกจากรถยนต์นั่งลักษณะเก๋งไม่เกิน 7 ที่นั่ง ไม่ว่าจะจดทะเบียนเป็นประเภทใด	ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550	4.5	600	
รถยนต์ทุกประเภทไม่ว่าจะจดทะเบียนเป็นประเภทใด	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550	0.5	100	
รถจักรยานยนต์	ก่อน 1 กรกฎาคม 2549	4.5	10,000	
	ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2549 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2552	3.5	2,000	
	ตั้งแต่ 1 มกราคม 2553	2.5	1,000	

ที่มา : (1) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายในที่มีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟและใช้น้ำมันปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิง ลงวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 286 ง วันที่ 22 พฤศจิกายน 2560)

(2) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายในที่มีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟและใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ลงวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 286 ง วันที่ 22 พฤศจิกายน 2560)

(3) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ ลงวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2564 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 138 ตอนพิเศษ 231 ง วันที่ 27 กันยายน 2564)

ตารางที่ 1.7

มาตรฐานมลพิษอากาศจากรถใช้งานที่ได้ปรับปรุงเพิ่มเติม
และอยู่ระหว่างการประกาศในราชกิจจานุเบกษา ในปี พ.ศ. 2565

ประเภทยานพาหนะ	ปีที่จดทะเบียน	มลพิษ		วิธีการตรวจวัด
		ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) (ร้อยละ, %)	ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) (ppm)	
รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายในที่มีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟและใช้น้ำมันปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิง รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายในที่มีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟและใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง				
รถยนต์สาธารณะหรือรถยนต์ส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 ที่นั่ง ที่ใช้ในทาง	ก่อนวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536	4.5	600	ขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา ใช้เครื่องมือวัดระบบ Non-dispersive infrared, NDIR)
	ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2536 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2549	1.5	200	
รถยนต์ประเภทอื่นนอกจากรถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง ไม่ว่าจะจดทะเบียนเป็นประเภทใด	ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550	4.5	600	
รถยนต์ทุกประเภทไม่ว่าจะจดทะเบียนเป็นประเภทใด	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2556	0.5	100	
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2557	0.3	100	เครื่องยนต์เดินเบาที่รอบต่ำ (Normal Idle)
		0.2	100	เครื่องยนต์เดินเบาที่รอบสูง (High Idle)
รถยนต์ไฮบริด				
รถยนต์สาธารณะและรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ใช้ในทาง	ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2557	0.5	100	
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2557	0.2	100	เครื่องยนต์เดินเบาที่รอบสูง (High Idle)

1.2.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

คุณภาพเชื้อเพลิงมีผลโดยตรงต่อสารมลพิษที่ระบายออกจากไอเสียรถยนต์ เนื่องจากการทำปฏิกิริยาขององค์ประกอบของเชื้อเพลิงกับอากาศจะมีการเปลี่ยนรูปและได้สารมลพิษอากาศออกมา เช่น สารกำมะถัน หรือ Sulfur (S) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งในเชื้อเพลิงฟอสซิล เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศระหว่างการเผาไหม้จะได้สารหลัก คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และมักจะมีสารประกอบอื่นในกลุ่มออกไซด์ของกำมะถันปนอยู่ด้วยขึ้นกับเงื่อนไขและองค์ประกอบอื่นของเชื้อเพลิงขณะเผาไหม้ กรณีนี้ ปริมาณนำเข้า (input) จะสัมพันธ์กับปริมาณที่ระบายออก (output) ดังนั้น หากต้องการควบคุมกำมะถันที่ระบายออกมากับไอเสีย ซึ่งอาจเกิดการรวมตัวเป็นอนุภาคฝุ่นหรือเขม่าควัน ก็สามารถทำได้โดยการควบคุมปริมาณของกำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อลดปริมาณการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์รวมไปถึงอนุภาคฝุ่นละอองได้ด้วย

กรณีของก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจะแตกต่างกัน เพราะ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิง และเป็นองค์ประกอบของอากาศด้วย ดังนั้น เมื่อเกิดปฏิกิริยาเผาไหม้ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน จึงเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในเชื้อเพลิง และ ไนโตรเจนในอากาศที่ถูกเผาไหม้ ทำให้การควบคุมก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน จำเป็นต้องควบคุมเงื่อนไขการเผาไหม้ ซึ่งมีเทคโนโลยีหลายอย่าง เช่น การออกแบบห้องเผาไหม้ให้มีการหมุนเวียนอากาศที่ดี การปรับอัตราส่วนของอากาศและเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ให้เหมาะสมโดยมีอากาศส่วนเกินไม่มากหรือน้อยเกินไป

กรณีของสารไฮโดรคาร์บอน เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี และมีการระบายออกมานั้น จะมีทั้งส่วนที่ถูกเผาไหม้ และ ไม่ถูกเผาไหม้ สารบางชนิดจะระบายออกมาโดยสัมพันธ์กับปริมาณหรือองค์ประกอบที่อยู่ในเชื้อเพลิง สารเหล่านี้จึงสามารถควบคุมได้จากการกำหนดเกณฑ์ค่าสูงสุดหรือต่ำสุดในองค์ประกอบตั้งต้น เช่น สารเบนซีน (Benzene) สาร 1,3 Butadiene และ สารกลุ่ม aromatic hydrocarbons เป็นต้น

การกำหนดลักษณะเฉพาะของน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย ดำเนินการโดยกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งจะกำหนดลักษณะเฉพาะด้านทั่วไป เช่น ความหนืด ความถ่วงจำเพาะ และลักษณะที่เกี่ยวกับสารมลพิษอากาศ การปรับปรุงและกำหนดคุณลักษณะของน้ำมันเชื้อเพลิงต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีรถยนต์ด้วย เนื่องจากสารที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเชื้อเพลิงหลายชนิดจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการทำงานของเครื่องยนต์และอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ

โดย “น้ำมันเชื้อเพลิง” หมายรวมถึง ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำมันแก๊สโซฮอล์ น้ำมันเบนซิน น้ำมันเบนซินพื้นฐาน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา เอทานอลแปลงสภาพ ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน ไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) และไบโอมีเทนสำหรับยานยนต์ โดยแต่ละประเภทก็จะมีประกาศกำหนดค่าควบคุมตามความเหมาะสม

ปัจจุบัน กรมธุรกิจพลังงาน กำหนดลักษณะและคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละประเภทไว้เป็นกลุ่ม ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล (แบ่งเป็นน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว และ น้ำมันดีเซลหมุนช้า) น้ำมันก๊าด และน้ำมันเตา เป็นต้น

น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) น้ำมันดีเซลหมุนเร็วธรรมดา คือ น้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่ผสมไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน ในสัดส่วนร้อยละ 10 โดยปริมาตร

(2) น้ำมันดีเซลหมุนเร็วบี 7 คือ น้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่ผสมไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน ในสัดส่วนร้อยละ 7 โดยปริมาตร

(3) น้ำมันดีเซลหมุนเร็วบี 20 คือ น้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่ผสมไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน ในสัดส่วนร้อยละ 20 โดยปริมาตร

กลุ่มของน้ำมันเบนซิน กรมธุรกิจพลังงานแบ่งการเรียกเป็นน้ำมันเบนซิน และน้ำมันเบนซินพื้นฐาน โดยภาครัฐมีแผนที่จะยกเลิกการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 และผลักดันน้ำมันเบนซิน E20 ให้เป็นน้ำมันเบนซินพื้นฐานของประเทศ เพื่อลดชนิดของน้ำมันในตลาดให้มีความเหมาะสมขึ้น แต่เนื่องจากสถานการณ์ด้านการผลิตและราคา จึงทำให้ต้องมีการทบทวนโดยเลื่อนระยะเวลาการประกาศให้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 (น้ำมันเบนซินที่ผสมเอทานอล 20% ในทุกลิตร) เป็นน้ำมันเบนซินพื้นฐานของประเทศ ออกไปก่อน จากกำหนดเดิมที่จะดำเนินการในเดือนกรกฎาคม 2564

น้ำมันแก๊สโซฮอล์ หมายถึง น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซินพื้นฐานกับเอทานอลแปลงสภาพ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

(1) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 10 คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซินพื้นฐาน กับ เอทานอลแปลงสภาพ ในสัดส่วน 90 ต่อ 10 โดยปริมาตร และแบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1.1) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 10 ออกเทน 91

(1.2) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 10 ออกเทน 95

(2) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 20 คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซินพื้นฐาน กับเอทานอลแปลงสภาพในสัดส่วน 80 ต่อ 20 โดยปริมาตร

(3) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ อี 85 คือ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้จากการผสมน้ำมันเบนซินพื้นฐานกับเอทานอลแปลงสภาพในสัดส่วน 15 ต่อ 85 โดยปริมาตร

สมอ. ได้มีการประกาศมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2205-2548 สำหรับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ซึ่งหมายถึงน้ำมันเบนซินที่มีส่วนผสมของเอทานอล โดยอ้างอิงประกาศกรมธุรกิจพลังงานที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้ กรมธุรกิจพลังงานยังได้มีการกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน เพื่อให้สามารถใช้ผลิตเป็นน้ำมันดีเซลหมุนเร็วได้ทุกประเภท และเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินการให้น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว บี 10 เป็นน้ำมันพื้นฐานของประเทศ เป็นการเร่งด่วนตามนโยบายรัฐบาล ซึ่งเป็นมาตรการในการเพิ่มสัดส่วนการใช้น้ำมันไบโอดีเซล (B100) ในภาคพลังงานให้เพิ่มขึ้น

ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันชนิดต่าง ๆ จะมีรายการของสารเคมีหรือสารมลพิษอากาศ รวมอยู่ด้วย โดยกำหนดเป็นอัตราสูงต่ำ คือ ไม่เกินค่าที่กำหนด ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบนซินพื้นฐานและน้ำมันแก๊สโซฮอล์จะกำหนดรายการของสารดังนี้ ตะกั่ว กำมะถัน ฟอสฟอรัส เบนซีน (Benzene) อะโรมาติก (Aromatics) โอเลฟิน (Olefins) ส่วน น้ำมันดีเซล จะกำหนด กำมะถัน โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbon) และไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (Methyl ester of fatty acids) เป็นต้น

น้ำมันเชื้อเพลิงอาจมีการกำหนดลักษณะและคุณภาพสิ่งที่จะควบคุมเหมือนกันแต่ค่าควบคุมหรือหน่วยที่ใช้อาจจะต่างกัน เช่น กำมะถัน มีข้อกำหนดในน้ำมันเบนซิน ไม่สูงกว่า ร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก (% by weight) ส่วนข้อกำหนดในน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2567 เป็นต้นไป กำหนดกำมะถันไว้ที่ อัตราไม่สูงกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) และน้ำมันดีเซลหมุนช้า กำหนดไว้ที่ อัตราไม่สูงกว่า ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก เป็นต้น ตารางที่ 1.8 และตารางที่ 1.9 แสดงตัวอย่างของข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพบางรายการของน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล ตามลำดับ

ตารางที่ 1. 8

ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพบางรายการของน้ำมันเบนซิน

เวลาบังคับใช้	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ
ก่อนวันที่ 1 มกราคม 2567	กำมะถัน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ไม่สูงกว่า 50
ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2567 เป็นต้นไป	กำมะถัน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	ไม่สูงกว่า 10

ที่มา: ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562 ลงวันที่ 17 ธันวาคม 2562. (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 314 ง ลงวันที่ 25 ธันวาคม 2562)

ตารางที่ 1. 9

ข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพบางรายการของน้ำมันดีเซล

ข้อกำหนด	เวลาบังคับใช้	อัตราสูงต่ำ	น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว			น้ำมันดีเซลหมุนช้า
			ธรรมดา	บี 7	บี 20	
กำมะถัน มิลลิกรัม/กิโลกรัม หรือ *(ร้อยละโดยน้ำหนัก)*	ก่อนวันที่ 1 มกราคม 2567	ไม่สูงกว่า	50	50	50	*1.5*
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2567 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	10	10	10	*1.5*
โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน(Polycyclic aromatic hydrocarbon) *(ร้อยละโดยน้ำหนัก)*	ก่อนวันที่ 1 มกราคม 2567	ไม่สูงกว่า	11	11	11	
	ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2567 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	8	8	8	
(*)ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (Methyl ester of fatty acids) *(ร้อยละโดยปริมาตรของกรดไขมัน)*		ไม่ต่ำกว่าและไม่สูงกว่า	5.0 10	5.0 7	5.0 20	
	ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ.2565 เป็นต้นไป	ไม่ต่ำกว่าและไม่สูงกว่า	9 10	6.6 7	19 20	

ที่มา: ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ. 2563 ลงวันที่ 28 พฤษภาคม 2563 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 137 ตอนพิเศษ 135 ง ลงวันที่ 9 มิถุนายน 2563)

(*) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 9) พ.ศ. 2565 ลงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2565 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 139 ตอนพิเศษ 26 ง ลงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2565)

1.3 มาตรการควบคุมมลพิษอากาศจากการจราจรขนส่งที่ดำเนินการในปัจจุบัน

การบริหารจัดการสภาพการจราจรขนส่ง เป็นการดำเนินการอื่นนอกเหนือจากการกำหนดมาตรฐานฯ และการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง เพื่อเป็นการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่งโดยเฉพาะปัญหามลพิษฝุ่นละออง กรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งประการหนึ่ง คือ การขนส่งที่ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมาตรการที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

1.3.1 การพัฒนาระบบขนส่งทางราง

การพัฒนาระบบขนส่งทางรางเพื่อเป็นระบบหลักของประเทศ ซึ่งภาครัฐมีนโยบายและแนวทางการพัฒนาด้านการคมนาคมขนส่งของประเทศโดยการผลักดันระบบรางเป็นระบบหลักของการเดินทางในอนาคต เนื่องจากระบบขนส่งทางรางเป็นระบบขนส่งที่มีความปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จะสนับสนุนการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของประชาชน และการขนส่งสินค้า ได้แก่ การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนด้วยระบบรางหรือรถไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การพัฒนารถไฟทางคู่ (Double track) และ การพัฒนารถไฟความเร็วสูง (High speed train) เป็นต้น

ในปี พ.ศ. 2564 กระทรวงคมนาคม ได้ดำเนินการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองการคาดการณ์ความต้องการเดินทางด้วยระบบราง และการพัฒนาโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (พื้นที่ต่อเนื่อง) ระยะที่ 2 หรือ M-MAP 2 โดยร่วมกับองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (JICA) เพื่อพัฒนาโครงข่ายรถไฟฟ้าให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีความต้องการเดินทางสูงแต่โครงข่ายยังเข้าไม่ถึง พร้อมนำแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (ปี 2553-2572) หรือแผนแม่บทฉบับที่ 1 มาพิจารณาทบทวน นอกจากนี้ กระทรวงคมนาคมยังมีแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะเมืองหลักในภูมิภาค โดยเน้นระบบราง ในจังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา อุดรธานี เชียงใหม่ พิษณุโลก ภูเก็ต และ สงขลา ซึ่งภายหลังจากมีผลการศึกษาแล้ว จังหวัดจะพิจารณาดำเนินการเอง หรือมอบให้การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) เข้าไปดำเนินการ ก็ขึ้นกับการพิจารณาของจังหวัดเพื่อดำเนินการตามความเหมาะสม

1.3.2 การจัดระบบการจราจรขนส่ง

การจัดระบบการจราจรขนส่ง เพื่อแก้ไขปัญหารถติด เพิ่มความคล่องตัวของสภาพการจราจร โดยมีมาตรการจัดการจราจรให้มีสภาพคล่องตัวขึ้นหลายมาตรการ ได้แก่

(ก) มาตรการลดการติดขัดของการจราจร เพิ่มความคล่องตัวของการจราจร เช่น การไม่ให้มีรถจอดริมถนน การคืนพื้นที่ผิวจราจรจากกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวจราจร การกำหนดให้เลี้ยวซ้ายผ่านตลอด เป็นต้น

(ข) มาตรการลดจำนวนรถสัญจรในเส้นทางสาธารณะ เช่น การสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ การเดินทางโดยไม่ใช้รถยนต์ การจำกัดจำนวนและประเภทรถ และกำหนดเวลาเข้าพื้นที่เมืองชั้นใน มีการจัดกิจกรรมให้บริการตรวจสภาพ มาตรการลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล เช่น การกำหนดช่องทางวิ่งพิเศษสำหรับรถที่มีคนนั่งมากกว่า 2 คน การใช้รถร่วมกันไปในเส้นทางเดียวกัน เป็นต้น

(ค) การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการจราจร ได้แก่ การใช้สัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติ การรายงานข้อมูลด้านการจราจรและขนส่งแบบทันกาล (realtime) บนป้ายและแอปพลิเคชัน ระบบรายงานอุบัติเหตุ ระบบการจัดการรถขนส่งสาธารณะ การบริหารจัดการรถสินค้า การให้ข้อมูลการเดินทางด้วยรถโดยสารสาธารณะ

1.3.3 การบำรุงรักษาเครื่องยนต์เชิงป้องกัน

การจัดให้มีระบบตรวจสภาพยานยนต์ก่อนเสียภาษีและการต่อทะเบียนประจำปี ซึ่งปัจจุบัน กำหนดให้รถประเภทต่าง ๆ ที่มีอายุการใช้งานตามกำหนด จะต้องนำรถไปตรวจสภาพด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย ประกอบการยื่นเสียภาษี โดยกรมการขนส่งทางบกได้จัดให้มีสถานตรวจสภาพรถเอกชน (ตรอ.) เพื่อรับดำเนินการตรวจสภาพและเชื่อมโยงข้อมูลมายังกรมการขนส่งทางบกได้ นอกจากนี้ ยังมีกิจกรรมรณรงค์ให้ความรู้แก่เจ้าของและผู้ขับขี่ยานพาหนะประเภทต่าง ๆ เพื่อการดูแลและบำรุงรักษารถ โครงการให้บริการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องหรือปรับแต่งเครื่องยนต์โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์

1.3.4 การสนับสนุนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะ

การสนับสนุนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะ ได้แก่ รถโดยสารไฟฟ้า เรือโดยสารไฟฟ้า และ รถสามล้อไฟฟ้า (รถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า) ซึ่งได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถขับเคลื่อนได้ในระยะทางการให้บริการที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ปัจจุบัน มีผู้ประกอบการเอกชนนำรถสามล้อไฟฟ้ามาใช้ในกิจการรับส่งผู้โดยสารระยะสั้น รวมทั้ง ยังมีการใช้รถตู้หรือรถสามล้อไฟฟ้า

สำหรับบริการรับส่งลูกค้าในพื้นที่โครงการต่าง ๆ เช่น หมู่บ้านจัดสรร ศูนย์การค้า โรงแรมและรีสอร์ท สนามกอล์ฟ และโรงพยาบาล เป็นต้น

1.3.5 การตรวจสอบตรวจจับรถใช้งานด้านการระบายมลพิษ

การตรวจสอบตรวจจับรถใช้งานด้านการระบายมลพิษ ได้แก่ การตั้งด่านตรวจจับควันดำจากยานพาหนะใช้งานบนเส้นทางสาธารณะต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่เป็นการตรวจวัดควันดำและ ระดับเสียง ซึ่งหากตรวจวัดได้เกินเกณฑ์มาตรฐานฯ ที่กำหนด เจ้าหน้าที่จะมีการดำเนินการ เช่น เปรียบเทียบปรับ ออกคำสั่งห้ามใช้โดยการติดเครื่องหมายห้ามใช้ เป็น สติ๊กเกอร์ ห้ามใช้ หรือ พ่นสีห้ามใช้ (ขึ้นกับประเภทรถ) ที่ กระจกหน้ารถ และต้องนำรถไปปรับปรุง เพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานฯ แล้วนำรถมาตรวจวัดควันดำซ้ำก่อนจะนำเครื่องหมายห้ามใช้ออกได้

1.3.6 การควบคุมคุณภาพรถยนต์ในทางสาธารณะ

การควบคุมคุณภาพรถยนต์ในทางสาธารณะ เช่น การจำกัดอายุการใช้งานของรถรับจ้างสาธารณะ การจัดการรถยนต์เก่าหรือการกำจัดซากรถเก่า

1.4 สถานการณ์และทิศทางการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

การจราจรขนส่งที่อาศัยยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้น เป็นส่วนที่ทำให้เกิดปัญหามลพิษอากาศ ทั้งฝุ่นละออง และ ก๊าซมลพิษหลายชนิด เทคโนโลยียานยนต์ได้มีการพัฒนามาโดยลำดับ ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการเผาไหม้ ระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์ควบคุมไอเสียรถยนต์ การปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงเพื่อลดมลพิษ การใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนเพื่อหลีกเลี่ยงหรือยกเลิกการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้ได้พลังงาน ซึ่งทิศทางการพัฒนาที่ได้รับความสนใจจากนานาประเทศ และมีความเป็นไปได้สูงในทางปฏิบัติ ได้แก่ การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า โดยเป็นการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ เช่น รถไฟฟ้า เรือไฟฟ้า ทั้งนี้ ก่อนจะมาถึงยุคปัจจุบันที่ความสนใจเรื่องยานยนต์ไฟฟ้าจะเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและการลดมลพิษนั้น ในยุคแรกของยานยนต์ไฟฟ้าที่เป็นที่รู้จักกันดี คือ รถรางไฟฟ้า ที่มีการใช้งานในระบบขนส่งมวลชนของหลายประเทศ รวมทั้ง ประเทศไทย ก็ได้มีการนำมาใช้ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 ในระบบรถรางไฟฟ้าขนส่งมวลชน และใช้เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า แต่ต่อมา ได้มีการยกเลิกไปเพราะได้เริ่มมีการนำรถยนต์เข้ามาใช้เพิ่มมากขึ้น

มีผู้กล่าวว่า การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า เป็นเทคโนโลยีแห่งความหวัง เพื่อมาทดแทนการใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในซึ่งมีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการเผาไหม้ให้เกิดพลังงานในการ

ขับเคลื่อนยานพาหนะ ซึ่งการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าได้มีการพัฒนาสำหรับเพื่อการใช้งานสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล และการพัฒนาสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ เช่น รถโดยสารไฟฟ้า เรือโดยสารไฟฟ้า รถสามล้อไฟฟ้า เป็นต้น

เมื่อกล่าวถึงยานยนต์ไฟฟ้า หรือรถไฟฟ้า (Electric Vehicle, EV) อาจมีได้หลายความหมายหรือหลายประเภท โดยทั่วไป รถพลังงานไฟฟ้า หรือ EV 100% จะหมายถึง นวัตกรรมที่ใช้เพียงพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว 100% ในการขับเคลื่อน จึงช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ทั้งค่าซ่อมบำรุงและค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่จะมีราคาน้อยกว่าพลังงานเชื้อเพลิง และที่สำคัญ ไม่มีการปล่อยไอเสียจึงไม่สร้างมลพิษและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ยานยนต์ไฟฟ้าหรือรถไฟฟ้า สามารถแบ่งตามเทคโนโลยีในปัจจุบัน (รูปที่ 1.10) ดังนี้

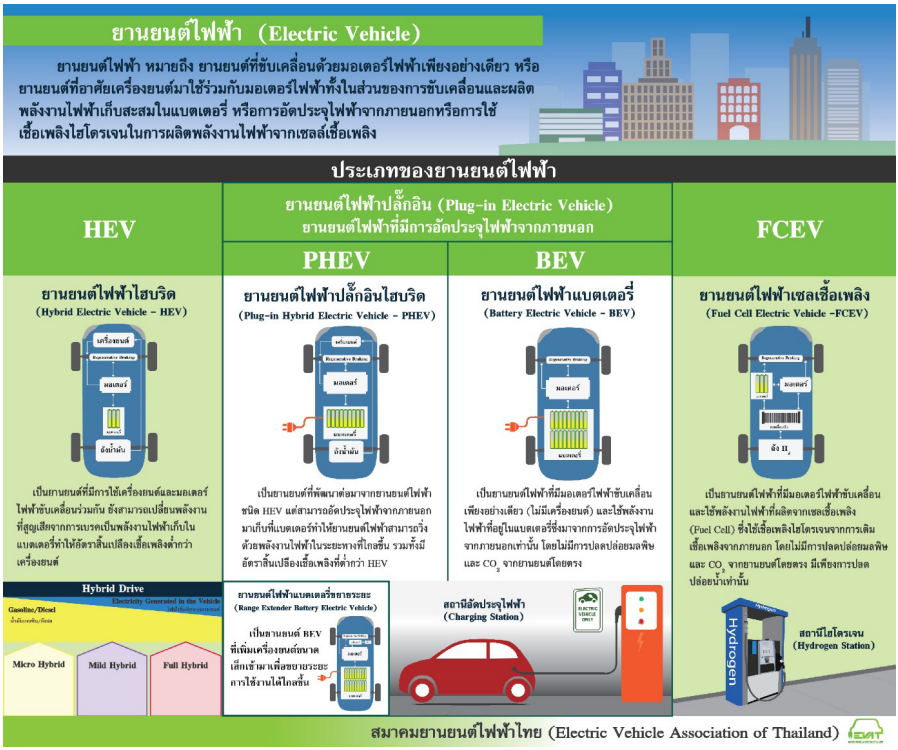
1) ยานยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle: HEV) เป็นยานยนต์ที่ใช้พลังงานผสมผสานระหว่างเชื้อเพลิงทั่วไป และพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ยานยนต์ประเภทนี้จะมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำกว่าแบบใช้เครื่องยนต์เพียงอย่างเดียว

2) ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊ก-อิน ไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV) ยานยนต์ประเภทนี้มีระบบน้ำมัน และไฟฟ้าเหมือนยานยนต์ไฮบริด แต่เพิ่มการเสียบปลั๊กชาร์จไฟหรือ Plug-in ทำให้เมื่อเสียบชาร์จแล้ว สามารถวิ่งไปได้ในระยะทางที่มากกว่า ซึ่งแบตเตอรี่ที่ใช้ก็สามารถชาร์จไฟเพิ่มเพื่อกักเก็บประจุตามต้องการได้

3) ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV) ขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ 100% จึงไม่มีการปล่อยมลพิษอากาศ แต่มีข้อจำกัดของระยะทางการวิ่ง โดยขึ้นกับขนาดของแบตเตอรี่และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ

4) ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle – FCEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนและใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ซึ่งใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนในการเติมเชื้อเพลิงจากภายนอก โดยไม่มีการปล่อยมลพิษ และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากรถยนต์โดยตรง มีเพียงการปลดปล่อยน้ำเท่านั้น

แนวโน้มของอุตสาหกรรมยานยนต์ทั่วโลก กำลังมุ่งมาทาง “ยานยนต์ไฟฟ้า” ที่นับวันยอดขายรถยนต์ใหม่ มาจากรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ยังเป็นตลาดที่เล็กกว่ารถเครื่องยนต์สันดาป หรือรถใช้พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งประเทศไทยเป็นฐานการผลิตรถยนต์ที่สำคัญในภูมิภาคเอเชีย หากได้มีการพัฒนาและได้รับการสนับสนุนในเชิงนโยบาย ก็น่าจะสามารถพัฒนาให้มีการใช้งานรถไฟฟ้าในรถใช้งานส่วนบุคคล และ รถสาธารณะอย่างมีประสิทธิภาพ ได้



รูปที่ 1. 10 ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศไทย โดยคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ได้ออกแนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ตามนโยบาย 30/30 คือการตั้งเป้าผลิตรถ ZEV (Zero Emission Vehicle) หรือรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ให้ได้อย่างน้อย 30% ของการผลิตยานยนต์ทั้งหมดในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ.2573

แนวทางระยะแรก เป็นการนำร่องส่งเสริมการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าและโครงสร้างพื้นฐานรองรับทั่วประเทศ ระยะที่ 2 (2566 – 2568) เป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์นั่งและรถกระบะ 225,000 คัน รถจักรยานยนต์ 360,000 คัน และรถบัส/รถบรรทุก 18,000 คัน ภายในปี 2568 รวมถึงการผลิตแบตเตอรี่ เพื่อตอบสนองการผลิตในประเทศ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดแรกและถือว่าเป็นเป้าหมายการผลิตในระดับ Economy of

Scale และ ระยะที่ 3 (ปี 2569 – 2573) เป็นการขับเคลื่อนแผนและมาตรการให้เกิดผลเป็นรูปธรรม เพื่อให้บรรลุตามนโยบาย 30/30 ซึ่งมีเป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์นั่งและรถกระบะทั้งสิ้น 725,000 คัน ประเภทรถจักรยานยนต์จะมีการผลิตทั้งสิ้น 675,000 คัน คิดเป็น 30% ของการผลิตในปี 2573 และรวมถึงการผลิตแบตเตอรี่เพื่อตอบสนองการผลิตในประเทศด้วย

ปัจจุบัน รถยนต์ไฟฟ้าที่มีวางจำหน่ายในประเทศไทย มีทั้งรถนำเข้าจากต่างประเทศ และมีรถที่เป็นการผลิตในประเทศไทย จากบริษัทรถยนต์ต่างประเทศ และ บริษัทคนไทย โดยกรมการขนส่งทางบก สนับสนุนการใช้รถไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยต้องเป็นรถที่จดทะเบียนถูกต้องเป็นไปตามประกาศข้อกำหนด หลักเกณฑ์ มาตรฐาน และใช้แผ่นป้ายทะเบียนตรงตามประเภทรถ สำหรับรถไฟฟ้าที่เป็นรถยนต์ (รถเก๋ง) ที่มีน้ำหนักรถน้อยกว่า 450 กิโลกรัม โดยไม่รวมน้ำหนักแบตเตอรี่ หรือรถกระบะขนาดเล็กที่มีน้ำหนักรถน้อยกว่า 600 กิโลกรัม โดยไม่รวมน้ำหนักแบตเตอรี่ ต้องมีกำลังพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้า (Rated Power) ไม่น้อยกว่า 4 กิโลวัตต์ และวิ่งได้ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับรถยนต์ รถตู้ รถยนต์กระบะบรรทุกทั่วไปที่มีน้ำหนักรถไม่รวมน้ำหนักแบตเตอรี่มากกว่าที่กล่าวมาข้างต้น ต้องมีกำลังฯ ไม่น้อยกว่า 15 กิโลวัตต์ และวิ่งได้ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ต้องมีกำลังฯ ไม่น้อยกว่า 0.25 กิโลวัตต์ หรือไม่น้อยกว่า 250 วัตต์ โดยต้องมีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตร/ชั่วโมง และสำหรับรถยนต์สามล้อรับจ้างและสามล้อส่วนบุคคลต้องมีกำลังฯ ไม่น้อยกว่า 4 กิโลวัตต์ และวิ่งได้ความเร็วไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ในส่วนของการพัฒนารถไฟฟ้าสำหรับระบบขนส่งสาธารณะ ความจริงแล้ว รถไฟฟ้าก็คือรถไฟธรรมดา เพียงแต่ต่างกันตรงที่ไม่มีเครื่องยนต์ต้นกำลัง (Prime Mover) เหมือนเครื่องจักรไอน้ำหรือเครื่องยนต์ดีเซลที่ติดตั้งอยู่บนตัวรถเหมือนรถไฟธรรมดา รถไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าซึ่งอยู่ห่างไกลและอาจใช้พลังงานรูปแบบอื่นในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น ใช้พลังน้ำ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินชีวภาพ และพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น ทำให้มีข้อได้เปรียบด้านทางเลือกของแหล่งพลังงานต้นกำเนิดซึ่งสามารถนำมาใช้ระบบขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รถไฟฟ้าใช้พลังงานจากโรงไฟฟ้า ดังนั้นการเดินรถไฟฟ้าเพื่อการขนส่งในระบบรางจึงต้องมีการสร้างสถานีจ่ายกระแสไฟฟ้าย่อย (Sub-Station) เพื่อลดแรงดันแล้วจึงจะถูกนำมาส่งเข้าระบบการป้อนกระแสไฟฟ้า (Feeding System) เพื่อนำไปขับเคลื่อนขบวนรถไฟ โดยระบบไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนขบวนรถไฟมีอยู่สองระบบคือ ระบบกระแสตรง (Direct Current: DC) และระบบ

กระแสสลับ (Alternating Current: AC) ส่วนระบบการป้อนกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ขับเคลื่อนรถไฟฟ้า มีสองระบบคือ ระบบการใช้รางที่สาม (Third Rail System) และระบบการใช้สายส่งเหนือราง (Overhead Wire System) ซึ่งระบบรางที่สามมีข้อดีในเรื่องของผลกระทบด้านมลพิษทางสายตาและทัศนียภาพ เพราะไม่มีโครงสร้างของระบบไฟฟ้ารกรุงรังอยู่เหนือรางรถไฟ แต่มีข้อจำกัดด้านความปลอดภัย ระบบนี้จึงมักใช้กับรถใต้ดินหรือระบบขนส่งมวลชนที่อยู่ในเมืองซึ่งไม่มีคนและสัตว์เลี้ยงเดินบนรางรถไฟและอาจได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้ ตรงกันข้ามกับระบบสายส่งเหนือราง กล่าวคือ จะมีโครงสร้างระบบสายส่งอยู่เหนือรางทำให้ไม่น่าดู จึงมักใช้กับการเดินรถไฟฟ้าทางไกลและขบวนรถวิ่งเร็วซึ่งต้องการติดตั้งระบบเดินรถไฟฟ้าที่ใช้แรงดันสูง ไม่สามารถใช้ระบบรางที่สามได้

ในปี พ.ศ. 2542 ประเทศไทยได้มีการเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสาธารณะเป็นครั้งแรกเพื่อรับส่งและให้บริการประชาชน โดยบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด หรือ บีทีเอส (BTS) และ ต่อมาในปี พ.ศ. 2547 ได้เปิดบริการรถไฟฟ้าใต้ดิน (Metropolitan Rapid Transit; MRT) โดยบริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ซึ่งระบบการเดินรถไฟฟ้าทั้งสองสายเป็นแบบกระแสไฟฟ้าตรง ใช้แรงดันไฟฟ้า 750 โวลต์ ป้อนกระแสไฟฟ้าจากรางที่สาม หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2553 รถไฟฟ้าเชื่อมต่อสนามบินสุวรรณภูมิ (Airport Rail Link) ได้ถือกำเนิดขึ้น โดยใช้กระแสไฟฟ้าสลับ แรงดัน 25,000 โวลต์ ป้อนกระแสไฟฟ้าด้วยระบบสายส่งเหนือราง

รถไฟฟ้าที่ให้บริการในปัจจุบัน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย รถไฟชานเมือง (Commuter rail) ได้แก่ Airport Rail Link และรถไฟในเมือง (Metro) ได้แก่ BTS และ MRT โดยรถไฟทั้ง 2 ประเภทนี้มีความแตกต่าง ทั้งในเรื่องระบบความเร็วและการให้บริการ ตัวอย่างเช่น ความเร็วของรถไฟฟ้าในเมือง จะใช้ความเร็วต่ำ ไม่เกิน 100 กม./ชม. และ เน้นให้บริการในเขตเมืองเพื่อลดเวลาการเดินทางและหลีกเลี่ยงปัญหาจราจร ส่วนรถไฟฟ้าชานเมือง จะใช้ความเร็วปานกลาง คือ 100 กม./ชม. ขึ้นไป และให้บริการขนส่งผู้คนจากเขตชานเมืองเข้าสู่ใจกลางเมือง ทั้งนี้ประเทศไทยได้มีการจัดตั้งการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ในปี พ.ศ. 2543 เพื่อดำเนินกิจการรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล รวมทั้งจังหวัดอื่นตามที่กำหนดโดยพระราชกฤษฎีกา หรือระหว่างจังหวัดดังกล่าว เช่น รถไฟฟ้าขานเมือง Airport Rail Link เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาและการเชื่อมโยงเครือข่ายรถไฟฟ้าคาดว่าจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และจังหวัดอื่นต่อไป

1.5 สรุปและข้อเสนอแนะ

มลพิษอากาศจากภาคการจราจรขนส่ง เป็นปัญหามลพิษที่สำคัญและเป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมกันในชุมชนเมืองทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ยานพาหนะที่มีการใช้เชื้อเพลิงทำให้มีการระบายสารมลพิษอากาศหลายชนิดจากปฏิกิริยาของเชื้อเพลิงกับอากาศ คุณสมบัติของเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยหนึ่งต่อชนิดและปริมาณสารมลพิษอากาศที่ระบายจากยานพาหนะ พฤติกรรมของผู้ขับขี่ และสภาพแวดล้อม มีผลต่อการขับขี่อย่างปลอดภัย ประหยัดพลังงานและลดมลพิษ การบริหารจัดการสภาพการจราจรขนส่ง เพื่อให้การจราจรคล่องตัว เป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยลดมลพิษ ดังนั้น ทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชน ผู้เป็นเจ้าของหรือผู้ขับขี่ยานพาหนะ จึงมีบทบาทเกี่ยวข้องในการควบคุมมลพิษอากาศทั้งสิ้น

มาตรการสำคัญที่ทุกภาคส่วนพยายามขับเคลื่อนการดำเนินการ ตามแผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ “การแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง” จะมีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานและมาตรการจากภาคการจราจรขนส่งข้างต้นหลายมาตรการ ได้แก่

มาตรการระยะเร่งด่วนหรือระยะสั้น

(1) การจัดหาน้ำมันดีเซลเกรดปกติที่มีกำมะถันไม่เกิน 10 ppm มาใช้ในกรุงเทพมหานครและปริมลฑล (โดยมีราคาเท่ากับราคาน้ำมันดีเซลปกติ)

(2) การให้ทำงานจากบ้านหรือสถานที่อื่น (Work from home)

(3) มาตรการลดการติดขัดของการจราจร เพื่อให้การจราจรคล่องตัว เช่น การไม่ให้มีรถจอดริมถนน การคืนพื้นที่ผิวจราจรจากกิจกรรมต่าง ๆ

(4) มาตรการลดจำนวนรถสัญจร เช่น การสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งมวลชนสาธารณะ การรณรงค์สนับสนุนการใช้รถร่วมกัน การเดินทางโดยไม่ใช้รถยนต์ การจำกัดจำนวนและประภทรถ และกำหนดเวลาเข้าพื้นที่เมืองชั้นใน

มาตรการระยะยาว

(1) การลดกำมะถันในน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลกำมะถันไม่เกิน 10 ppm และให้มีการใช้ทั่วประเทศ

(2) บังคับใช้มาตรฐานการระบายมลพิษอากาศระดับ EURO 5/EURO 6 โดยเฉพาะรถที่ใช้น้ำมันดีเซล

(3) การติดตั้งระบบบำบัดไอเสีย (After Treatment System) เช่น อุปกรณ์กรองฝุ่นในรถยนต์ดีเซล Diesel Particulate Filter (DPF) ในรถใหม่และรถใช้งาน

(4) เพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบตรวจจับ รถควันดำ

(5) ปรับปรุงเครื่องมือและวิธีตรวจวัดควันดำในการตรวจสภาพรถประจำปีด้านมลพิษ

(6) เร่งรัดการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งสาธารณะทั้งระบบหลักและระบบรองให้ครอบคลุมและมีเครือข่ายเชื่อมโยงพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และอำนวยความสะดวกผู้ใช้บริการ

(7) ส่งเสริม สนับสนุนการพัฒนายานพาหนะไฟฟ้า การพัฒนาแบตเตอรี่ที่ใช้กับรถไฟฟ้า และโครงสร้างพื้นฐานของเครือข่ายสถานีประจุไฟ

อาจกล่าวได้ว่า การจัดการปัญหา ต้องดำเนินการแบบบูรณาการจากทุกภาคส่วนให้สามารถมีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาได้ในบริบทของตัวเอง โดยต้องพิจารณาถึงข้อมูลสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีการพัฒนาซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว รวมทั้งปัจจัยด้านเศรษฐกิจสังคม ก็มีผลในการพิจารณากำหนดและเปลี่ยนแปลงนโยบาย และ มาตรการที่ดำเนินการ ซึ่งการทำงานด้านสิ่งแวดล้อมและการควบคุมมลพิษ ต้องมีการติดตาม รับทราบข้อมูลข่าวสาร และคิดวิเคราะห์อย่างรอบคอบ

ข้อเสนอแนะจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มผู้ประกอบการ หน่วยราชการที่กำกับดูแล นักวิชาการที่ทราบข้อมูลและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ภาคประชาชนที่เป็นทั้งผู้ก่อให้เกิดมลพิษและผู้มีส่วนร่วมในการลดมลพิษในด้านที่เกี่ยวข้อง ควรได้รับการพิจารณาและผนวกในมาตรการการดำเนินงานป้องกันและแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่องเพื่อความยั่งยืนต่อไป

บทที่ 2
มลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม (Industry) หมายถึง กิจกรรมที่ใช้ทุนและแรงงานเพื่อผลิตสิ่งของหรือจัดให้มีบริการ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมท่องเที่ยว อุตสาหกรรมก่อสร้าง หรือ อุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นต้น อุตสาหกรรมจึงมีความจำเป็นต่อมนุษย์ เพราะมนุษย์ต้องพึ่งพาการผลิตสิ่งของหรือบริการที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวัน

ประเทศไทย มีการกล่าวถึงอุตสาหกรรม และจัดกลุ่มหลายประเภท ขึ้นกับวัตถุประสงค์การกล่าวอ้างถึง เช่น (ก) เรียกตามกระบวนการการผลิต การนำวัตถุดิบมาใช้ ได้แก่ อุตสาหกรรมขั้นต้น ขั้นกลาง และขั้นปลาย (อุตสาหกรรมปฐมภูมิ ทุติยภูมิ และตติยภูมิ) หรือ (ข) เรียกตามกรรมวิธีหรือกระบวนการผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตหรืออุตสาหกรรมโรงงาน (Manufacturing Industry) อุตสาหกรรมหัตถการ (Handicraft Industry) อุตสาหกรรมบริการ (Service Industry) หรือ (ค) เรียกตามขนาดของอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมครัวเรือนหรือหัตถกรรม อุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดย่อม อุตสาหกรรมขนาดกลาง และอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เป็นต้น ซึ่งการแบ่งตามขนาดนี้ อาจแบ่งตามขนาดของกิจการ ขนาดการลงทุน หรือ ขนาดการใช้แรงงาน นอกจากนี้ ยังมีคำเรียกว่า สถานประกอบการ ซึ่งหมายถึงสถานที่ซึ่งผู้ประกอบการใช้ประกอบกิจการเป็นประจำและหมายความรวมถึงสถานที่ซึ่งใช้เป็นที่ผลิตหรือเก็บสินค้าเป็นประจำ จึงเป็นคำเรียกที่ใช้ในทางภาษีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตหรือกิจการนั้นด้วย

กฎหมายเกี่ยวกับอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีหลายฉบับ และที่เกี่ยวข้องกับมลพิษสิ่งแวดล้อมก็มีหลายฉบับเช่นกัน ตัวอย่างเช่น พ.ร.บ.โรงงาน พ.ร.บ.แรงงาน พ.ร.บ.การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย พ.ร.บ.สาธารณสุข และพ.ร.บ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ รวมทั้งข้อบัญญัติขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและเทศบาล เป็นต้น

2.1 ประเภทอุตสาหกรรม

กฎหมายว่าด้วยโรงงาน ได้แก่ พ.ร.บ. โรงงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562 ใช้คำว่า โรงงาน เพื่อแสดงถึงความเกี่ยวข้องในเชิงการผลิต โดย นิยาม “โรงงาน” หมายถึง อาคาร สถานที่ หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักรกำลังรวมตั้งแต่ห้าสิบแรงม้าหรือกำลังเทียบเท่าตั้งแต่ห้าสิบแรงม้าขึ้นไป หรือใช้คนงานตั้งแต่ห้าสิบคนขึ้นไป โดยใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตามเพื่อประกอบกิจการโรงงาน ทั้งนี้ตามประเภทหรือชนิดของโรงงาน ที่กำหนดในกฎกระทรวง ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นการพิจารณาแบ่งตามขนาดกำลังการผลิตเป็นแรงม้า จำนวนคนงาน โดยอาจเป็นกิจการที่ใช้หรือไม่ใช้เครื่องจักร ก็ได้

โรงงานประเภทหรือชนิดที่ระบุในบัญชีท้ายกฎกระทรวงอุตสาหกรรม แบ่งเป็น 3 จำพวก โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาแบ่งตามกำลังการผลิตและจำนวนคนงาน เช่น โรงงานจำพวกที่ 2 ส่วนใหญ่กำหนดที่กำลังการผลิตไม่เกิน 75 แรงม้าและคนงานไม่เกิน 75 คน และโรงงานจำพวกที่ 3 เป็นโรงงานที่กำลังการผลิตเกิน 75 แรงม้าขึ้นไปและจำนวนคนงานเกิน 75 คน อย่างไรก็ตาม ประเภทหรือชนิดโรงงานบางอย่าง ก็ไม่ได้แบ่งเป็น 3 จำพวก แต่ได้จัดโรงงานชนิดนั้นทุกขนาด เป็นประเภท 1 หรือ 2 หรือ 3 เพียงประเภทเดียว โดยโรงงานหลายชนิดที่จัดเป็นโรงงานประเภท 2 หรือ 3 มักเป็นโรงงานที่อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัจจุบัน กฎกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดประเภท ชนิด และขนาดของโรงงาน พ.ศ. 2563 ได้แบ่งประเภทไว้ 107 ประเภท

ความแตกต่างเบื้องต้นของการแบ่งจำพวกโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน ได้แก่ การกำกับดูแลโรงงานจำพวกที่ 1 และการกำกับดูแล การรับแจ้งการประกอบกิจการของโรงงานจำพวกที่ 2 กล่าวคือ โรงงานจำพวกที่ 1 ได้แก่ โรงงานประเภท ชนิด และขนาด ที่สามารถประกอบกิจการโรงงานได้ทันที โรงงานจำพวกที่ 2 ได้แก่ โรงงานประเภท ชนิด และขนาด ที่เมื่อจะประกอบกิจการโรงงาน ต้องแจ้งให้ผู้อนุญาตทราบก่อน และ โรงงานจำพวกที่ 3 ได้แกโรงงานประเภท ชนิด และขนาดที่การตั้งจะต้องได้รับใบอนุญาตก่อนจึงจะดำเนินการ ซึ่งปัจจุบัน กระทรวงอุตสาหกรรมได้ดำเนินการถ่ายโอนภารกิจสำหรับโรงงานประเภทที่ 1 และ 2 ให้หน่วยงานส่วนท้องถิ่น ได้แก่ กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ได้แก่ เทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ส่วนโรงงานจำพวกที่ 3 ยังอยู่ในการกำกับดูแลของกระทรวงอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมหรือกิจการที่ไม่เข้าข่ายโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน แต่เป็นกิจการที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสุขภาพประชาชน ก็จะต้องพิจารณาการควบคุม กำกับดูแลในบริบทของกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุขและกฎหมายว่าด้วย

สิ่งแวดล้อม ซึ่งกฎหมายกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม จะกำหนดเกณฑ์หรือระเบียบในการจัดการและควบคุมมลพิษโดยพิจารณาเรื่องในส่วนที่เป็นสาระสำคัญของกฎหมายนั้น

กฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข ได้แก่ พ.ร.บ. สาธารณสุข มีบทบัญญัติหมวดที่ว่าด้วยกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและเหตุรำคาญ โดยกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หมายถึง กิจการที่มีกระบวนการผลิตหรือกรรมวิธีการผลิต ที่ก่อให้เกิดมลพิษหรือสิ่งที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณข้างเคียง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องมลพิษอากาศ น้ำ เสียง แสง ความร้อน ความสั่นสะเทือน รังสี ฝุ่นละออง เขม่า เถ้า ฯลฯ ซึ่งกิจการดังกล่าวอาจเป็นโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน ในกรณีที่พบว่าประเภทหรือชนิดของกิจการเป็นประเภทเดียวกันกับข้อกำหนดประเภทโรงงานในกฎหมายโรงงานด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่า กฎหมายสาธารณสุขมีความหมายที่ครอบคลุมการประกอบกิจการที่กว้าง รวมทั้ง ยังครอบคลุมกรณีเหตุรำคาญซึ่งอาจเกิดจากกิจกรรมหรือพฤติกรรมใด ๆ ที่เกี่ยวข้องก็ได้อีกด้วย

กฎหมายว่าด้วยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดมลพิษ การจัดการและการควบคุมมลพิษโดยอาศัยบทบัญญัติและคำนิยามตามกฎหมายหลักที่เกี่ยวกับแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทนั้น ดังนั้น แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม จึงหมายรวมถึง โรงงาน ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน หรือกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข

เมื่อพิจารณาในบริบทด้านมลพิษอากาศที่เกี่ยวเนื่องกับการจัดการและการควบคุมมลพิษ อาจแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมอย่างกว้าง ๆ เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และขนาดกลาง ซึ่งกลุ่มนี้ มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับประเภทอุตสาหกรรมอย่างชัดเจน มีมาตรฐานการผลิตและการจัดการสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ มีข้อมูลวิชาการและเทคโนโลยีการจัดการที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะปัญหามลพิษและการควบคุม และ (2) กลุ่มอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือสถานประกอบการรายย่อย ซึ่งอาจไม่มีมาตรฐานการประกอบการที่ชัดเจน แต่ก็สามารถมีแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมในการจัดการสิ่งแวดล้อมและการควบคุมมลพิษได้

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้แบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมตามบริบทกลไกการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องและการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยได้แบ่งเป็นอุตสาหกรรมรายสาขา 45 สาขา ตัวอย่าง เช่น อุตสาหกรรมก๊าซ อุตสาหกรรมการจัดการเพื่อสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมน้ำตาล

อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม และ อุตสาหกรรมพลาสติก รวมทั้งยังมีการแบ่งเป็นคลัสเตอร์กลุ่มอุตสาหกรรมอีกด้วย

นอกจากนี้ ยังมีการเรียกที่เกี่ยวข้องกับบริบทของหน่วยงานและกฎหมายต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น กรมสรรพากร ให้ความหมายของสถานประกอบการซึ่งเป็นสถานที่ตั้งของกิจการ และเป็นการเรียกคู่ไปกับคำว่า ผู้ประกอบการ โดยเป็นความหมายที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ในการเสียภาษีตามบทบัญญัติของประมวลรัษฎากรซึ่งกรมสรรพากรใช้ในการเรียกเก็บภาษี การจดทะเบียนพาณิชย์และการจัดตั้งสถานประกอบการ

2.2 การบริหารจัดการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม

ปัจจุบัน รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2550 และพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542 ได้บัญญัติให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) มีอำนาจหน้าที่ในการจัดทำบริการสาธารณะเพื่อประโยชน์ของประชาชนในท้องถิ่น โดยมีคณะกรรมการการกระจายอำนาจให้แก่ อปท. เป็นผู้ดำเนินการให้เป็นไปตามกฎหมาย โดยส่วนราชการที่ถ่ายโอนภารกิจยังคงมีหน้าที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุน ให้คำแนะนำและคำปรึกษาทางเทคนิค วิชาการ ดำเนินการฝึกอบรมจนกว่า อปท. จะมีความพร้อมในการรับการถ่ายโอนภารกิจ และในส่วนของ อปท. มีหน้าที่ที่จะต้องจัดทำบริการสาธารณะที่ได้รับถ่ายโอนอย่างทั่วถึง มีคุณภาพและมีมาตรฐานตามที่กำหนด

ในส่วนของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมมีภารกิจหลักตามกฎหมายโรงงานนั้น ดำเนินการโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมและสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด ได้มีภารกิจที่ทำการถ่ายโอน ให้แก่ อปท. ได้แก่ การกำกับดูแลโรงงานจำพวกที่ 1 การรับแจ้งการประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2 การกำกับดูแลโรงงานจำพวกที่ 3 ประเภทโรงงานที่ไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนโดยรวมตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด และการตรวจสอบกรณีโรงงานก่อเหตุเดือดร้อนและการอนุญาตให้ตั้งโรงงานขนาดเล็กใน อปท. หนึ่งที่ไม่มีผลกระทบกับ อปท. รวมทั้งการควบคุมดูแลตรวจตราการดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปตามกฎหมายภายใต้หลักเกณฑ์เงื่อนไข วิธีการและมาตรฐานที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด ภารกิจที่ถ่ายโอนดังกล่าวจัดอยู่ในประเภทของกลุ่มงาน “หน้าที่ที่ต้องทำ” หมายความว่า อปท. จะต้องรับผิดชอบดำเนินการต่อไปแทนการปฏิบัติงานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมและสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด ซึ่ง อปท. เหล่านี้ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา เทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) และ

องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)

ต่อมาในปีพ.ศ. 2562 กระทรวงอุตสาหกรรมได้มีการปรับปรุงแก้ไข พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 โดยการประกาศใช้ พ.ร.บ. โรงงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562 ซึ่งได้มีการแก้ไขบทบัญญัติในกฎหมายฉบับเดิมหลายประการ และที่สำคัญประการหนึ่งคือการแก้ไขคำนิยามคำว่า “โรงงาน” โดยให้มีความหมายว่า อาคาร สถานที่ หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักรมีกำลังรวมตั้งแต่ห้าสิบแรงม้าหรือกำลังเทียบเท่าตั้งแต่ห้าสิบแรงม้าขึ้นไป หรือใช้คนงานตั้งแต่ห้าสิบคนขึ้นไปโดยใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตามเพื่อประกอบกิจการโรงงาน ทั้งนี้ตามประเภทหรือชนิดของโรงงานที่กำหนดในกฎกระทรวง นอกจากนี้ ยังได้มีการประกาศใช้บังคับ พ.ร.บ. โรงงาน (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2562 อีกฉบับหนึ่ง ซึ่ง พ.ร.บ. ล่าสุดนี้ได้บัญญัติถึงหลักเกณฑ์การถ่ายโอนภารกิจตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานให้แก่ อปท. รวมทั้งกำหนดให้พนักงานเจ้าหน้าที่ของกระทรวงอุตสาหกรรมเป็นผู้ให้คำปรึกษาแก่ อปท. ให้การปฏิบัติตามภารกิจที่ได้รับการถ่ายโอนให้เป็นไปตามกฎหมาย

ภารกิจหลักที่สำคัญรวม 3 ภารกิจที่ อปท. รับผิดชอบดำเนินการตามกฎหมายโรงงาน ได้แก่ (1) การกำกับดูแลโรงงานจำพวกที่ 1 (2) การกำกับดูแล การรับแจ้งการประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2 และ (3) การตรวจสอบกรณีโรงงานก่อเหตุเดือดร้อนรำคาญ

กระทรวงอุตสาหกรรม ได้จัดทำคู่มือเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงานและปฏิบัติงานเพื่อให้เจ้าหน้าที่ อปท. ศึกษาและใช้เป็นแนวทางด้านต่าง ๆ รวมทั้งการปฏิบัติงานตามบทบัญญัติของกฎหมายในมาตราที่สำคัญ ได้แก่ การประกาศรับฟังความคิดเห็นของประชาชน การรับแจ้งและออกใบรับแจ้งการประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2 การตรวจติดตามการแจ้งการประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2 งานพิจารณาการคัดสำเนาใบรับแจ้งการประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 2 การแจ้งเลิกประกอบกิจการ การโอน การให้เช่า หรือการให้เช่าซื้อโรงงานจำพวกที่ 2 งานรับแจ้งกรณีโรงงานจำพวกที่ 2 หยุดดำเนินงานติดต่อกันเกินกว่าหนึ่งปี (มาตรา 33) งานรับแจ้งกรณีมีอุบัติเหตุในโรงงาน (มาตรา 34) การตรวจสอบเรื่องร้องเรียน/ตรวจการโรงงานทั่วไป การติดตามค่าธรรมเนียมรายปี (มาตรา 43) การดำเนินการตามมาตรา 37 และมาตรา 39 การดำเนินการตามมาตรา 38 และมาตรา 40 และ การดำเนินคดีในความผิดที่มีโทษทางอาญาตาม พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ตามภารกิจที่ถ่ายโอน

ในส่วนของการดำเนินกิจการหรือสถานประกอบการ ที่ไม่ได้กำหนดเป็นประเภทของโรงงานตามกฎหมายโรงงาน แต่อยู่ในรายการชื่อกิจการที่ต้องได้รับการควบคุมตามกฎหมาย

สาธารณสุข ก็จะอยู่ในการกำกับ ควบคุมดูแลของ อปท. เช่นกัน โดยมีหน่วยงานราชการส่วนกลางเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือทางวิชาการและการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง

จะเห็นได้ว่า การดำเนินงานด้านการจัดการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ มีความเกี่ยวข้องกับหน่วยงานและกฎหมายหลายฉบับ จึงต้องพิจารณาบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นกรณีไป เช่น การบำบัดและการจัดการของเสีย อาจมีความเกี่ยวข้องกับทั้ง พ.ร.บ. โรงงาน พ.ร.บ. วัตถุอันตราย และ พ.ร.บ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมฯ หรือ กรณีการขอใช้พื้นที่ตั้งหรือก่อสร้างโรงงาน จะเกี่ยวข้องกับ พ.ร.บ. ผังเมือง และ พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร เป็นต้น

2.3 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม

แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษชนิดอยู่กับที่ (Point Sources) โดยถือว่า มีพิกัดที่ตั้งและขอบเขตของแหล่งกำเนิดที่ชัดเจน โดยขั้นตอนสำคัญที่ก่อให้เกิดมลพิษอากาศ ได้แก่ 1) การเผาไหม้เชื้อเพลิง (Fuel combustion) และ 2) กิจกรรมในกระบวนการผลิต (Manufacturing process)

2.3.1 มลพิษอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

การเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นกระบวนการที่สำคัญในอุตสาหกรรมเพื่อให้ได้พลังงานความร้อนและนำไปใช้ประโยชน์ต่อในการผลิตต่าง ๆ เชื้อเพลิงที่มีการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมมีหลายชนิด ได้แก่ เชื้อเพลิงแข็ง (เช่น ถ่านหิน ถ่าน coke และไม้) เชื้อเพลิงเหลว (เช่น น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล) และเชื้อเพลิงก๊าซ (เช่น ก๊าซธรรมชาติ และ ก๊าซชีวภาพ) นอกจากนี้ อุตสาหกรรมบางประเภท ยังมีการใช้เชื้อเพลิงจากการหมุนเวียนผลพลอยได้หรือของเสียจากกระบวนการผลิต เพื่อการนำไปใช้ใหม่โดยผ่านกระบวนการ recycle หรือ reuse ที่เหมาะสม ทั้งนี้ อุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ก็ยังรับกำจัดของเสียโดยนำไปเผาในเตาเผาเพื่อเปลี่ยนให้เป็นพลังงาน โดยกำหนดลักษณะและคุณสมบัติของของเสียที่สามารถรับได้ไว้

เชื้อเพลิงที่กล่าวถึงเหล่านี้ มีองค์ประกอบหลักประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในปฏิกิริยาเผาไหม้ สารหลักที่ได้จากการทำปฏิกิริยาขึ้นกับองค์ประกอบของเชื้อเพลิงและสภาวะการเผาไหม้ กรณีปฏิกิริยาการเผาไหม้สมบูรณ์ จะได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และสารอื่นจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบในเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของเชื้อเพลิง กรณีปฏิกิริยาการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จะได้สารมลพิษอากาศได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกมาด้วย ดังนั้น มลพิษอากาศหลักที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

จึงมีได้หลายชนิด ได้แก่ ฝุ่นละออง เขม่าควัน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โลหะหนัก และ สารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น

ตัวอย่าง กรณีกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ส่งผลให้มีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เช่น สัดส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงไม่เพียงพอในการเผาไหม้ การผสมผสานกันระหว่างเชื้อเพลิงอากาศใช้เวลาน้อยเกินไปหรือ กรณีใส่อากาศเข้าไปมากเพื่อต้องการให้มีออกซิเจนมากพอแต่ทำให้ส่งผลต่อการเกิดก๊าซมลพิษอื่นเพิ่มขึ้น แม้ว่าจะเกิดปฏิกิริยาเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยเฉพาะกลุ่มก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งทำให้ต้องพิจารณาหาวิธีควบคุมต่อไปอีกด้วย

2.3.2 มลพิษอากาศจากกระบวนการผลิต

มลพิษอากาศจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุของการระบายมลพิษได้เช่นกัน ซึ่งเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนที่สั่งซื้อหรือนำเข้าวัตถุดิบที่ใช้และขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต การขนส่งหรือขนถ่ายวัตถุดิบ ปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการผลิต การขนส่งผลิตภัณฑ์ภายในพื้นที่อุตสาหกรรม ทั้งนี้ สารมลพิษอากาศที่เกิดจากกระบวนการผลิตมีได้มากมายหลายชนิด มลพิษที่สำคัญ ได้แก่ ฝุ่นละออง ก๊าซมลพิษ กลิ่น และสารอินทรีย์ระเหยง่าย

กระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดมลพิษอากาศมีได้หลายขั้นตอนและหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น

1) การขนส่งและการขนถ่ายวัตถุดิบ สารเคมี ผลิตภัณฑ์ ผลพลอยได้ และกากของเสียที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น การฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากกิจกรรมการขนถ่ายสินค้าบริเวณท่าเรือ (เช่น แป้งมัน ถ่านหิน และแร่) หรือการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในสายพานลำเลียงหินแร่ในโรงโม่ บด หรือ ย่อยหิน

2) การรั่วซึมของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากถังเก็บสารเคมีเนื่องจากสภาพแวดล้อม หรือ อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในกิจกรรมขนถ่ายสารเคมีของกระบวนการผลิต (เช่น การขนส่งทางท่อ ปั๊มต่าง ๆ) โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมปิโตรเลียม และอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น

3) ขั้นตอนการผลิตโดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมี หรือขั้นตอนการผสมวัตถุดิบต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมปิโตรเคมี หรือ อุตสาหกรรมอาหาร

4) ขั้นตอนการผลิตชิ้นงานในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การตัดและการเตรียมชิ้นงานในอุตสาหกรรมไม้และเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมพลาสติก หรืออุตสาหกรรมสิ่งทอ

5) ระบบบำบัดมลพิษอากาศ เช่น อุปกรณ์ดักฝุ่นจะทำให้มีฝุ่นตกลงมาให้รวบรวมเป็น ขี้เถ้าหนัก (Bottom ash) และฝุ่นเบา เป็น ขี้เถ้าเบา (Fly ash) ซึ่งต้องมีการจัดการของเสียเหล่านี้ต่อไป หรือ ระบบดักฝุ่นที่มีน้ำหรือสารละลายจะทำให้ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้นด้วย หรือ เตาเผา (Incinerator) ก็ต้องควบคุมไม่ให้เกิดเขม่าควัน

ทั้งนี้ หากแหล่งกำเนิดของมลพิษอากาศเหล่านี้มีการระบายมลพิษอย่างต่อเนื่องและมีปริมาณมาก จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวมได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดมาตรการควบคุม เช่น การกำหนดค่ามาตรฐานการระบายมลพิษอากาศเพื่อควบคุมปริมาณมลพิษให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม

จะเห็นว่า อุตสาหกรรมมีความหลากหลายและแตกต่างกันอย่างมาก ทั้งในเรื่องกระบวนการเกิดมลพิษ ชนิดและปริมาณของมลพิษ แต่ก็ถือได้ว่าอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศประเภทอยู่กับที่ (Point Source) ทำให้มีพิกัดตำแหน่งที่ตั้งที่แน่นอนของพื้นที่ประกอบกิจการอุตสาหกรรมและพื้นที่ในบริเวณใกล้เคียงที่อาจได้รับผลกระทบ จึงสามารถคาดการณ์หรือประเมินผลกระทบได้จากวิธีการต่าง ๆ โดยผลการประเมินที่ได้ จะทำให้สามารถพิจารณากำหนดแนวทางหรือมาตรการป้องกันแก้ไขผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และกำหนดมาตรการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยเป็นการจัดการที่ต้นทางของแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งต้องพิจารณามาตรการฯ ทั้งก่อนและหลังการดำเนินการ เช่น กรณีเปลี่ยนแปลงการผลิต การยุติการผลิตหรือปิดกิจการ รวมทั้งมาตรการระหว่างดำเนินการด้วย ตัวอย่างชนิดของมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรมบางประเภททั้งจากการผลิตทั่วไป และอุตสาหกรรมอื่น เช่น โรงไฟฟ้า โรงงานปูนซีเมนต์ โรงโม่ บด หรือย่อยหิน และ โรงเหล็ก เป็นต้น แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ตัวอย่างชนิดของสารมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรมบางประเภท

ประเภทอุตสาหกรรม	ชนิดของมลพิษจากการเผาไหม้	ชนิดมลพิษจากกระบวนการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง
การผลิตทั่วไป	ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โลหะหนัก (เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท) คลอรีน กรดซัลฟุริก เบนซีน ไซลีน	ฝุ่นละออง กลิ่นและสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds, VOCs) จากระบบบำบัดน้ำเสีย
โรงไม่ บด ย่อยหิน	-	ฝุ่นละออง
โรงงานปูนซีเมนต์ โรงเหล็ก	ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	ฝุ่นละออง
โรงไฟฟ้า	ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	ฝุ่นละออง
โรงกลั่นน้ำมัน	ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากกระบวนการกำจัดกำมะถัน
เตาเผามูลฝอย	ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ไดออกซิน (Dioxin)	-

ที่มา: ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้อง

2.4 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรม

เมื่อพิจารณาแหล่งกำเนิดหลักของมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มของมลพิษที่มีแหล่งที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และ มลพิษที่มีที่มาจากกระบวนการผลิตซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ใช่การเผาไหม้เชื้อเพลิง ก็อาจกล่าวถึงเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษอากาศโดยสังเขปดังนี้

2.4.1 มลพิษอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

การควบคุมมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ก็ใช้หลักการและแนวคิดของเทคโนโลยีการเผาไหม้ในการควบคุมและจัดการมลพิษอากาศได้เช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดมลพิษอื่น ได้แก่ หลักการควบคุมสภาวะการเผาไหม้ คือ อุณหภูมิ (Temperature) เวลาในการเผาไหม้ (Residence time) และ การผสมผสานของเชื้อเพลิงและอากาศ (Turbulence) โดยการศึกษาเทคโนโลยีการเผาไหม้ และออกแบบขั้นตอนหรือห้องทำปฏิกิริยาเผาไหม้ ที่เหมาะสมกับเชื้อเพลิงและอุตสาหกรรมประเภทนั้น โดยเฉพาะการควบคุมสัดส่วนของออกซิเจนส่วนเกิน (Excess oxygen) ที่จะใช้ในการทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิง

การเผาไหม้ของอุตสาหกรรม ใช้เครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้ภายนอกกระบอกสูบ (External Combustion Engine) ตัวอย่างเช่น เครื่องยนต์หรือเครื่องจักรไอน้ำ ซึ่งใช้วิธีให้ความร้อนกับหม้อน้ำ (Boiler) เพื่อให้น้ำในหม้อน้ำร้อนจัดและกลายเป็นไอเพื่อนำไปใช้กับลูกสูบ ซึ่งแตกต่างจากเครื่องยนต์ชนิดเผาไหม้หรือสันดาปภายในของยานยนต์ จึงอาจกล่าวในเชิงเปรียบเทียบได้ว่าสภาวะการเผาไหม้ในภาคอุตสาหกรรมมักจะมีความเสถียร มีการทำงานที่สม่ำเสมอและไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับปฏิกิริยาและผลผลิตที่ต้องการได้ จึงสามารถคำนวณเพื่อประเมินล่วงหน้า และกำหนดเกณฑ์การออกแบบของขั้นตอนการเผาไหม้เพื่อควบคุมปริมาณการนำเข้าของวัตถุดิบและผลผลิตที่ต้องการ รวมทั้งการเกิดผลพลอยได้ต่าง ๆ และปริมาณการระบายมลพิษ

ปัจจุบัน ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก หรือ $PM_{2.5}$ เป็นปัญหาสำคัญในหลายพื้นที่ ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล หรือเชื้อเพลิงที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ก็เป็นหนึ่งในแหล่งกำเนิดที่สำคัญ รวมทั้ง $PM_{2.5}$ ยังมีแหล่งที่มาจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารมลพิษอากาศต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) หรือ แอมโมเนีย (NH_3) กับสารอื่นในบรรยากาศ ส่งผลให้เกิด

เป็นฝุ่นละอองแบบทุติยภูมิได้ด้วย ดังนั้น การควบคุมฝุ่นละอองซึ่งมักจะประกอบด้วย สารมลพิษหลายชนิด จึงนิยมเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมในการควบคุมมลพิษอากาศหลายชนิดไปพร้อมกัน (Multi-pollutant control) หรือมีระบบและอุปกรณ์ควบคุมต่อเนื่องกันทั้งฝุ่นละอองและก๊าซมลพิษ

การควบคุมมลพิษอากาศในอุตสาหกรรมโดยทั่วไป อาจพิจารณาแนวทางหรือวิธีการลดปริมาณสารมลพิษอากาศที่สำคัญ 3 ชนิด ซึ่งเกิดได้ทั้งจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและจากกระบวนการผลิต ดังนี้

1) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันหรือซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น ถ่านหิน และ น้ำมันเตา เมื่อมีการเผาไหม้สารประกอบซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิงจะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือ ก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) หรือ ไอกรดซัลฟูริค (H_2SO_4) โดยขึ้นอยู่กับสภาวะการเผาไหม้ และจะมีบางส่วนที่ไม่ถูกเผาไหม้และยังคงอยู่ในขี้เถ้าจากการเผา ซึ่งต้องมีวิธีการจัดการต่อไปด้วย การใช้เชื้อเพลิงถ่านหินในประเทศไทยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพลังงาน คือ การผลิตไฟฟ้าหรือโรงไฟฟ้า (Power Sector) และภาคอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่การผลิตพลังงาน (Non-power Sector or Industrial Sector) โดยเชื้อเพลิงถ่านหินจะถูกนำไปเผาไหม้ในหม้อไอน้ำเพื่อนำความร้อนไปผลิตไฟฟ้า หรือผลิตไอน้ำ เช่น อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ โรงบ่มยาสูบ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหาร เคมีภัณฑ์ เป็นต้น

หลักการทั่วไป ในการพิจารณาควบคุมการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ได้แก่

1.1) การปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง หรือ การเลือกใช้เชื้อเพลิงคุณภาพดีมีองค์ประกอบของกำมะถันต่ำ ตัวอย่างเช่น การที่ภาครัฐจัดให้มีน้ำมันเตาที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ โดยกรมธุรกิจพลังงานกำหนดชนิดของน้ำมันเตาไว้ 5 ชนิด และน้ำมันเตาชนิดที่ 5 มีกำมะถันอัตราไม่สูงกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก จึงมีค่าต่ำกว่าน้ำมันเตาชนิดที่ 1-4 ซึ่งมีกำมะถันอัตราไม่สูงกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ซึ่งกรณีนี้ เป็นการสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมมีทางเลือกในการจัดซื้อจัดหาเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี ส่วนกรณีของอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่สามารถเลือกแนวทางการลงทุนและจัดหาเชื้อเพลิงได้เอง เช่น โรงไฟฟ้า มักจะใช้วิธีควบคุมโดยการกำหนดปริมาณร้อยละของกำมะถันที่เป็นองค์ประกอบในเชื้อเพลิง เป็นการควบคุมที่ input ส่งผลให้ output หรือมลพิษอากาศมีการระบายออกมาไม่เกินค่าที่ต้องการ เช่น การเลือกใช้ถ่านหินบิทูมินัส หรือ ซับบิทูมินัส ซึ่งเป็นถ่านหินที่มีร้อยละของกำมะถันต่ำ และกำหนดเกณฑ์หรือค่าร้อยละของกำมะถันที่เป็นองค์ประกอบในถ่านหินที่ต้องการไว้ในขั้นตอนการจัดซื้อจัดหาถ่านหิน ตัวอย่าง เช่น กำหนดให้กำมะถันในองค์ประกอบของถ่านหินบิทูมินัสไม่เกินร้อยละ 0.7 (โดยน้ำหนัก)

1.2) การควบคุมปริมาณอากาศส่วนเกิน (Excess air หรือ excess oxygen) ซึ่งอาศัยหลักการของเทคโนโลยีการเผาไหม้ในการออกแบบและควบคุมอัตราส่วนการผสมที่เหมาะสมระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศ (หรือเชื้อเพลิงกับออกซิเจนบริสุทธิ์ (Pure oxygen) ในบางโรงงาน) เพื่อให้ปฏิกิริยาเคมีเป็นไปตามทฤษฎีของปฏิกิริยาการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งไม่ควรใส่อากาศส่วนเกินให้มากเกินไป แต่ถ้าอากาศส่วนเกินน้อยก็จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในไอเสียจากการเผาไหม้น้อยตามไป ส่งผลให้ปริมาณการเกิด SO_2 ก็จะน้อยลงด้วย อย่างไรก็ตาม ห้องเผาไหม้ มักมีขนาดใหญ่ และต้องใช้ปริมาณอากาศที่เกินกว่าค่าการคำนวณจากปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี (Stoichiometry) เพราะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งเรื่องเวลาที่เชื้อเพลิงจะสัมผัสกับอากาศและการผสมผสานกันของเชื้อเพลิงกับอากาศ ในทางปฏิบัติ ห้องเผาไหม้ของโรงงานแต่ละประเภทมักจะใช้ปริมาณออกซิเจนส่วนเกินไม่เท่ากัน และหลายครั้ง พบว่า การเผาไหม้ไม่ได้เป็นไปตามค่าการออกแบบ แต่ต้องอาศัยการปรับแต่งจากการปฏิบัติและการผลิตจริงในโรงงาน ซึ่ง ในการเปรียบเทียบการระบายมลพิษอากาศตามกฎหมายไทย จะให้คำนวณค่าความเข้มข้น (หน่วยเป็นมวลต่อปริมาตร) โดยเทียบเท่ากับปริมาณเมื่อมีการใช้ออกซิเจนส่วนเกินที่ร้อยละ 7

1.3) การนำสารเคมีที่สามารถดูดซับ SO_2 เช่น ออกไซด์ของแมกนีเซียมที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด แมกนีเซียมคาร์บอเนต หรือซิงค์ออกไซด์มาผสมกับอากาศทุติยภูมิแล้วพ่นเข้าไปในห้องเผาไหม้ เพื่อลดการระบายก๊าซ SO_2 วิธีนี้เป็นการจัดการที่ปลายทาง เพราะได้เกิดก๊าซมลพิษขึ้นแล้ว

2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)

การเผาไหม้เชื้อเพลิงกับอากาศ จะทำให้เกิดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนอย่างแน่นอน การควบคุมจะแตกต่างจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์บ้าง เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบทั้งในเชื้อเพลิงและอากาศ ทำให้การเกิดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน แบ่งได้เป็นก๊าซมลพิษส่วนที่เกิดจากไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในเชื้อเพลิง (Fuel NO_x) และ ส่วนที่เกิดจากการเผาไหม้อากาศที่อุณหภูมิสูง (Thermal NO_x) จึงต้องควบคุมและออกแบบห้องเผาไหม้ให้มีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ที่เหมาะสมอีกด้วย

หลักการทั่วไปในการพิจารณาควบคุมการระบายก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ได้แก่

2.1) ปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง โดยเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบไนโตรเจนต่ำ หรือเลือกใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยาเผาไหม้ ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมซึ่งต้องการ

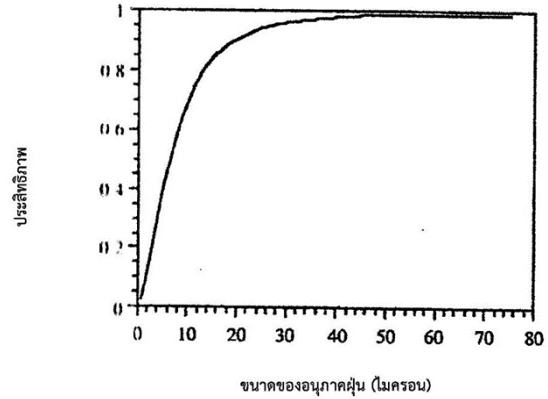
ความร้อนสูงในการทำปฏิกิริยา ทำให้มีการใช้อุณหภูมิในห้องเผาไหม้สูง อาจพิจารณาเลือกใช้ออกซิเจน (แทนอากาศ) ในการเผาไหม้ เพื่อลดปริมาณการเกิดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โดยกรณีนี้ จะต้องประเมินความคุ้มของการลงทุนและค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบระหว่างแนวทางเลือกในการใช้ออกซิเจน กับ การติดตั้งอุปกรณ์หรือระบบบำบัด ซึ่งค่าควบคุมปริมาณการระบายมลพิษ ก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการพิจารณาแนวทางเลือกเช่นกัน

2.2) ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะมีการเผาไหม้ให้เหมาะสม โดยที่ Thermal NO_x จะเกิดขึ้นได้บริเวณเปลวไฟที่มีความร้อนสูง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของเปลวไฟไม่ให้สูงเกินไป รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้และอัตราการผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศก็มีผลต่อการเกิด NO_x ดังนั้น การออกแบบห้องเผาไหม้ จึงต้องคำนึงถึงอุณหภูมิ ระยะเวลา และ การผสมผสานของเชื้อเพลิงและอากาศ ไปพร้อมกัน

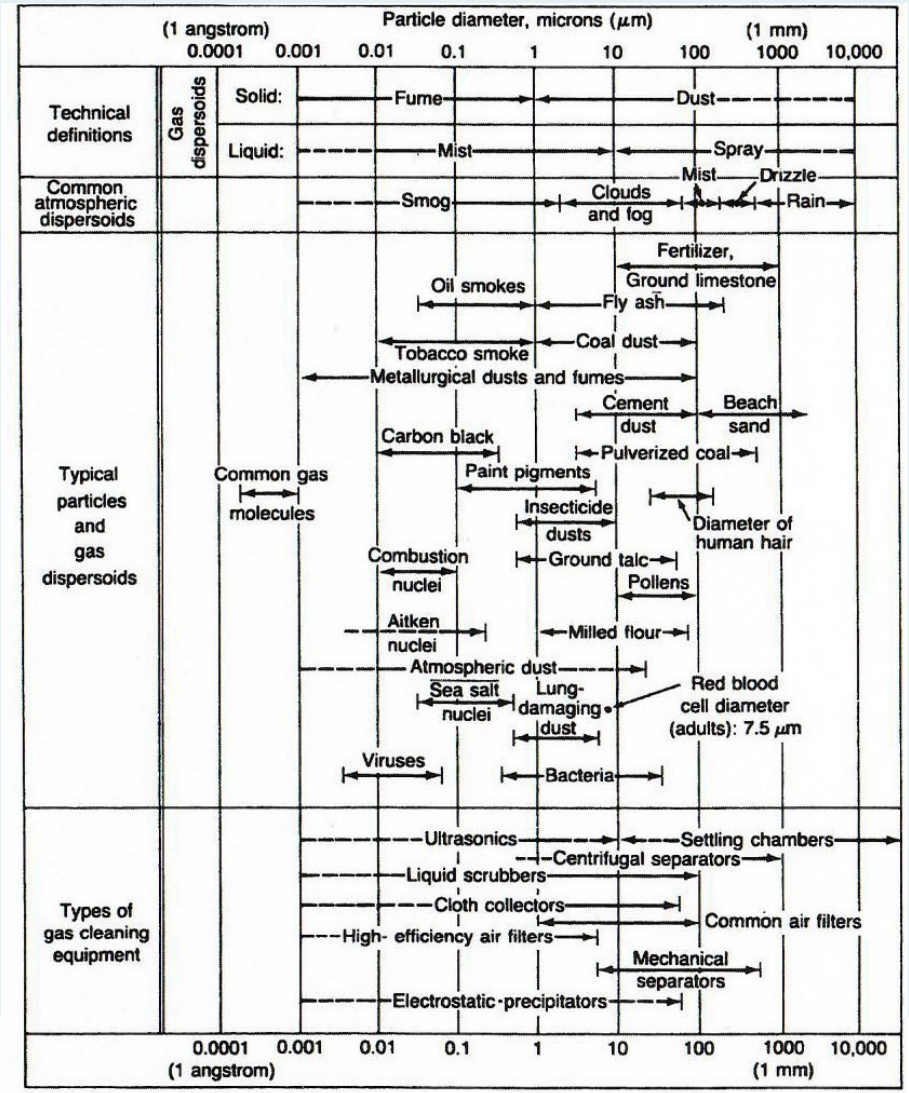
2.3) ปรับปรุงระบบและอุปกรณ์เผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์เผาไหม้ที่มีอัตราการปลดปล่อย NO_x ต่ำ ปัจจัยที่ทำให้เชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ส่วนหนึ่ง ได้แก่ อุณหภูมิ พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศและเวลาในการสัมผัสหรือผสมผสานกัน ดังนั้น การนำเทคนิคและวิธีการในการลด NO_x แบบต่าง ๆ เช่น การลดความเข้มข้นของออกซิเจน การลดอุณหภูมิสูงสุดของเปลวไฟ การลดระยะเวลาที่ก๊าซตกค้างอยู่ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงให้สั้นลง แล้วจึงนำปัจจัยเหล่านี้มาพิจารณาประกอบการออกแบบหัวเผา Burner ที่มีประสิทธิภาพที่ต้องการ หัวเผาที่นิยมเลือกใช้กันในปัจจุบันเพื่อควบคุมปริมาณ NO_x ได้แก่ Low NO_x Burner และ Ultra Low NO_x Burner ซึ่งเป็นประเภทที่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดการเกิด NO_x ได้

3) ฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองมีความแตกต่างกันในเรื่องขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี รวมทั้งคุณสมบัติอื่น เช่น การนำไฟฟ้า การกัดกร่อน ความไวในการทำปฏิกิริยา ความเป็นพิษ เป็นต้น การควบคุมและการกำจัดฝุ่นละอองจึงต้องศึกษาและทราบข้อมูลเฉพาะของลักษณะฝุ่น การกระจายตัวของขนาดอนุภาคฝุ่นในกระแสอากาศ โดยประสิทธิภาพของระบบและอุปกรณ์กำจัดฝุ่นขึ้นกับขนาดและคุณสมบัติของฝุ่นด้วย โดยทั่วไป ขนาดของฝุ่นจากการเผาไหม้หรือการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะมีขนาดอยู่ในช่วง 1 – 10 ไมครอน ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่จะกำจัดง่ายกว่าฝุ่นขนาดเล็ก รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอุปกรณ์ดักจับฝุ่นชนิดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กับขนาดของอนุภาคฝุ่น ซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดฝุ่นใหญ่ขึ้น และ รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของขนาดอนุภาคฝุ่น กับชนิดของอุปกรณ์ในการบำบัดฝุ่นและก๊าซที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงขนาดอนุภาคฝุ่น



รูปที่ 2.1 ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นขนาดต่าง ๆ ในอุปกรณ์ดักฝุ่นชนิดหนึ่ง



Adapted from Lapple, 1961.

รูปที่ 2. 2 ความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของขนาดอนุภาคฝุ่น (Particle diameter) กับชนิดของอุปกรณ์ในการบำบัดฝุ่นและก๊าซ (ที่มา: Cooper and Alley, 1994)

หลักการทั่วไปในการบำบัดฝุ่น มีดังนี้

3.1) การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงสะอาด เช่น ก๊าซธรรมชาติ (NG) หรือการใช้พลังงานทดแทน เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้ อุตสาหกรรมหลายประเภท มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลัก การเผาไหม้จึงมีการระบายฝุ่นละอองและก๊าซมลพิษ การเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น เช่น เปลี่ยนจากถ่านหินลิกไนต์เป็นถ่านหินบิทูมินัส ซึ่งมักจะมีปริมาณกำมะถันในสัดส่วนที่ต่ำกว่า จะลดการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รวมทั้งฝุ่นละออง อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนเชื้อเพลิงในบางกรณี อาจทำให้มีการเปลี่ยนสารมลพิษอากาศที่ระบายออกไปด้วย ตัวอย่างเช่น โรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ อาจจะลดการระบายฝุ่นและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าถ่านหิน แต่โรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติก็จะมีการระบายก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนเป็นสัดส่วนที่สำคัญ ซึ่งต้องพิจารณาแนวทางควบคุมให้เหมาะสมต่อไป

3.2) การติดตั้งระบบบำบัดฝุ่น หรือ อุปกรณ์ดักจับฝุ่น เป็นวิธีจัดการภายหลังเมื่อมีการระบายก๊าซที่ผ่านกระบวนการเผาไหม้และกระบวนการอื่นมาเข้าสู่ระบบไอเสียเพื่อจะระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศ ซึ่งขึ้นกับประเภทของอุตสาหกรรม การติดตั้งระบบบำบัดฝุ่นละอองหรืออุปกรณ์ดักจับฝุ่น มีข้อพิจารณาหลายประการ เพราะอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีแหล่งกำเนิดฝุ่นที่แตกต่างกัน ดังนั้น ลักษณะและคุณสมบัติของฝุ่นละอองและอัตราการไหลของกระแสก๊าซหรือกระแสอากาศที่ออกมาจากระบบ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาเลือกระบบกำจัดฝุ่น ตัวอย่างข้อมูลของฝุ่นที่ต้องทราบเหล่านี้ เช่น ขนาด รูปร่าง การกระจายตัวของอนุภาคฝุ่นขนาดต่าง ๆ ลักษณะการนำไฟฟ้า คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี เป็นต้น

ฝุ่นละอองสามารถจัดการได้ด้วยกรรมวิธีหลายแบบ หลักการทั่วไป คือ การใส่แรงเข้าไปเพื่อแยกอนุภาคฝุ่นออกจากกระแสอากาศ/กระแสก๊าซ และออกแบบอุปกรณ์ดักจับ (Collector) ให้เก็บรวบรวมฝุ่นไว้เพื่อกำจัดทิ้งต่อไป กลไกหรือแรงที่ใช้ในการดักจับอนุภาคฝุ่น ได้แก่ (ก) แรงโน้มถ่วง (Gravity) (ข) แรงเหวี่ยง (Centrifugal force) (ค) แรงที่เกิดจากความเฉื่อย (Inertial impaction) (ง) การจับโดยตรง (Direct interception) (จ) การแพร่ (Diffution) และ (ฉ) แรงไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic attraction)

กลไกการแยกด้วยแรงโน้มถ่วงเป็นกลไกที่ง่าย ไม่ซับซ้อน เหมาะกับฝุ่นขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น การเก็บรวบรวมฝุ่นขนาดใหญ่ไว้ในที่จำกัด ไม่ให้ฟุ้งกระจาย จนอากาศนิ่งและฝุ่นหนักตกลงสู่พื้นเนื่องจากน้ำหนักฝุ่น โดยออกแบบเป็นห้องตกอนุภาค กลไกนี้เป็นวิธีพื้นฐานเรียกว่า การตกตะกอนโดยน้ำหนักฝุ่น หรือ โดยใช้แรงโน้มถ่วง (Sedimentation หรือ Gravity Setting) บางทีก็เรียกห้องตกตะกอนหรือห้องตกอนุภาค

ฝุ่นละอองอาจแยกออกจากกระแสอากาศ ด้วยวิธีการบังคับให้หมุนวนในที่จำกัดโดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal force) ทำให้ฝุ่นปะทะผนัง แล้วตกลงสู่ที่รองรับ อุปกรณ์ดักจับฝุ่นประเภทนี้เรียกว่า ไซโคลน (Cyclone) หากฝุ่นแหลมคมหรือใหญ่มาก แรงปะทะของฝุ่นอาจทำให้ผนังสึกหรือมีความเสียหายได้ บางครั้งจึงมีการออกแบบใช้ห้องตกตะกอนเพื่อดักจับฝุ่นประเภทนี้ก่อนจะเข้าสู่ไซโคลนต่อไป ไซโคลนมีทั้งแบบแห้งและเปียก ถ้าเป็นแบบแห้ง ความชื้นที่ปะปนอยู่มักทำให้ฝุ่นจับเขรอะกับผนัง และเกิดการผุกร่อน อาจทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร การซ่อมบำรุงดูแลให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งไซโคลนสามารถออกแบบให้ใช้งานตัวเดียว หรือ แบบเชื่อมต่อกันหลายตัว (Multicyclone) ก็ได้ ขึ้นกับขนาดฝุ่นและประสิทธิภาพการกำจัดที่ต้องการ

น้ำหรือของเหลวต่าง ๆ ใช้จับฝุ่นได้ เพราะฝุ่นเกาะตัวกันได้ง่ายเมื่อเปียกชื้น และอาจทำลายแรงผลักกันระหว่างฝุ่นขนาดเล็กเมื่อมีประจุไฟฟ้าสถิต ฝุ่นละอองจึงเก็บกักรวบรวมได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ โดยเฉพาะเมื่อใช้กับฝุ่นขนาดเล็ก แต่ต้องออกแบบให้แยกส่วนที่เป็นของแข็งออกจากกระแสอากาศก่อนที่จะระบายอากาศเสียทิ้ง ทำให้มีน้ำเสียหรือระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้น

ระบบกำจัดฝุ่นที่ใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรม ได้แก่

(1) ระบบคัดแยกโดยการให้ฝุ่นตกลงมาเพราะน้ำหนัก (Gravity Setting)

(2) ไซโคลน (Cyclone) เป็นการใช้แรงเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal force) เพื่อแยกฝุ่นออกจากกระแสอากาศ

(3) การดักจับฝุ่น แบบแห้ง (Dry Scrubber) หรือแบบเปียก (Wet Scrubber) โดยใช้น้ำหรือของเหลวที่มีสารเคมีที่เหมาะสมเพื่อจับกับอนุภาคฝุ่น สามารถออกแบบให้กำจัดฝุ่น ก๊าซ หรือไอละออง (Mist) ไปพร้อมกันได้

(4) ระบบดักจับฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator: ESP) เป็นการทำให้ฝุ่นมีประจุ และใช้ความต่างศักย์ทางไฟฟ้าคือประจุขั้วตรงข้ามกัน แยกฝุ่นออกมา

(5) ระบบดักฝุ่นด้วยผ้ากรองหรือถุงกรอง (Fabric filter หรือ Baghouse filter) เป็นการออกแบบวัสดุหรือเส้นใยที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อกรองดักจับฝุ่น

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่น (Control efficiency) ของระบบกำจัดฝุ่นบางประเภท ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของอุปกรณ์ดักจับฝุ่นประเภทต่าง ๆ โดยทั่วไป และ รูปที่ 2.3 แสดงประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นของอุปกรณ์ต่าง ๆ กับขนาดของอนุภาคฝุ่น (ทั้งนี้ ผู้สนใจสามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศของ กรมโรงงานอุตสาหกรรม และ หนังสือตำราวิชาการหรือเอกสารอ้างอิงอื่นเพิ่มเติม)

ตารางที่ 2.2

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่น (Control efficiency) ของระบบกำจัดฝุ่นบางประเภท

ชนิดของระบบ/อุปกรณ์	ประสิทธิภาพ	ข้อพิจารณาการเลือกใช้งาน
ไซโคลน	90%	เหมาะสำหรับฝุ่นขนาด ≥10–20 ไมครอน
ESP	99+%	เหมาะสำหรับฝุ่นขนาด ≥1.0 ไมครอน
Dry Scrubber	≤ 99%	ขึ้นกับองค์ประกอบของก๊าซ เช่น 50% สำหรับปรอท; 95% สำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
Wet Scrubber	99% (สำหรับฝุ่น)	ขึ้นกับแบบและรุ่นของอุปกรณ์ และ ขนาดฝุ่น
	70–99% (สำหรับก๊าซ)	ขึ้นกับแบบและรุ่นของอุปกรณ์ และ องค์ประกอบของก๊าซมลพิษ
ถุงกรอง (Fabric filter หรือ Bag house)	99.99%	สามารถออกแบบให้เหมาะกับฝุ่นขนาดเล็ก

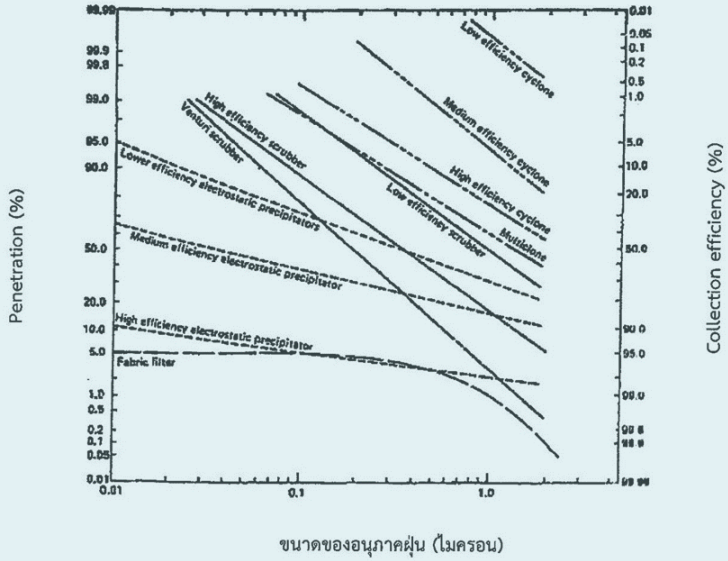
ที่มา: ข้อมูลดัดแปลงจาก https://www.thomasnet.com/articles/plant-facility-equipment/understanding-air-pollution-control-equipment/ [online: มีนาคม 2565]

ตารางที่ 2.3

เปรียบเทียบข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของอุปกรณ์ดักจับฝุ่นประเภทต่าง ๆ โดยทั่วไป

ชนิดของอุปกรณ์	ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
ห้องตกอนุภาค	โครงสร้างและการบำรุงรักษาง่าย ความดันสูญเสียต่ำ	ใช้พื้นที่ติดตั้งมาก ประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นต่ำ
ไซโคลน	โครงสร้างและการบำรุงรักษาง่าย ไม่มีส่วนที่เคลื่อนที่ ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย ความดันสูญเสียไม่สูงนัก สร้างด้วยวัสดุที่ทนต่ออุณหภูมิสูงได้	ใช้ดักฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ และมีประสิทธิภาพลดลงสำหรับฝุ่นขนาดเล็ก สามารถใช้สำหรับกำจัดฝุ่นเบื้องต้น (pre-treatment) ก่อนส่งต่อเข้าระบบอื่นที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าในการดักจับฝุ่นขนาดเล็ก ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝุ่นและอัตราการไหลของกระแสอากาศ
สครับเบอร์	ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย สามารถออกแบบให้กำจัดฝุ่นและก๊าซไปพร้อมกันได้ สามารถกำจัดฝุ่นที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น เหนียว ติดไฟได้ กัดกร่อน ง่ายในการเดินเครื่อง มีส่วนเคลื่อนที่น้อย	ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องสูง เพราะมีความดันสูญเสียสูง Wet scrubber มีน้ำเสียเกิดขึ้น ทำให้ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้น เพิ่มค่าใช้จ่าย

ชนิดของอุปกรณ์	ข้อได้เปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
ถุงกรอง	ประสิทธิภาพสูงในการกำจัดฝุ่นขนาดเล็ก ประสิทธิภาพไม่ขึ้นกับปริมาณฝุ่นที่เข้าสู่ระบบ (Inlet loading) ใช้ดักฝุ่นที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูงได้ เดินเครื่องง่าย เมื่อเทียบกับ Scrubber และ ESP	ไม่สามารถดักฝุ่นในกระแสก๊าซที่อุณหภูมิสูงมากได้ ซึ่งขึ้นกับคุณสมบัติของถุงกรอง แต่สามารถออกแบบระบบให้ลดอุณหภูมิของกระแสอากาศก่อนเข้าถุงกรองได้ ระบบมักมีขนาดใหญ่ ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก ไม่เหมาะกับฝุ่นในกระแสอากาศที่มีความชื้นสูง
ESP	สามารถดักฝุ่นขนาดเล็กอย่างมีประสิทธิภาพสูง ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องมีค่าต่ำ ดักจับฝุ่นที่มีฤทธิ์กัดกร่อนได้	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง ไม่สามารถปรับให้เดินเครื่องในสภาวะที่เปลี่ยนแปลงได้ ESP แบบแห้ง ไวต่อปริมาณฝุ่นที่เข้าเครื่อง ขนาดฝุ่น และสภาพความต้านทานมากกว่า ระบบถุงกรองและ Scrubber



รูปที่ 2. 3 ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นของอุปกรณ์ต่าง ๆ กับขนาดของอนุภาคฝุ่น

(ที่มา: ดัดแปลงจาก Stern, 1977 อ้างถึงในตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ กรมโรงงานอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 6. พ.ศ.2563)

2.4.2 มลพิษอากาศจากกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้เชื้อเพลิงเพื่อให้ได้พลังงาน แต่ก็มีบางขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตที่อาจก่อให้เกิดมลพิษได้โดยไม่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งต้องสำรวจเฉพาะแต่ละกรณีไป ดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3.2 ตัวอย่าง เช่น ปฏิกิริยาเคมีในอุตสาหกรรมเคมี เมื่อเปรียบเทียบกับการบด ย่อยหินในโรงโม่ บด หรือย่อยหิน หรือ การตัดหรือขึ้นรูปชิ้นงานในอุตสาหกรรมไม้หรือเฟอร์นิเจอร์ และ อุตสาหกรรมพลาสติก จะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างกันอย่างมากในผลผลิตที่ได้ เช่น การได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากปฏิกิริยาเคมีในอุตสาหกรรมเคมี การเปลี่ยนรูปหรือการเปลี่ยนแปลงขนาดโดยไม่เปลี่ยนคุณสมบัติเช่นจากขั้นตอนการผลิตในอุตสาหกรรมแร่ อุตสาหกรรมไม้หรือเฟอร์นิเจอร์ นอกจากนี้ อุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ก็อาจเกิดมลพิษอากาศจากเศษชิ้นส่วนของวัตถุดิบตกค้าง และระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งทำให้เกิดกลิ่นรบกวน (Odorous air pollution) เป็นต้น

ขั้นตอนในกระบวนการผลิต เช่น การขนส่งวัตถุดิบ การลำเลียงชิ้นงาน การบรรจุผลิตภัณฑ์ การกำจัดกากของเสีย เหล่านี้ สามารถเป็นแหล่งที่มาของมลพิษอากาศได้ ทั้งฝุ่นละออง และ ก๊าซมลพิษอากาศ ซึ่งสถานประกอบการขนาดเล็กและขนาดย่อม อาจไม่มีงบลงทุนในการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี หรือ การติดตั้งระบบกำจัดอากาศเสียที่ซับซ้อน จึงต้องอาศัยข้อแนะนำของหน่วยงานวิชาการหรือกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีรูปแบบคล้ายกันในการจัดทำข้อมูลหรือข้อกำหนดแนวทางปฏิบัติที่ดี เช่น แนวปฏิบัติหรือคู่มือ Code of Practice ของกิจการ เพื่อใช้ประกอบการวางแผนและการดำเนินการควบคุมมลพิษที่อาจเกิดขึ้น

ตัวอย่างเช่น โครงการศึกษาวิจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษจากฝุ่นในพื้นที่เหมืองหินและโรงโม่หินบริเวณตำบลหน้าพระลานและบริเวณใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี (2542) ได้ศึกษารวบรวมประสิทธิภาพระบบกำจัดฝุ่นไว้หลายประเภท ได้แก่ เครื่องกำจัดฝุ่นแบบถุงกรอง ประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 95 – 99 แบบสครับเบอร์ ประมาณร้อยละ 75 – 99 แบบแรงหนีศูนย์กลาง ประมาณร้อยละ 50 – 95 แบบสเปรย์น้ำในที่โล่ง ร้อยละ 20 - 90 และ เครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต ประมาณ ร้อยละ 80 – 99.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ระบบต่าง ๆ มีประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นในช่วงกว้าง และขึ้นกับการใช้งานจริงในพื้นที่ ข้อมูลเหล่านี้ เป็นประโยชน์ต่อโครงการใหม่ ๆ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการประเมินการเลือกใช้ระบบหรืออุปกรณ์ควบคุมฝุ่นได้

สิ่งที่สำคัญ คือ อุตสาหกรรมมีสารมลพิษหลายชนิด จึงจำเป็นต้องศึกษากระบวนการผลิตให้ครบทุกขั้นตอน ตั้งแต่ การรับวัตถุดิบ การลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต

การทำปฏิกิริยาต่าง ๆ (หากมี) การเก็บขนและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ การกำจัดของเสีย เป็นต้น ดังนั้น เทคนิคหรือเทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษจากกระบวนการผลิต ต้องได้จากข้อมูลรายละเอียดขั้นตอนของแต่ละอุตสาหกรรมเป็นการเฉพาะ หรืออ้างอิงจากวิธีการปฏิบัติที่ดี ซึ่งมีการจัดทำเป็นคู่มือหรือถ่ายทอดองค์ความรู้สืบต่อกันมา และควรพิจารณาวิธีการควบคุมมลพิษอากาศหลายชนิดไปพร้อมกัน (Multi-pollutant control) ทั้งมลพิษก๊าซและฝุ่น ซึ่งสามารถออกแบบเป็นระบบต่อเนื่องกัน (Series) ได้ ตัวอย่างเช่น ระบบบำบัดมลพิษอากาศอาจออกแบบให้ประกอบด้วย ระบบไซโคลน และต่อเนื่องด้วยระบบถุงกรอง หรือออกแบบเป็นระบบ ESP และต่อเนื่องด้วยระบบบำบัดก๊าซ หรือ ระบบ Scrubber เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม เป็นต้น

2.5 แนวทางและมาตรการการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม

2.5.1 แนวทางและมาตรการโดยทั่วไป

แนวทางและมาตรการการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม มีแนวทางเช่นเดียวกับหลักการจัดการมลพิษอากาศโดยทั่วไป สรุป ดังนี้

1) แนวทางและมาตรการป้องกันที่ต้นทาง ได้แก่

1.1) การเลือกและกำหนดพื้นที่ตั้งอุตสาหกรรมที่เหมาะสม (Site selection criteria) เช่น พื้นที่ตั้งอยู่ในแนวทิศทางลมที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาแหล่งที่อาจได้รับผลกระทบจากอุตสาหกรรม เช่น ชุมชน ป่าหรือพื้นที่เกษตร และพื้นที่ตั้งอุตสาหกรรมควรอยู่ห่างจากแหล่งอ่อนไหว เช่น โรงเรียน วัด โบราณสถาน รวมทั้ง กำหนดเขตพื้นที่ควบคุม โดยห้ามการตั้งอุตสาหกรรม หรือ กิจการบางประเภท ไว้ในพื้นที่บางส่วนตามข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ของกฎหมายผังเมือง

1.2) การกำหนดพื้นที่เฉพาะสำหรับอุตสาหกรรม (Industrial zoning) เช่น นิคมอุตสาหกรรม เขตประกอบการอุตสาหกรรม และสวนอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถวางแผนการจัดการ การกำกับดูแล ได้เหมาะสมกับกลุ่มอุตสาหกรรมในพื้นที่ และกำหนดแนวกันชนระหว่างอุตสาหกรรมกับชุมชน (Buffer zone) หรือ แนวป้องกันภายในเขตพื้นที่ของอุตสาหกรรม (Protection Strip)

1.3) การศึกษาและจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment, EIA หรือ Environmental and Health Impact Assessment, EHIA) เป็นการศึกษาและวางแผนล่วงหน้าก่อนที่โครงการฯ จะเริ่มดำเนินการ แต่มีนโยบายและแผนงานชัดเจนว่ามีความต้องการให้โครงการฯ เกิดขึ้น ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมหรือโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่

1.4) การเลือกการออกแบบหรือควบคุมเครื่องจักรอุปกรณ์และปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตให้ระบายมลพิษน้อยลง เป็นการวางแผนก่อนอุตสาหกรรมจะเริ่มดำเนินการผลิต หรือ อาจเป็นการศึกษาพิจารณาทบทวนระหว่างที่มีการดำเนินการผลิตไปแล้วก็ได้

1.5) การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการ (Clean technology – Pollution Prevention)

1.6) การกำหนดคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง และ การใช้เชื้อเพลิงสะอาด

1.7) โครงการประหยัดพลังงาน หรือ การใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลต่อเนื่องให้ลดมลพิษ

2) แนวทางและมาตรการควบคุม กำกับ ดูแลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศขณะมีการดำเนินงาน

2.1) การกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษ (Air Emission Standards)

2.2) การกำหนดและจัดทำคู่มือแนวปฏิบัติที่ดี (Code of Practice) สำหรับอุตสาหกรรม สถานประกอบการ หรือ กิจการที่ไม่ถูกควบคุมด้วยเกณฑ์มาตรฐานการระบายมลพิษอากาศตามกฎหมายโรงงาน หรือ กฎหมายสิ่งแวดล้อม

2.3) การติดตั้งระบบควบคุมและระบบบำบัดมลพิษอากาศ ให้เหมาะสมกับมลพิษอากาศ แหล่งที่มาและขั้นตอนการผลิตของอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการนั้น

2.4) การตรวจวัดการระบายมลพิษอากาศอย่างต่อเนื่อง โดยอาจเป็นระบบตรวจวัดอากาศเสียจากปล่องโรงงานอย่างต่อเนื่องแบบอัตโนมัติ (Continuous Emission Monitoring System, CEMS) ซึ่งมีข้อกำหนดสำหรับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ หรือ การตรวจวัดการระบายมลพิษจากปล่องเป็นระยะตามกำหนด เช่น ปีละ 2 ครั้ง

2.5) การติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปจากการประกอบกิจการอุตสาหกรรม

2.6) การติดตามตรวจสอบการดำเนินงาน ทั้งระยะการผลิตปกติ และระยะการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์

2.7) การติดตามตรวจสอบกรณีร้องเรียน

3) แนวทางและมาตรการสนับสนุนและส่งเสริม

3.1) การรณรงค์ประชาสัมพันธ์และเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน

3.2) การเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อต่าง ๆ

3.3) มาตรการทางสังคม เช่น การให้รางวัลหรือเกียรติบัตร เพื่อสนับสนุนผู้ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบในการจัดการสิ่งแวดล้อมและอยู่ในเกณฑ์ดีเด่น

3.4) มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ค่าธรรมเนียมการระบายมลพิษ (Emission charge emission fee) ภาษีสิ่งแวดล้อม (Emission tax)

มาตรการที่สำคัญ จะกล่าวถึงรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อถัดไป

2.5.2 มาตรฐานและค่าควบคุมมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรมมีความหลากหลายทั้งขนาดและลักษณะของการประกอบกิจการ การกำหนดค่าควบคุมเพื่อเป็นเกณฑ์ในการระบายมลพิษอากาศจึงต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วน

การกำหนดเกณฑ์ควบคุมมลพิษอากาศ หรือ การพิจารณากำหนดค่ามาตรฐานการระบายอากาศเสียจากอุตสาหกรรมและรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง มีแนวทางและทางเลือกในการพิจารณา ดังนี้

1) พิจารณาว่าจะควบคุมสารมลพิษอากาศชนิดใด รูปแบบไหน ตัวอย่างเช่น ต้องการควบคุมฝุ่นละออง ก๊าซมลพิษ หรือสารเคมีที่ระบายออกจากปล่องโรงงาน ฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย หรือสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds, VOCs) จากขั้นตอนการผลิตหรืออุปกรณ์ เพราะการกำหนดดังกล่าวจะเกี่ยวข้องสืบเนื่องกับวิธีตรวจวัดและการรายงานผลด้วย

2) กำหนดเกณฑ์ควบคุมเป็นค่าความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศที่ระบายออกจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ต้องการควบคุม เช่น ฝุ่นละออง หรือ ก๊าซมลพิษ โดยมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ ส่วนในล้านส่วน (ppm)

3) กำหนดเป็นอัตราการระบายต่อเวลา ได้แก่ ปริมาณสารมลพิษต่อหน่วยเวลา เช่น ตันต่อชั่วโมง ตันต่อปี หรือ กรัมต่อวินาที เพื่อควบคุมปริมาณรวมของการระบายมลพิษ (Loading) ในพื้นที่

4) กำหนดปริมาณต่อหน่วยการผลิต (Mass/production) ต่อเวลา เช่น กรัมต่อตันการผลิตต่อปี เพื่อควบคุมการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมที่ไม่ได้ดำเนินการผลิตอย่างต่อเนื่อง (Batch process) หรือ กรณีที่ปริมาณมลพิษมีความสัมพันธ์กับผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ มากกว่าปริมาณเชื้อเพลิงหรือระยะเวลาการผลิต ซึ่งการประเมินปริมาณมลพิษจากผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์อาจประเมินได้ง่ายกว่า

5) พิจารณาควบคุมโดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดภายในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น และกำหนดสารมลพิษสำคัญที่จะควบคุมของแหล่งกำเนิดประเภทนั้น เช่น กรณีของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ อาจมีการใช้หน่วยผลิตเฉพาะที่แตกต่างกันกับโรงงานทั่วไป เช่น ห้องปฏิกิริยา (Reactor) หน่วยกำจัดกำมะถัน (Sulfur Removal Unit) หรือมีหน่วยที่ใช้เหมือนกับโรงงานอื่นทั่วไป (เช่น หม้อไอน้ำ กังหันก๊าซ และ เตาเผา)

6) แบ่งตามรูปแบบการควบคุมมลพิษอากาศของอุตสาหกรรมนั้น เช่น การมีหรือไม่มีระบบควบคุมมลพิษอากาศ ซึ่งเป็นกรณีที่อุตสาหกรรมประเภทเดียวกันอาจมีแนวทางเลือกวิธีการควบคุมมลพิษอากาศโดยมีหรือไม่มีระบบ โดยมีแนวทางเลือกใช้วิธีปฏิบัติอื่นในการควบคุมมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

6) กำหนดควบคุมเฉพาะรายโครงการ เช่น กำหนดเป็นเงื่อนไขในรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA หรือ EHIA) สำหรับโครงการ ซึ่งเป็นการเพิ่มเติมและเข้มงวดยิ่งขึ้นจากเกณฑ์มาตรฐานทางกฎหมายที่มีการกำหนดอยู่แล้ว

7) กำหนดเป็นแนวปฏิบัติที่ดี (Best practice) เช่น Code of practice สำหรับอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการใช้เป็นแนวทางหรือคู่มือการปฏิบัติงาน

8) กำหนดสภาวะอ้างอิงในการตรวจสอบและรายงานผล เช่น ระบบเปิดรายงานที่สภาวะจริง และ ระบบปิด รายงานที่ สภาวะออกซิเจนส่วนเกินร้อยละ 7 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ เนื่องจากโรงงานมีเงื่อนไขการผลิตและสภาวะการระบายมลพิษที่แตกต่างกันจึงต้องกำหนดเกณฑ์อ้างอิง เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าการระบายมลพิษกับเกณฑ์ที่กำหนดได้

ปัจจุบัน รูปแบบของมาตรฐานควบคุมอากาศเสียจากอุตสาหกรรม มีการประกาศเกณฑ์และค่าควบคุมโดยส่วนใหญ่อ้างอิงกฎหมายโรงงาน และ กฎหมายสิ่งแวดล้อม โดยหลักการคือ กำหนดเกณฑ์สำหรับอุตสาหกรรมทั่วไปที่มีลักษณะร่วมกัน เช่น การใช้เชื้อเพลิง (ประเภท

เชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว เชื้อเพลิงก๊าซ หรือเชื้อเพลิงชีวภาพ) หรือ ไม่ใช้เชื้อเพลิง ทั้งนี้ อุตสาหกรรมที่มีความเฉพาะในเรื่องหน่วยการผลิต ระบบการผลิต หรือสารมลพิษอากาศที่มีความเฉพาะตัว ก็จะมีการจัดทำมาตรฐานเฉพาะ เช่น โรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน โรงแยกก๊าซธรรมชาติ โรงปูนซีเมนต์ โรงเหล็ก และเตาเผามูลฝอย เป็นต้น

ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสีย ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป (ตามบัญชีแนบท้าย) โรงไฟฟ้า โรงโม่ บด หรือ ย่อยหิน โรงงานเหล็ก โรงงานปูนซีเมนต์ เตาเผามูลฝอย เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ เตาเผาศพ สถานประกอบกิจการที่ใช้หม้อไอน้ำ โรงงานปูนซีเมนต์ที่ใช้ของเสียเป็นเชื้อเพลิงหรือเป็นวัตถุดิบในการผลิต เป็นต้น ตัวอย่างมาตรฐานการระบายอากาศเสียจากอุตสาหกรรมทั่วไป ชนิดของอากาศเสียและแหล่งที่มา แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4

ตัวอย่างมาตรฐานการระบายอากาศเสียจากอุตสาหกรรมทั่วไป

ชนิดของอากาศเสีย	แหล่งที่มา	ค่าปริมาณของอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจาก	
		กระบวนการผลิตที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง	กระบวนการผลิตที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง
1. ฝุ่นละออง (Total Suspended Particulate) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	1.1 หม้อไอน้ำ หรือแหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้		
	(1) น้ำมันเตา		ไม่เกิน 240
	(2) ถ่านหิน		ไม่เกิน 320
	(3) ชีวมวล		ไม่เกิน 320
	(4) เชื้อเพลิงอื่น ๆ		ไม่เกิน 320
	1.2 การถลุง หล่อหลอม รีดดึง และ/หรือผลิต อะลูมิเนียม	ไม่เกิน 300	ไม่เกิน 240
	1.3 กระบวนการผลิต	ไม่เกิน 400	ไม่เกิน 320
2. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) (ส่วนในล้านส่วน)	2.1 หม้อไอน้ำหรือแหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้		
	(1) น้ำมันเตา		ไม่เกิน 950
	(2) ถ่านหิน		ไม่เกิน 700
	(3) ชีวมวล		ไม่เกิน 60
	(4) เชื้อเพลิงอื่น ๆ		ไม่เกิน 60
	2.2 กระบวนการผลิต	ไม่เกิน 500	-

ชนิดของอากาศเสีย	แหล่งที่มา	ค่าปริมาณของอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจาก	
		กระบวนการผลิตที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง	กระบวนการผลิตที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง
3. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนซึ่งคำนวณในรูปของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Oxides of nitrogen as Nitrogen dioxide) (ส่วนในล้านส่วน)	หม้อไอน้ำ หรือ แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้ (1) น้ำมันเตา (2) ถ่านหิน (3) ชีวมวล (4) เชื้อเพลิงอื่น ๆ		 ไม่เกิน 200 ไม่เกิน 400 ไม่เกิน 200 ไม่เกิน 200
4. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide) (ส่วนในล้านส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน 870	ไม่เกิน 690
5. ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulde) (ส่วนในล้านส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน 100	ไม่เกิน 80
6. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen Chloride) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน 200	ไม่เกิน 160
7. กรดกำมะถัน (Sulfuric acid) (ส่วนในล้านส่วน)	กระบวนการผลิต	ไม่เกิน 25	

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ลงวันที่ 5 เมษายน 2549 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 123 ตอนที่ 50 ง วันที่ 18 พฤษภาคม 2549)

2.5.3 มาตรการสำคัญที่ดำเนินการในปัจจุบัน

1) การกำหนดสถานที่ห้ามตั้งโรงงาน แม้จะมีโรงงานบางจำพวกที่ไม่ต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน แต่ก็มีเกณฑ์ให้พิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับสถานที่ตั้งโรงงาน ตัวอย่างจากกฎหมายโรงงาน ดังนี้

โรงงานจำพวกที่ 1 2 และ 3 ห้ามตั้งในบริเวณบ้านจัดสรร อาคารชุด ห้องแถว และบ้านพักอาศัย

โรงงานจำพวกที่ 1 และ 2 ห้ามตั้งอยู่ในบริเวณเขตติดต่อสาธารณสถาน เช่น โรงเรียน วัด โรงพยาบาล โบราณสถาน สถานที่หน่วยงานของรัฐ และแหล่งอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ภายในระยะ 50 เมตร

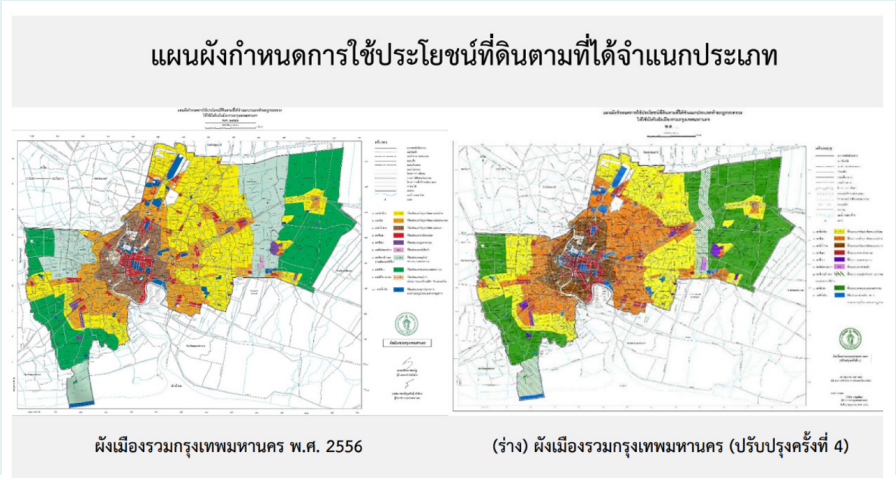
โรงงานจำพวกที่ 3 ห้ามตั้งอยู่ในบริเวณเขตติดต่อสาธารณสถาน ภายในระยะ 100 เมตร

นอกจากนี้ โรงงานทั้ง 3 จำพวก ควรตั้งอยู่ในสถานที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม มีอาณาบริเวณกว้างขวาง ไม่สร้างความเดือดร้อนรำคาญ และไม่ก่อให้เกิดเหตุอันตรายต่อบุคคล หรือทรัพย์สินของผู้อื่น

การกำหนดข้อห้ามเหล่านี้ มักจะกำหนดไว้เป็นข้อบัญญัติของ อปท. เช่น กรุงเทพมหานคร เทศบาล อบต. ซึ่งแต่ละแห่งก็จะมีข้อกำหนดในรายละเอียดที่แตกต่างกันได้ รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถสืบค้นได้จาก เว็บไซต์ ของ อปท. ในพื้นที่ที่ต้องการตั้งโรงงานดังกล่าว หรือสอบถามโดยตรงจาก อปท. นั้น

2) การกำหนดผังเมืองและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่

กฎหมายผังเมืองในประเทศไทยมีขึ้นเพื่อกำหนดพื้นที่ใช้ประโยชน์โดยรวมของประเทศ ให้เป็นระเบียบและเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของทุกคน โดยกฎหมายจะกำหนดไว้ว่าพื้นที่ไหนสร้างอะไรได้บ้าง ห้ามสร้างอะไร หรือสร้างได้แต่จำกัดความสูง กฎหมายผังเมืองจะมีรายละเอียดของผังเมืองรวม และแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือผังสี แนบท้ายตัวกฎหมาย เพื่อแสดงสีของที่ดินต่าง ๆ ซึ่งผังเมืองสามารถมีการปรับแก้ไขตามข้อมูล สถานการณ์และทิศทางการพัฒนาในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่าง เช่น ผังเมืองกรุงเทพมหานคร มีผังเมืองรวมปัจจุบัน คือ ผังเมืองรวม 2556 และได้มีการจัดทำ ร่างผังเมืองรวมฉบับใหม่แล้วเสร็จในปี 2563 แต่เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด 19 ทำให้เกิดความล่าช้าในหลายขั้นตอนของการพิจารณาประกาศใช้ รูปที่ 2.4 แสดง (ร่าง) ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร (ปรับปรุงครั้งที่ 4) เปรียบเทียบกับผังเมืองรวมเดิม



รูปที่ 2. 4 (ร่าง) ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร (ปรับปรุงครั้งที่ 4) เปรียบเทียบกับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556
(ที่มา: สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร, 2562)

ผังเมืองกรุงเทพฯ มีการแบ่งประเภทของที่ดินไว้ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมบนพื้นที่ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

(1) ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย แบ่งสีผังเมืองโซนย่อยเป็น 3 เฉดสีตามปริมาณความหนาแน่นของการอยู่อาศัยในพื้นที่ ได้แก่ (ก) สีเหลือง สำหรับบริเวณที่มีความหนาแน่นต่ำ (ข) สีส้ม สำหรับบริเวณที่มีความหนาแน่นปานกลาง และ (ค) สีน้ำตาล สำหรับบริเวณที่มีความหนาแน่นสูง

(2) ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม แสดงสีผังเมืองสีแดง

(3) ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม แสดงสีผังเมืองสีม่วง ที่ดินประเภทนี้สามารถสร้างที่อยู่อาศัยได้ เช่น บ้านเดี่ยว หอพัก หรือคอนโดมิเนียมขนาดเล็ก เป็นต้น แต่ไม่สามารถสร้างอาคารสูงอาคารชุดขนาดใหญ่ได้ แต่สามารถสร้างร้านค้าได้ โดยต้องพิจารณาข้อกำหนดตาม พ.ร.บ. โรงงาน ประกอบด้วย

(4) ที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม และที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม แสดงเป็น กรอบขาวและเส้นทแยงสีเขียว

(5) ที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์และศิลปวัฒนธรรมไทย แสดงสีผังเมืองสีน้ำตาลอ่อน

(6) ที่ดินประเภทสถาบันราชการ สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ แสดงสีผังเมืองสีน้ำเงิน

3) การติดตามตรวจสอบการระบายมลพิษอากาศจากปล่องโรงงาน

อุตสาหกรรมหลายประเภทมีข้อกำหนดให้ต้องรายงานผลการประกอบกิจการ เช่น ผลผลิต รายได้ รวมทั้ง การระบายมลพิษ ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้จัดให้มีระบบการรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน (แบบ รว.1, รว.2, รว.3, รว.3/1) โดยมีประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การจัดทำรายงาน ชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2558 ลงวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2558 และประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง แบบรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2559 ลงวันที่ 28 มกราคม 2559 กำหนดให้ใช้แบบรายงานมลพิษอากาศ (แบบ รว.3) สำหรับโรงงานที่ต้องมีผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษอากาศ และ โรงงานที่ต้องจัดทำรายงานมลพิษอากาศ

การรายงานตามแบบ รว.3 ต้องไปดูการกำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงานด้วย เนื่องจากไม่ได้กำหนดไว้ทุกประเภท และ ข้อมูลที่จะรายงาน อาจเป็นข้อมูลจากการตรวจวัด (Measurement) คือ เป็นชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ได้มาจากตรวจวัดวิเคราะห์โดยใช้วิธีการตามมาตรฐานที่กำหนดในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม หรือ ข้อมูลจากการคำนวณ (Calculation) โดยใช้วิธีการคำนวณที่ยอมรับในระดับสากล ได้แก่ (ก) การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยสารมลพิษ (Emission Factor) ของสารมลพิษชนิดนั้น ๆ หรือ (ข) การคำนวณทางวิศวกรรม (Engineering Calculation) หรือ (ค) สมดุลมวล (Mass Balance) ทั้งนี้ ชนิดและขนาดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2558 แสดงในตารางที่ 2.5

รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถสืบค้นได้จาก เว็บไซต์ กรมโรงงานอุตสาหกรรม http://hawk.diw.go.th/eis/

ตารางที่ 2.5

ชนิดและขนาดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2558

รายการที่	ชนิดและขนาดของโรงงาน	การจัดทำรายงาน
1	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำกระดาษ กระดาษแข็งหรือกระดาษที่ใช้ในการก่อสร้าง ชนิดที่ทำจากเส้นใยหรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป	รายงานมลพิษน้ำ และ รายงานมลพิษอากาศ
2	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเหล็กหรือเหล็กกล้าที่มีกำลังการผลิตแต่ละชนิดหรือรวมกันตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป ดังนี้ 1) เหล็กขั้นต้นหรือเหล็กขั้นกลาง ที่มีการถลุง หลอม หล่อ 2) เหล็กขั้นปลาย ได้แก่ ที่มี 2.1) การรีดเหล็ก (Rolling) ทั้งการรีดร้อนและรีดเย็น ยกเว้นการรีดขึ้นรูปเย็น (Cold roll forming) และการรีดปรับสภาพผิว (Skin – pass หรือ Temper rolling) 2.2) การทุบขึ้นรูปร้อน (Hot forging) 2.3) การเคลือบผิว (ทั้งกรรมวิธีจุ่มด้วยโลหะหลอมเหลว กรรมวิธีทางไฟฟ้า กรรมวิธีทางเคมี กรรมวิธีทางไฟฟ้าเคมี) 2.4) การหล่อเหล็กรูปพรรณ (Ferrous metal foundries)	รายงานมลพิษน้ำ และ รายงานมลพิษอากาศ
3	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิตแก้ว เส้นใยแก้ว หรือผลิตภัณฑ์แก้วที่มีเตาหลอม	รายงานมลพิษอากาศ
4	โรงงานที่มีการใช้หม้อน้ำ เฉพาะ 1) โรงงานที่มีหม้อน้ำเดี่ยวที่มีกำลังการผลิตไอน้ำ ตั้งแต่ 10 ตันไอน้ำต่อชั่วโมงขึ้นไป กรณีใช้ของเหลว หรือของแข็งเป็นเชื้อเพลิง 2) โรงงานที่มีหม้อน้ำเดี่ยวที่มีกำลังการผลิตไอน้ำตั้งแต่ 20 ตันไอน้ำต่อชั่วโมงขึ้นไป กรณีใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง	รายงานมลพิษอากาศ
5	โรงงานที่มีหรือใช้สารอินทรีย์ระเหย (VOCs) ในกระบวนการผลิตตั้งแต่ 36 ตันต่อปีขึ้นไป	รายงานมลพิษอากาศ

ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2558 ลงวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2558 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 132 ตอนพิเศษ 193 ง วันที่ 21 สิงหาคม 2558)

กระทรวงอุตสาหกรรม ได้มีประกาศกระทรวงฯ เพื่อกำหนดให้โรงงานประเภทต่าง ๆ ต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษเพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศจากปล่องแบบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง (Continuous Emission Monitoring Systems, CEMS) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดใหญ่ เช่น โรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน เตาเผาเพื่อปรับคุณภาพของเสียรวม เป็นต้น โดยมีการกำหนดสารมลพิษที่จะให้รายงานร่วมกับ พารามิเตอร์อื่น เช่น ปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิ ซึ่งกรณีโรงงานที่มีการติดตั้งเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นของมลพิษอากาศจากปล่องที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง หรือ CEMS แล้วนั้น ก็ให้สามารถนำข้อมูลผลการตรวจวัดจากอุปกรณ์ดังกล่าว มารายงานในแบบ รว.3 ได้ ทั้งนี้ อุปกรณ์ CEMS ต้องได้รับการทวนสอบหรือสอบเทียบตามระยะเวลาที่กำหนด

ในส่วนของการสำรวจและจัดทำข้อมูลโรงงานจำพวกที่ 1 และ 2 ซึ่งปัจจุบันเป็นการดำเนินการของ อปท. ตามภารกิจที่ได้รับการถ่ายโอนจากกระทรวงอุตสาหกรรมนั้น อปท. จะใช้ข้อมูลเบื้องต้นจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม และออกหนังสือแจ้งผลการสำรวจโรงงานว่าเป็นโรงงานจำพวกที่ 1 หรือหนังสือแจ้งผลว่า ไม่เป็นโรงงาน โดยส่วนของการตรวจสอบสั่งการยังคงให้เป็นหน้าที่ของสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดหรือกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ภารกิจด้านการรับแจ้งประกอบกิจการโรงงานและเรื่องที่เกี่ยวข้องสำหรับโรงงานจำพวกที่ 2 นั้น อปท. จะสรุปผลการดำเนินการแจ้งให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับโรงงานในกรุงเทพมหานคร หรือ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสำหรับโรงงานในส่วนภูมิภาค และสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดแจ้งผลการรับแจ้งการประกอบกิจการโรงงานของ อปท. ให้กรมโรงงานอุตสาหกรรม โดยส่วนของการตรวจสอบและสั่งการหลังการรับแจ้งยังให้เป็นหน้าที่ของสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดหรือกรมโรงงานอุตสาหกรรม

4) **การจัดทำรายการการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) หรือรายงานการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ (EHIA)**

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment; EIA) คือ กระบวนการศึกษาและประเมินผลที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการหรือกิจการหรือการดำเนินการใดของรัฐหรือที่รัฐจะอนุญาตให้มีการดำเนินการที่อาจมีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพ อนามัย คุณภาพชีวิต หรือส่วนได้เสียอื่นใดของประชาชนหรือชุมชน ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยผ่านกระบวนการการมีส่วนร่วมของประชาชนเพื่อกำหนดมาตรการป้องกันแก้ไขผลกระทบดังกล่าว ผลการศึกษา เรียกว่า รายงานการประเมิน

ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

EIA เป็นการใช้หลักวิชาการในการทำนายหรือคาดการณ์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งทางบวกและทางลบของการดำเนินโครงการพัฒนา ที่จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมในทุก ๆ ด้าน ทั้งทางทรัพยากรธรรมชาติ ทางเศรษฐกิจ และสังคม เพื่อจะได้หาทางป้องกันผลกระทบในทางลบที่อาจเกิดขึ้นให้เกิดน้อยที่สุด ในขณะเดียวกันก็มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติซึ่งส่วนใหญ่ไม่สามารถฟื้นคืนกลับมาได้อย่างมีประโยชน์ มีประสิทธิภาพสูงสุด และคุ้มค่าที่สุด

นอกจากนี้ รายงาน EIA ยังใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจของนักบริหารว่าสมควรดำเนินการหรือไม่ การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นประโยชน์อย่างมาก ในการนำมาศึกษาพิจารณาประกอบการวางแผนป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ขั้นตอนศึกษาความเหมาะสมของโครงการ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นภายหลังดำเนินโครงการไปแล้ว และเป็นการบริหารโครงการที่มุ่งเน้นการป้องกันมากกว่าการแก้ไข

ปัจจุบัน รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม แบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

1) รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (Initial Environmental Examination: IEE)

2) รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA)

3) รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำหรับโครงการ กิจการหรือการดำเนินการที่อาจมีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพ อนามัย คุณภาพชีวิต ของประชาชนในชุมชนอย่างรุนแรง (Environmental and Health Impact Assessment: EHIA)

กฎหมายสิ่งแวดล้อม จะกำหนดประเภท ขนาดและกิจการที่เข้าข่ายการจัดทำ IEE EIA หรือ EHIA แล้วแต่กรณี รวมทั้ง กำหนดขั้นตอน กระบวนการ ระยะเวลาในการพิจารณารายงานฯ

ขั้นตอนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย (1) การกลั่นกรองโครงการ (2) การจัดทำรายงาน (3) การพิจารณารายงาน และ (4) การติดตามตรวจสอบ

การพิจารณารายงาน ดำเนินการในรูปแบบของคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (คชก.) และมีผู้แทนของหน่วยงานอนุญาตตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ร่วมเป็นผู้แทนด้วย ซึ่งปัจจุบัน คชก. มี 9 คณะสำหรับโครงการ ต่อไปนี้

(1) โครงการโครงสร้างพื้นฐานทางบกและอากาศ

(2) โครงการโครงสร้างพื้นฐานทางน้ำ

(3) โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ

(4) โครงการอุตสาหกรรมและระบบสาธารณูปโภคที่สนับสนุน

(5) โครงการอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ปิโตรเคมี และเคมี

(6) โครงการพลังงาน

(7) โครงการเหมืองแร่

(8) โครงการพัฒนาปิโตรเลียม

(9) โครงการอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน

นอกจาก คชก. ทั้ง 9 คณะแล้ว ยังได้มีการแต่งตั้ง คชก. ระดับจังหวัด สำหรับโครงการฯ บางประเภท ตัวอย่าง เช่น คชก. ด้านอาคาร การจัดสรรที่ดิน และบริการชุมชน ซึ่งได้มีการจัดตั้งในจังหวัดใหญ่ ๆ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร จังหวัดปทุมธานี จังหวัดนนทบุรี จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดเชียงใหม่ และ คชก. ในเขตพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม จังหวัดกระบี่ จังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดชลบุรี (ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม 2565)

โครงการด้านอุตสาหกรรม หรือที่เกี่ยวข้องจะถูกกำหนดให้มีการจัดทำรายงานฯ ตามกฎหมาย เพื่อประกอบการพิจารณาสำหรับการอนุญาตและการดำเนินโครงการ โดยจะต้องแสดงขั้นตอนการดำเนินการ ตั้งแต่ เริ่มก่อสร้าง การดำเนินงาน และการยุติการดำเนินการ (เช่น การฟื้นฟูสภาพแวดล้อมจากการทำเหมือง การเคลื่อนย้ายแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติเมื่อสิ้นสุดโครงการฯ เป็นต้น)

ตัวอย่างโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการซึ่งต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม EIA หรือ EHIA แสดงดังตารางที่ 2.6 และ ตารางที่ 2.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.6

ตัวอย่างโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการซึ่งต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ลำดับ	ประเภทโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการ	ขนาด
4	นิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมหรือโครงการที่มีลักษณะเช่นเดียวกับนิคมอุตสาหกรรมหรือโครงการจัดสรรที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม	ทุกขนาด
5	อุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่มีกระบวนการผลิตทางเคมี	ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป
6	อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม	ทุกขนาด
7	อุตสาหกรรมแยกหรือแปรสภาพก๊าซธรรมชาติ	ทุกขนาด
8	อุตสาหกรรมคลอร์-แอลคาไล (Chlor – alkali industry) และอุตสาหกรรม ที่ใช้คลอรีน (Cl_2) หรือไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ดังนี้ 8.1 อุตสาหกรรมคลอร์-แอลคาไล (Chlor – alkali industry) ที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นวัตถุดิบในการผลิต ผลิตภัณฑ์คลอรีน (Cl_2) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โซเดียมไฮโพคลอไรต์ (NaOCl) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) และผงปูนคลอรีน (Bleaching Powder) 8.2 อุตสาหกรรมที่ใช้คลอรีน (Cl_2) หรือไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์โซเดียมไฮโพคลอไรต์ (NaOCl) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) และ ผงปูนคลอรีน (Bleaching Powder)	ที่มีกำลังการผลิตแต่ละชนิดหรือรวมกันตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป
9	อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์	ทุกขนาด
10	อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ	ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป
11	อุตสาหกรรมที่ผลิตสารออกฤทธิ์หรือสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์โดยใช้กระบวนการทางเคมี	ทุกขนาด
12	อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยเคมีโดยกระบวนการทางเคมี	ทุกขนาด
13	อุตสาหกรรมประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำตาล ดังต่อไปนี้ 13.1 การทำน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ 13.2 การทำกลูโคส เดกซ์โทรส ฟรักโทส หรือผลิตภัณฑ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน	ทุกขนาด ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่20ตันต่อวันขึ้นไป

ลำดับ	ประเภทโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการ	ขนาด
14	อุตสาหกรรมเหล็กหรือเหล็กกล้า	ที่มีกำลังการผลิตแต่ละชนิดหรือรวมกันตั้งแต่ 100 ตันต่อวันขึ้นไป
15	อุตสาหกรรมถลุงหรือแต่งแร่ หรือหลอมโลหะ ซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้าตามลำดับที่ 14	ที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป
17	โรงงานปรับคุณภาพของเสียรวมเฉพาะสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน	ทุกขนาด
18	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนทุกประเภทยกเว้นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ขยะมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงที่ได้รับยกเว้นต้องไม่ใช่โรงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่พื้นที่ดังต่อไปนี้ 18.1 พื้นที่ซึ่งคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบกำหนดให้เป็นพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1 และชั้น 2 18.2 พื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อมตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 18.3 พื้นที่ป่าอนุรักษ์เพิ่มเติมตามมติของคณะรัฐมนตรี 18.4 พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ 18.5 พื้นที่ซึ่งมีระดับสารมลพิษทางอากาศสูงเกินกว่าร้อยละ 80 ของค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป	ที่มีกำลังผลิตกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 10 เมกะวัตต์ขึ้นไป

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เรื่อง กำหนดโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการ ซึ่งต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 19 พฤศจิกายน 2561 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 3 ง วันที่ 4 มกราคม 2562)

ตารางที่ 2.7

ตัวอย่างโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการที่อาจมีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพ อนามัย คุณภาพชีวิต ของประชาชนในชุมชนอย่างรุนแรง

ลำดับ	ประเภทโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการ	ขั้นตอนในการเสนอรายงาน
3	นิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมหรือโครงการที่มีลักษณะเช่นเดียวกับนิคมอุตสาหกรรม ดังต่อไปนี้ 3.1 นิคมอุตสาหกรรมหรือโครงการที่มีลักษณะเช่นเดียวกับนิคมอุตสาหกรรม ที่จัดตั้งขึ้นเพื่อรองรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีตามลำดับที่ 4 หรืออุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็กตามลำดับที่ 5.1 หรือ 5.2 แล้วแต่กรณีมากกว่า 1 โรงงานขึ้นไป 3.2 นิคมอุตสาหกรรม หรือโครงการที่มีลักษณะเช่นเดียวกับนิคมอุตสาหกรรม ที่มีการขยายพื้นที่เพื่อรองรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีตามลำดับที่ 4 หรืออุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็ก ตามลำดับที่ 5.1 หรือ 5.2	ในขั้นขออนุมัติหรือในขั้นขออนุญาตโครงการ แล้วแต่กรณี
4	อุตสาหกรรมปิโตรเคมีดังต่อไปนี้ 4.1 อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น (upstream petrochemical industry) 4.2 อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นกลาง (intermediate petrochemical industry) ดังนี้ 4.2.1 ที่ผลิตสารเคมี หรือใช้วัตถุดิบที่เป็นสารเคมี ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม 1 4.2.2 ที่ผลิตสารเคมี หรือใช้วัตถุดิบที่เป็นสารเคมี ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม 2A	ในขั้นขออนุญาตก่อสร้างเพื่อประกอบกิจการ หรือในขั้นขออนุญาตประกอบกิจการ หรือในขั้นขอขยาย แล้วแต่กรณี
5	อุตสาหกรรมถลุงแร่ หรือหลอมโลหะ ดังต่อไปนี้ 5.1 อุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็ก 5.2 อุตสาหกรรมถลุงแร่เหล็กที่มีการผลิตถ่าน coke หรือที่มีกระบวนการ sintering 5.3 อุตสาหกรรมถลุงแร่ ทองแดง ทองคำ หรือสังกะสี 5.4 อุตสาหกรรมถลุงแร่ตะกั่ว 5.5 อุตสาหกรรมหลอมโลหะ (ยกเว้นเหล็ก และอะลูมิเนียม) 5.6 อุตสาหกรรมหลอมตะกั่ว	ในขั้นขออนุญาตก่อสร้างเพื่อประกอบกิจการหรือในขั้นขออนุญาตประกอบกิจการหรือในขั้นขอขยาย แล้วแต่กรณี
7	โรงงานปรับคุณภาพของเสียรวมหรือโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน ที่มีการเผาหรือฝังกลบของเสียอันตราย ยกเว้นการเผาในหม้อเผาซีเมนต์ ที่ใช้ของเสียอันตรายเป็นวัตถุดิบทดแทน หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริม	ในขั้นขออนุญาตก่อสร้างเพื่อประกอบกิจการ หรือในขั้นขออนุญาตประกอบกิจการ แล้วแต่กรณี

ลำดับ	ประเภทโครงการ กิจการ หรือการดำเนินการ	ขั้นตอนในการเสนอรายงาน
11	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ดังต่อไปนี้ 11.1 โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง 11.2 โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล 11.3 โรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นระบบพลังความร้อนร่วมชนิด combined cycle หรือ cogeneration 11.4 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	ในขั้นขออนุญาตก่อสร้างเพื่อประกอบกิจการหรือในขั้นขออนุญาตประกอบกิจการ แล้วแต่กรณี
12	อุตสาหกรรมผลิตถ่านโค้ก	ในขั้นขออนุมัติหรือในขั้นขออนุญาตโครงการแล้วแต่กรณี

ที่มา: ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เรื่อง กำหนดโครงการกิจการ หรือการดำเนินการที่อาจมีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ คุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพอนามัย คุณภาพชีวิต ของประชาชนในชุมชนอย่างรุนแรง ซึ่งต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 19 พฤศจิกายน 2561 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนพิเศษ 3 ง วันที่ 4 มกราคม 2562)

5) ระบบรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษจากโรงงานที่มีการถือครองสารเคมีเป้าหมาย หรือ ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (PRTR)

ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ หรือ Pollutant Release and Transfer Register ซึ่งเรียกสั้น ๆ ว่า PRTR โดยทั่วไปหมายถึง ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่หน่วยงานราชการเผยแพร่สู่สาธารณชนเกี่ยวกับ ชนิด และ ปริมาณของสารเคมี หรือ มลพิษ ที่มีการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดมลพิษสู่ตัวกลางสิ่งแวดล้อม ทั้งอากาศ ดิน น้ำ รวมถึง ข้อมูลการนำน้ำเสียหรือของเสียที่มีสารเคมีหรือมลพิษออกจากแหล่งกำเนิดไปบำบัดหรือกำจัด

การปลดปล่อย (Release) หมายถึง การปล่อย ระบาย ทิ้ง หก รด รั่วไหล ของสารเคมี มลพิษ อากาศเสีย น้ำเสีย หรือของเสีย จากแหล่งกำเนิดออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งโดยจงใจ หรือไม่จงใจ ส่วนการเคลื่อนย้าย (Transfer) หมายถึง การนำน้ำเสียหรือของเสียที่มีมลพิษเป้าหมายเป็นองค์ประกอบออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษเป้าหมายไปบำบัด หรือกำจัดยังสถานที่บำบัดหรือกำจัด

PRTR จะกำหนดแหล่งกำเนิดมลพิษเป้าหมาย (Target sources) ที่เข้าข่ายต้องรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษให้กับหน่วยงานราชการ และแหล่งกำเนิดที่หน่วยงานราชการเป็นผู้รับผิดชอบในการคาดประมาณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ โดยมลพิษเป้าหมาย (Target substances/pollutants) หมายถึง รายชื่อสารเคมี กลุ่มสารเคมี หรือ มลพิษที่ถูกกำหนดขึ้นภายใต้ระบบ PRTR ซึ่งสารเคมีหรือมลพิษภายใต้ระบบ PRTR จำแนกได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) สารเคมี เช่น benzene, toluene และ formaldehyde (2) กลุ่มสารเคมี เช่น ตะกั่วและสารประกอบตะกั่ว และ (3) มลพิษ เช่น NO_x SO_x โดยสารเคมีหรือมลพิษนอกเหนือจากบัญชีที่ PRTR กำหนด ไม่ต้องมีการรายงานข้อมูล

แหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องรายงานข้อมูล (Target sources with reporting criteria) หมายถึง แหล่งกำเนิดมลพิษเป้าหมายที่มีประเภทของกิจการ ขนาดของกิจการและปริมาณสารเคมีที่ถือครองเป็นไปตามเกณฑ์การรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ

แหล่งกำเนิดมลพิษที่ไม่ต้องรายงานข้อมูล (Target sources without reporting criteria) หมายถึง แหล่งกำเนิดมลพิษเป้าหมายที่ถูกกำหนดภายใต้ระบบทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษให้หน่วยงานราชการเป็นผู้รับผิดชอบในการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษ

ปริมาณสารเคมีที่ถือครอง (Chemical handle) หมายถึง ปริมาณสารเคมีเป้าหมายที่แหล่งกำเนิดมลพิษเป้าหมาย มีการผลิต นำเข้า ส่งออก ใช้ หรือก่อให้เกิดการปลดปล่อยในระยะเวลา 1 ปี หรือ ตามรอบการรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ

PRTR ต่างจากระบบการรายงานข้อมูลอื่น โดยข้อมูล PRTR รายงานในหน่วยของ “ปริมาณ” ต่อระยะเวลา อาทิ กิโลกรัม/ปี โดยไม่กำหนดปริมาณขั้นต่ำ และไม่ใช่มาตรฐาน (ซึ่งมาตรฐานฯ ส่วนใหญ่จะให้รายงานข้อมูลในหน่วยของความเข้มข้น เช่น มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับกรณีของมาตรฐานการระบายอากาศเสียจากปล่องโรงงาน) และ PRTR เป็นการรายงานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษสู่ตัวกลางสิ่งแวดล้อมที่รองรับมลพิษนั้น คือ อากาศ ดิน น้ำ แต่ไม่ได้บอกถึงระดับของการตกค้างของมลพิษนั้นในสิ่งแวดล้อม เนื่องจาก สารเคมีหรือมลพิษมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และบางประเภทอาจสลายตัวได้อย่างรวดเร็วหลังจากการปลดปล่อยและไม่มีการตกค้างในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ประเทศไทยได้มีการดำเนินโครงการพัฒนาระบบการจัดทำ PRTR มาตั้งแต่ปี 2556 โดยเป็นความร่วมมือระหว่างองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (JICA) กรมควบคุมมลพิษ การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และกรมโรงงานอุตสาหกรรม และเสร็จสิ้นโครงการระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ในพื้นที่นำร่อง คือ จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดสมุทรปราการ และอยู่ระหว่างพิจารณาการดำเนินงานระยะที่ 3 รวมทั้งการดำเนินการด้านระเบียบข้อปฏิบัติ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับกฎหมายอย่างน้อย 3 ฉบับ ได้แก่ พ.ร.บ.โรงงาน พ.ร.บ. วัตถุอันตราย และพ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมฯ จึงอาจมีข้อจำกัดและข้อพิจารณาหลายประการ ทำให้ปัจจุบัน กฎหมาย PRTR จึงยังไม่มีการบังคับใช้ อย่างไรก็ตามในระยะแรก ระบบการรายงานข้อมูล PRTR ได้มีการนำมาใช้ในรูปแบบการขอความร่วมมือจากอุตสาหกรรมในพื้นที่นำร่อง และได้เริ่มดำเนินการจัดทำระบบฐานข้อมูล PRTR แล้ว ตัวอย่างเช่น รายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ จังหวัดระยอง ประจำปี พ.ศ.2556 2557 และ 2558 (http://prtr.pcd.go.th/categories/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-prtr/)
รายละเอียดเกี่ยวกับ คู่มือคำนวณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ แนวทางการคาดประมาณการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม การคำนวณการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษจากข้อมูลการตรวจวัด สามารถสืบค้นได้เพิ่มเติมจาก http://prtr.pcd.go.th/categories/handbook/

กรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้จัดทำเอกสารเผยแพร่วิธีการประเมินการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษสำหรับภาคอุตสาหกรรมที่ต้องรายงานข้อมูลภายใต้ระบบ PRTR แนวทางการจัดทำรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ (PRTR) สำหรับอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์เกี่ยวกับไฟฟ้า อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางและผลิตภัณฑ์ยาง อุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ อุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะขั้นมูลฐานและผลิตภัณฑ์โลหะ กิจการเกี่ยวกับการจัดการของเสีย การบำบัดน้ำเสีย และกิจการเกี่ยวกับการจัดการของเสีย รีไซเคิลน้ำมันใช้แล้ว โดยสามารถสืบค้นรายละเอียดเพิ่มเติม ได้ที่ http://web-info.diw.go.th/prtr/Home.aspx

6) การกำกับ ดูแล กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตามกฎหมายสาธารณสุข

กฎหมายสาธารณสุข ให้ความสำคัญกับการจัดการให้การดำรงชีพของมนุษย์อยู่ในดุลยภาพกับสิ่งแวดล้อม โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการที่จะต้องทำให้อยู่ในสภาวะที่สมดุลต่อกันและกัน คือ (1) สิ่งแวดล้อม (Environmental) (2) มลพิษ หรือสิ่งที่ทำให้เกิดโรค (Pollutant/Agent) และ (3) พฤติกรรมการปฏิบัติของมนุษย์ (Human Behavior) ดังนั้นจึงครอบคลุมกิจการต่าง ๆ ของชุมชนที่พิจารณาแล้วว่าอาจมีผลกระทบหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งการพิจารณาโดยยึดสุขภาพอนามัยเป็นหลักนั้น ก็เชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมและปัญหามลพิษด้วยเช่นกัน แม้ว่ากิจการบางประเภทอาจส่งผลกระทบชัดเจนในด้านสุขภาพอนามัย แต่ไม่ส่งผลชัดเจนทางด้านสิ่งแวดล้อมก็เป็นได้

กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หมายถึง กิจการที่มีกระบวนการผลิตหรือกรรมวิธีการผลิต หรือกิจกรรมการให้บริการต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดมลพิษหรือสิ่งที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งผู้ประกอบกิจการ พนักงานหรือผู้ปฏิบัติงาน ลูกค้าหรือผู้มารับบริการ รวมถึงประชาชนที่อยู่ในบริเวณข้างเคียงนั้น ๆ โดยกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตามพ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 นั้น ครอบคลุมกิจการประเภทต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนตั้งแต่ระดับครัวเรือน ชุมชน ตลอดจนกิจการขนาดเล็กจนถึงกิจการขนาดใหญ่ ซึ่งบางประเภทกิจการแม้ว่าจะเป็นกิจการขนาดเล็กแต่มีการประกอบกิจการอยู่เป็นจำนวนมาก หรือมีความถี่ของกระบวนการผลิตหรือมีกิจกรรมการให้บริการอยู่เป็นจำนวนมากก็ทำให้เกิดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นจำนวนมากด้วยเช่นกัน สำหรับบางประเภทกิจการแม้ว่าจะมีการประกอบกิจการเป็นจำนวนน้อยแต่เป็นกิจการขนาดใหญ่ หรือมีกระบวนการผลิตหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงหรืออาจเกิดผลกระทบในวงกว้างได้ ซึ่งความเสี่ยงหรือผลกระทบที่อาจเกิดกับผู้ปฏิบัติงาน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุบัติเหตุจากการทำงาน ปัญหามลพิษอากาศ ฝุ่นละออง สารเคมีระเหยสู่บรรยากาศ เป็นต้น

กระทรวงสาธารณสุขได้มีประกาศกระทรวงฯ เพื่อกำหนดรายชื่อกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยแบ่งไว้ 13 กลุ่ม และในแต่ละกลุ่ม จะมีกิจการย่อยอีกหลายกิจการ รวมทั้งหมด 141 กิจการ ได้แก่

1) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับสัตว์เลี้ยง มี 2 กิจการ

2) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับสัตว์และผลิตภัณฑ์ มี 7 กิจการ

3) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับอาหาร เครื่องดื่ม น้ำดื่ม ยกเว้นในสถานที่จำหน่ายอาหาร การขายเร่ การขายในตลาด และการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน มี 24 กิจการ

4) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับยา เวชภัณฑ์ อุปกรณ์การแพทย์ เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด มี 5 กิจการ

5) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับการเกษตร มี 9 กิจการ

6) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับโลหะหรือแร่ มี 6 กิจการ

7) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับยานยนต์ เครื่องจักรหรือเครื่องกล มี 9 กิจการ

8) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับไม้หรือกระดาษ มี 8 กิจการ

9) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับการบริการ มี 21 กิจการ

10) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับสิ่งทอ มี 8 กิจการ

11) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่คล้ายคลึง มี 12 กิจการ

12) กลุ่มกิจการที่เกี่ยวกับปิโตรเลียม ปิโตรเคมี ถ่านหิน ถ่านโค้ก และสารเคมีต่าง ๆ มี 17 กิจการ

13) กลุ่มกิจการอื่น ๆ มี 13 กิจการ

(ที่มา: ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ พ.ศ. 2558 ลงวันที่ 3 มิถุนายน 2558 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 132 ตอนพิเศษ 165 ง วันที่ 17 กรกฎาคม 2558) และ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 135 ตอนพิเศษ 32 ง วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2561)

ในการควบคุม กำกับ ดูแลนั้น กฎหมายสาธารณสุขได้กำหนดให้ อปท. มีอำนาจควบคุมการดำเนินกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพบางประเภทหรือทุกประเภท และให้มีการกำหนดเงื่อนไขทั่วไปสำหรับให้ผู้ดำเนินกิจการปฏิบัติเพื่อดูแลสภาพหรือสุขลักษณะของสถานที่ที่ใช้ดำเนินกิจการและมาตรการที่ต้องปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพที่อาจเกิดกับผู้ปฏิบัติงาน ประชาชน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม

กรมอนามัยได้จัดทำคู่มือ “แนวทางการควบคุมกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับปรับปรุง)” และเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางให้ อปท. ใช้พิจารณาในการออกข้อบัญญัติ

ท้องถิ่นในการควบคุม กำกับดูแลกิจการที่มีการดำเนินการหรือประกอบกิจการซึ่งตั้งอยู่ในท้องถิ่นที่รับผิดชอบ ซึ่งผู้สนใจสามารถสืบค้นเพิ่มเติมได้

7) แผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ “การแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง”

แผนปฏิบัติการฯ ให้ความสำคัญกับแหล่งกำเนิดภาคอุตสาหกรรม ซึ่งข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรมพบว่า โรงงานจำพวกที่ 3 ซึ่งมักเป็นโรงงานขนาดใหญ่ และผู้ประกอบการจะต้องได้รับอนุญาตประกอบกิจการก่อนถึงจะประกอบกิจการได้ มีจำนวน 69,127 โรง (ข้อมูล ปี พ.ศ. 2564)

รายละเอียดของแผนปฏิบัติการฯ มาตรการที่ 2 การป้องกันและลดการเกิดมลพิษที่ต้นทาง (แหล่งกำเนิด) ได้มุ่งให้ความสำคัญในการควบคุมและลดการระบายมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดรวมถึงลดจำนวนแหล่งกำเนิดมลพิษ โดยสรุปส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม ได้แก่

1) ควบคุมและลดมลพิษจากการก่อสร้างและผังเมือง

1.1) กำหนดกฎระเบียบมาตรการและเกณฑ์ปฏิบัติที่ดีในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

1.2) ส่งเสริมให้มีการจัดทำผังเมืองและการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้าง ต้องคำนึงถึงปัจจัยที่จะมีผลต่อการระบายอากาศและการสะสมของมลพิษอากาศ

1.3) การบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวดกับผู้ที่ทำให้กรวด หิน ดิน เลน ทราย หรือเศษวัตถุก่อสร้างตกหล่น รั่วไหล ปลิว ฟุ้งกระจายลงบนถนน

1.4) ส่งเสริมการก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.5) การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองให้ได้ตามมาตรฐานสากล รวมถึงรณรงค์และสร้างแรงจูงใจให้องค์กร รัฐวิสาหกิจและภาคเอกชนเข้าร่วมโครงการในลักษณะการดำเนินกิจกรรมการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม (CSR) ในการเพิ่มและการจัดการพื้นที่สีเขียวอย่างยั่งยืน

2) ควบคุมและลดมลพิษจากอุตสาหกรรม

2.1) กำหนดมาตรฐานการระบายมลพิษอากาศในรูป Loading ในพื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละอองโดยคำนึงถึงความสามารถหรือศักยภาพในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่

2.2) ติดตั้งระบบตรวจสอบการระบายมลพิษอากาศแบบอัตโนมัติต่อเนื่องที่ปล่องของโรงงานอุตสาหกรรมจำพวก 3 เตาเผาเชื้อเพลิง และ หม้อไอน้ำ หรือ แหล่งกำเนิดความร้อนที่มีขนาดตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด และรายงานผลผ่านระบบ on-line ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

2.3) การจัดทำทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ

2.4) ทบทวนและปรับปรุงมาตรฐานการระบายมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมให้เทียบเท่ามาตรฐานสากล

2.5) ปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรม

2.6) เพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานทางเลือกในการผลิตไฟฟ้า

รายละเอียดของแผนปฏิบัติการฯ สามารถสืบค้นเพิ่มเติมได้ที่ https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2021/02/pcdnew-2021-02-18_08-03-46_086635.pdf

2.6 สรุปและข้อเสนอแนะ

มลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม ขั้นตอนของอุตสาหกรรมไม่ได้มีขอบเขตเฉพาะในพื้นที่ตั้งโรงงานหรือสถานประกอบการเท่านั้น ยังครอบคลุมไปถึงกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่อง เช่น การขนส่งวัตถุดิบ การขนส่งผลิตภัณฑ์ การจัดการของเสีย หรืออื่น ๆ อีกด้วย ประเภทและขนาดของอุตสาหกรรม มีผลต่อปริมาณและชนิดของมลพิษที่ระบายออกมา โดยมีความแตกต่างหลากหลายมากมายตามรูปแบบและลักษณะของอุตสาหกรรม เทคโนโลยีในการควบคุมมลพิษอากาศก็มีหลายระดับ ซึ่งเทคโนโลยีส่วนใหญ่หลายประเภทเป็นการนำเข้าหรือประยุกต์จากต่างประเทศเพื่อปรับใช้กับอุตสาหกรรมในประเทศไทย ดังนั้น การพิจารณาด้านความเหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานในพื้นที่จริงเป็นสิ่งที่จำเป็น ทั้งนี้ แนวทางและข้อพิจารณาเลือกระบบควบคุมมลพิษ ควรเป็นระบบที่สามารถควบคุมมลพิษหลายชนิดได้พร้อมกัน หรือทำงานต่อเนื่องกันได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมโดยรวม

การบริหารจัดการมลพิษอุตสาหกรรม ขึ้นกับกฎหมายหลายฉบับ ซึ่งอาจมีเจตนารมณ์ที่ต่างกัน ทำให้ข้อกำหนดอาจมีความเหมือนหรือแตกต่างกันได้ จึงเป็นได้ทั้งการ

เสริมการควบคุม กำกับ ดูแลให้ครอบคลุมและเข้มงวดมากขึ้น หรืออาจเป็นข้อจำกัดของการดำเนินการก็ได้ ทั้งนี้ หน่วยงานส่วนกลางหรือกลุ่มวิชาการจะต้องมีบทบาทในการให้ข้อมูลวิชาการ ข้อแนะนำในการจัดการมลพิษต่าง ๆ รวมทั้งการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์หรือปรับใช้งานได้ในทางปฏิบัติ

ปัจจุบัน กฎหมายหลายฉบับได้มอบอำนาจให้หน่วยงานท้องถิ่นดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาหรืออุปสรรคในการดำเนินการ เช่น การเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจและองค์ความรู้ยังอาจไม่ทั่วถึง หรือครอบคลุมกับภารกิจ ของหน่วยงานท้องถิ่นที่มีอยู่หลายด้าน ซึ่งหน่วยงานส่วนกลางจึงต้องมีบทบาทหน้าที่และประสานงาน เป็นพี่เลี้ยงให้ข้อแนะนำทางวิชาการหรือช่วยเหลือในการลงพื้นที่ให้บางกรณี ทั้งนี้ การจัดทำคู่มือ แนวปฏิบัติให้เป็นแนวทางการทำงานเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และควรมีการทบทวนบทเรียนเป็นระยะเพื่อปรับปรุงให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน

อาจกล่าวได้ว่า ปัญหาทั่วไปจากการทำงานด้านการควบคุมมลพิษอากาศจากภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ การพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้ การบริหารทรัพยากรบุคคลและงบประมาณ การจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ในการติดตามตรวจวัดคุณภาพอากาศและสารมลพิษที่ระบายออกจากอุตสาหกรรม การตรวจสอบข้อมูลคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการระบายมลพิษจากอุตสาหกรรม

ข้อเสนอแนะสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานควบคุมมลพิษอากาศจากอุตสาหกรรม ได้แก่ การพัฒนาและเผยแพร่องค์ความรู้ให้ครอบคลุมกับอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ การจัดทำคู่มือและแนวปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่ระดับท้องถิ่น การกำหนดและทบทวนมาตรฐานการควบคุมการระบายมลพิษให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีการตรวจวัดและเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

Brand Buffet. 2562. กว่าจะมาเป็น “รถไฟฟ้า” และ ทำความรู้จักรถไฟฟ้า 4 ประเภทรอบตัวคุณ. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.brandbuffet.in.th/2019/04/railway-thailand-arl-bts-mrt/ [17 กุมภาพันธ์ 2565].

Cooper, C.D. and Alley, F.C. 1994. Air Pollution Control: A Design Approach. 2nd ed. U.S.A.: Waveland Press, Inc.

GNews. 2564. แนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประเทศตามนโยบาย 30/30. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทอล (องค์การมหาชน) https://gnews.apps.go.th/news?news=87223 [17 กุมภาพันธ์ 2565].

International Transport and Business School. 2550. ฐานความรู้ การขนส่ง. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: (http://www.itbsthai.com/knowledge_detail.php?LID=1&ID=1 [27 มกราคม 2565].

Narita, D., Oanh, N.T.K., Sato, K., Huo, M., Permadi, D.A., Chi, N.N.H. Ratanajaratroj, T. and Pawarmart, I. 2019. Characteristics and Policy Actions on Fine Particulate Matter in a Growing Asian Economy: The Case of Bangkok Metropolitan Region. Atmosphere, 10, 227.

Ronquillo, R. 2565. Understanding Air Pollution Control Equipment. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.thomasnet.com/articles/plant-facility-equipment/understanding-air-pollution-control-equipment/ [5 มีนาคม 2565].

TransportPolicy.net. 2018. EU: HEAVY-DUTY: EMISSIONS. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.transport-policy.net/standard/eu-heavy-duty-emissions/ [23 กุมภาพันธ์ 2565].

TransportPolicy.net. 2018. EU: LIGHT-DUTY: EMISSIONS. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.transport policy.net/standard/eu-light-duty-emissions/ [23 กุมภาพันธ์ 2565].

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. การขับขี่อย่างปลอดภัย ลดมลพิษและประหยัดเชื้อเพลิง. (ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)).

กรมควบคุมมลพิษ. 2564. ทำเนียบการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษ PRTR. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://prtr.pcd.go.th/ [5 มีนาคม 2565].

กรมทรัพยากรธรณี. 2543. โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อแก้ไขปัญหามลพิษจากฝุ่น ในพื้นที่ทำเหมืองหินและโรงโม่หิน บริเวณตำบลหน้าพระลานและบริเวณใกล้เคียง จังหวัดสระบุรี. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://library.dmr.go.th/library/DMR_Technical_Reports/2543/1580.pdf.

กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2565. กฎหมายเกี่ยวข้องกับกรมธุรกิจพลังงาน. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://elaw.doeb.go.th/ [1 กุมภาพันธ์ 2565].

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2559. ระบบการรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน (แบบ รว.1, รว.2, รว.3, รว.3/1) [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://hawk.diw.go.th/eis/ [5 มีนาคม 2565].

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2559. ระบบรายงานข้อมูลการปลดปล่อยและเคลื่อนย้ายมลพิษจากโรงงานที่มีการถือครองสารเคมีเป้าหมาย [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://web-info.diw.go.th/prtr/Home.aspx [5 มีนาคม 2565].

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2563. การถ่ายโอนภารกิจโรงงานจำพวกที่ 1 และ 2. คู่มือการปฏิบัติงานในภารกิจตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติมที่ถ่ายโอนให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สำหรับเจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.diw.go.th/webdiw/wp-content/uploads/2021/11/ManualFac2.pdf 11 เมษายน 2565].

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย. 2549. มาตรฐานการกำกับดูแลโรงงาน. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.dla.go.th/work/e_book/eb1/stan8.htm [5 มีนาคม 2565].

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. 2545. มลพิษทางอากาศจากรถยนต์. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. 2561. โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. 2562. แผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ “การแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง”. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. 2562. การควบคุมมลพิษจากยานพาหนะ. กรมควบคุมมลพิษ. เอกสารแผ่นพับเผยแพร่ทางวิชาการ.

กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2565. EIA [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://eiathailand.onep.go.th/ [6 มีนาคม 2565].

กองส่งเสริมเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2564. $PM_{2.5}$ กับอุตสาหกรรม. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.diw.go.th/webdiw/p10/ [3 กุมภาพันธ์ 2565].

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2554. ถ่านหินในประเทศไทยและการใช้ประโยชน์. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://projects-pdp2010.egat.co.th/projects1/index.php?option=com_content&view=article&id=2:thailand-and-coal-utilization&catid=1:introduction-of-coal [3 มีนาคม 2565].

ข่าวกรมการขนส่งทางบก .2560. กรมการขนส่งทางบก สนับสนุนการใช้รถไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยต้องเป็นรถที่จดทะเบียนถูกต้องเป็นไปตามกรมการขนส่งทางบกประกาศข้อกำหนด หลักเกณฑ์ มาตรฐาน และใช้แผ่นป้ายทะเบียนตรงตามประเภทรถ. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.dlt.go.th/th/public-news/view.php?_did=1714 [22 กุมภาพันธ์ 2565].

ชัยวัฒน์ ทองคำคูณ. 2562. พัฒนาพื้นที่ไทย เชื่อมไทย ก้าวไกล เชื่อมโลก. เอกสารประกอบการบรรยาย ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุม อิมแพ็ค เมืองทองธานี. วันพุธที่ 18 กันยายน 2562. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.nesdc.go.th/download/document/Yearend/2019/03PPT_NESDC_02.pdf [1 กุมภาพันธ์ 2565].

ชุตินธร มั่นคง. 2565. นโยบายและทิศทางการพัฒนาของประเทศไทยด้านการจราจรขนส่งเพื่อลดมลพิษ. เอกสารประกอบการประชุมเสวนา เรื่อง “มลพิษอากาศจากภาคจราจรขนส่ง สถานะปัจจุบัน และ อนาคต” จัด

โดย ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ. วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2565.
ประชาชาติธุรกิจ. 2565. ดีเซล B5 คืออะไร ต่างจาก B7 อย่างไร รถแบบไหนเติมได้บ้าง. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.prachachat.net/general/news-857451. [17 กุมภาพันธ์ 2565].
ทัศชา ทรัพย์มีชัย. 2563. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับรถยนต์มีอะไรบ้าง? [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.petromat.org/home/2020/10/01/fuel-for-car/ [1 กุมภาพันธ์ 2565].
นพภาพร พานิช และคณะ. 2563. ตำราระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ พิมพ์ครั้งที่ 6 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
นิตยา มหาผล. 2534. มลพิษทางอากาศ / การควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรม. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 15 เรื่องที่ 9 [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?-book=15&chap=9&page=t15-9-infodetail10.html [1 มีนาคม 2565].
บทความรถยนต์. 2562. น้ำมันเชื้อเพลิง คืออะไร มีกี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทต่างกันอย่างไร [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.easyinsure.co.th/news/?p=5560 [1 กุมภาพันธ์ 2565].
บริษัท รู้ใจ จำกัด. 2559. มาตรฐานไอเสียยูโรคืออะไร? ช่วยลดฝุ่นพิษ $PM_{2.5}$ ได้แค่ไหน? [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.roojai.com/article/lifestyle/euro-emissions-standards/ [15 กุมภาพันธ์ 2565].
พจนานุกรมไทย-ไทย ออนไลน์. 2557. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: www.พจนานุกรมไทย.com [7 มีนาคม 2565].
พัชราวดี สุวรรณธาดา. 2564. กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ. เอกสารประกอบการบรรยายวิชา สววส 323: มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. วันที่ 3 พฤษภาคม 2564.
พิสน ลีละหุต. 2563. หลักการทำงานของเครื่องยนต์เบนซินและดีเซลแบบพื้นฐาน. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.autodeft.com/deftanswer/how-gasoline-and-diesel-engine-work?gclid=Cj0KCQiAi9mPBhCJARIsAHchl1yDydKlCjAszZoytZpF4d_dmkKBrPs3UxWnz2MSMDrYgzyqWE1MFocaAmD5EALw_wcB# [30 มกราคม 2565].
พูลพร แสงบางปลา. 2537. ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ภิเษก ทัศนะนาคะจิตต์. 2562. มาตรฐาน EURO 3 4 5 ใช้ทั้งโลก แต่น้อยคนที่จะรู้จัก. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.scimath.org/article-chemistry/item/10450-euro-3-4-5 [15 กุมภาพันธ์ 2565].
ยศพงษ์ ลออนวล. 2565. ยานยนต์ไฟฟ้า: เทคโนโลยี สถานการณ์ปัจจุบันและทิศทางในอนาคต. เอกสารประกอบการประชุมเสวนา “มลพิษอากาศจากภาคจราจรขนส่ง สถานะปัจจุบัน และ อนาคต” จัดโดย ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ. วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2565.
รุช วรรณฤทัย. 2565. อุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยกับปัญหามลพิษอากาศ. เอกสารประกอบการประชุมเสวนา “มลพิษอากาศจากภาคจราจรขนส่ง สถานะปัจจุบัน และ อนาคต” จัดโดย ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ. วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2565.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2564. เชื้อเพลิง. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/เชื้อเพลิง [27 มกราคม 2565].

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2563. อุตสาหกรรม. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/อุตสาหกรรม [6 กุมภาพันธ์ 2565].

วิสาขา ภู่จินดา. 2555. อนาคตของสาร MTBE ในน้ำมันเบนซิน. Journal of Environmental Management, 3(2). [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://so02.tci-thaijo.org/index.php/ JEM/article/ view/31994. [15 กุมภาพันธ์ 2565].

วัลลภ มากมี. 2555. เว็บบล็อก ช่างยนต์. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://vallop-automechanics. blogspot. com/2012/05/4.html. [13 กุมภาพันธ์ 2565].

ศูนย์ข่าวพลังงาน. 2564. แผนส่งเสริม E20 เป็นน้ำมันเบนซินพื้นฐาน ก.ค. 64 สะดุด รอ สนพ.ศึกษาโครงสร้างราคาเอทานอล ให้เหมาะสม. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.energynewscenter.com/ [22 กุมภาพันธ์ 2565].

ศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2562. แนวทางการควบคุมกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับปรับปรุง) พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2559. Knowledge management. ค้นหาข้อมูล. อุตสาหกรรมรายสาขา. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.ftikm.com/xutsahkrrm-ray-sakha [6 กุมภาพันธ์ 2565].

สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย. 2558. EV Technology. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.evat.or.th/15708266/ev-technology [17 กุมภาพันธ์ 2565].

สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร. 2562. ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร (ปรับปรุงครั้งที่ 4). เอกสารนำเสนอในการประชุมรับฟังข้อคิดเห็นของประชาชนกลุ่มกรุงธนเหนือ โดย สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร ร่วมกับ บริษัท โชติจินดา คอนซัลแตนท์ จำกัด และ บริษัท ดาวฤกษ์ คอมมูนิเคชั่นส์ จำกัด ณ ห้องประชุมสำนักงานเขตบางพลัด วันเสาร์ที่ 11 พฤษภาคม 2562.

สำนักงานคณะกรรมการการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. 2549. คู่มือการปฏิบัติงานตามแผนปฏิบัติการกำหนดขั้นตอนการกระจายอำนาจฯ ฉบับที่ 1. ด้านการวางแผน การส่งเสริมการลงทุนพาณิชยกรรมและการท่องเที่ยว เล่ม 2. การดำเนินงานและวิธีปฏิบัติ ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 กรมโรงงานอุตสาหกรรม. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://odloc.go.th/transfer/manual1/ [11 เมษายน 2565].

สำนักงานคณะกรรมการการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. 2553. คู่มือการปฏิบัติงาน ตามแผนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2551 และแผนปฏิบัติการกำหนดขั้นตอนการกระจายอำนาจ ให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (ฉบับที่ 2) ด้านการวางแผน การส่งเสริมการลงทุนพาณิชยกรรม และการท่องเที่ยว และ ขั้นตอนการดำเนินงานและวิธีปฏิบัติ ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://odloc.go.th/transfer/manual2/ [11 เมษายน 2565].

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2565. สถานการณ์การใช้น้ำมันและไฟฟ้าของปี 2564. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/situation-oil-electric?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1 [11 เมษายน 2565].

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2558. รายชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.tisi.go.th/website/standardlist/list_measures [1 กุมภาพันธ์ 2565].

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2558. มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและอัตราการใช้น้ำมัน. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.car.go.th/home/PollutionSTD [1 กุมภาพันธ์ 2565].

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. 2551. คู่มือการดูแลบำรุงรักษารถโดยสารเชิงป้องกันสำหรับช่างเทคนิค. โครงการพัฒนาการดำเนินกิจการรถโดยสารร่วมบริการเอกชนให้มีระบบการดูแลบำรุงรักษารถโดยสารเชิงป้องกันและระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี. ดำเนินการโดย บริษัท เททต้า-อี เอเชีย จำกัด.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. 2554. รู้รอบทิศ มลพิษทางอากาศ บทเรียน แนวคิดและการจัดการ. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด กชกร พับลิชชิง.

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2559. คู่มือวิชาการ แนวทางการควบคุมการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อและสิ่งพิมพ์แก้วเจ้าจอม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

อาคม รวมสุวรรณ. 2553. รัชกาลที่ 5 กับการกำเนิดระบบรางขนส่งมวลชน. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.thairath.co.th/news/auto/120839 [21 กุมภาพันธ์ 2565].

ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ (ศวอ.)
อาคารสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
122/4 ซอยเรวดี (แยกซอยศาสนา 28) ถนนพระราม 6
แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 02-617-1530-1 / โทรสาร : 02-279-9720
อีเมล : info@ccas.or.th
เว็บไซต์ : www.ccas.or.th
https://www.facebook.com/CCAS.EEAT

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)
อาคารศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ 99/8 ซอยงามดูพลี ถนนพระรามสี่
แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120
โทรศัพท์ : 02-343-1500
เว็บไซต์ : www.thaihealth.or.th
https://www.facebook.com/thaihealth