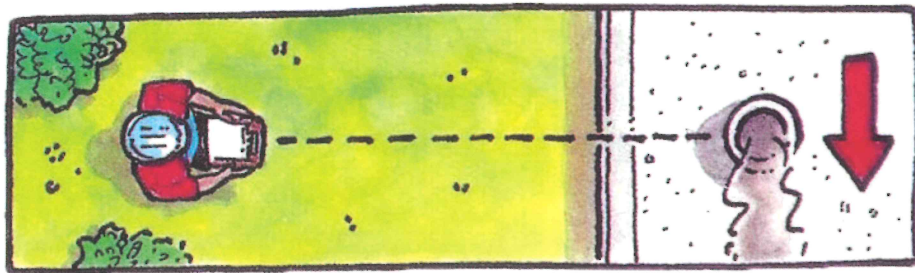


- เพื่อให้การอ่านค่าความทึบแสงมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ควรอ่านค่าจากกลุ่มควันโดยสีของกลุ่มควันตัดกับฉากหลังของกลุ่มควัน

- ผู้ตรวจวัด ต้องอยู่ในทิศทางที่ต่างจากการเคลื่อนที่ของกลุ่มควัน

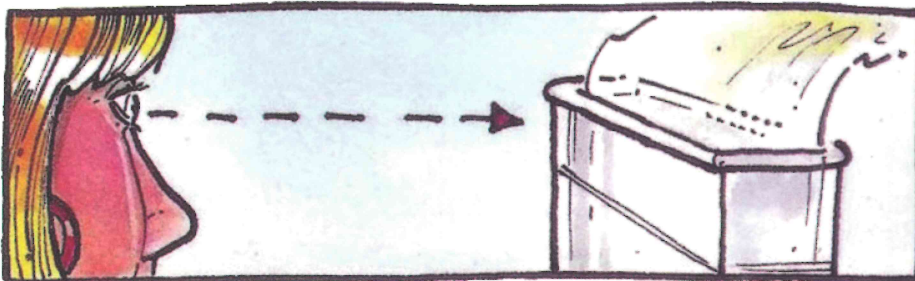


3. ถ่ายรูปกลุ่มควันก่อนและหลังการตรวจวัด เพื่อใช้ประกอบการรายงานผล

4. ตำแหน่งอ่านค่าความทึบแสงของกลุ่มควัน

- ไม่ควรอ่านค่าความทึบแสงของกลุ่มควัน ณ ตำแหน่งที่มองเห็นกลุ่มควันจากปล่องมากกว่า 1 ปล่องซ้อนกัน

- กรณีปล่องหน้าตัดสี่เหลี่ยม ควรอ่านกลุ่มควันตั้งฉากกับด้านยาวของหน้าตัดปล่อง



- ให้อ่านค่าความทึบแสงของกลุ่มควัน ณ จุดที่ไม่มีการควบแน่นของไอน้ำ ตรงจุดที่มีค่าความทึบแสงมากที่สุด (นั่นคือจุดที่กลุ่มควันมีขนาดไม่เกินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง หรือที่ปากปล่องนั่นเอง) หากกลุ่มควันมีลักษณะทลซ้อนกัน ให้อ่านค่าความทึบแสงของกลุ่มควันบริเวณจุดที่ไม่มีการซ้อนทับกัน

5. คือแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ที่ระดับสายตาของผู้ตรวจวัด โดยให้อยู่ในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของกลุ่มเขม่าควัน ให้ถือแผนภูมิเขม่าควันในระดับสายตาและมองเขม่าควันจากปล่องระบายอากาศเสียผ่านรูตรงกลาง

6. ผู้ตรวจวัดสังเกตความทึบแสงของเขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องระบายอากาศเสียเป็นเวลา 15 นาทีต่อเนื่อง โดยการสังเกตความทึบแสงของกลุ่มเขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปากปล่อง ถ้ากลุ่มเขม่าควันเกิดขึ้นไม่ต่อเนื่องให้สังเกตความทึบแสงจากจุดเขม่าควันที่มีความหนาแน่นมากที่สุด เปรียบเทียบความทึบแสงกับแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์เพื่อหาค่าความทึบแสงที่ใกล้เคียงกับความทึบแสงของกลุ่มเขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องระบายอากาศเสีย

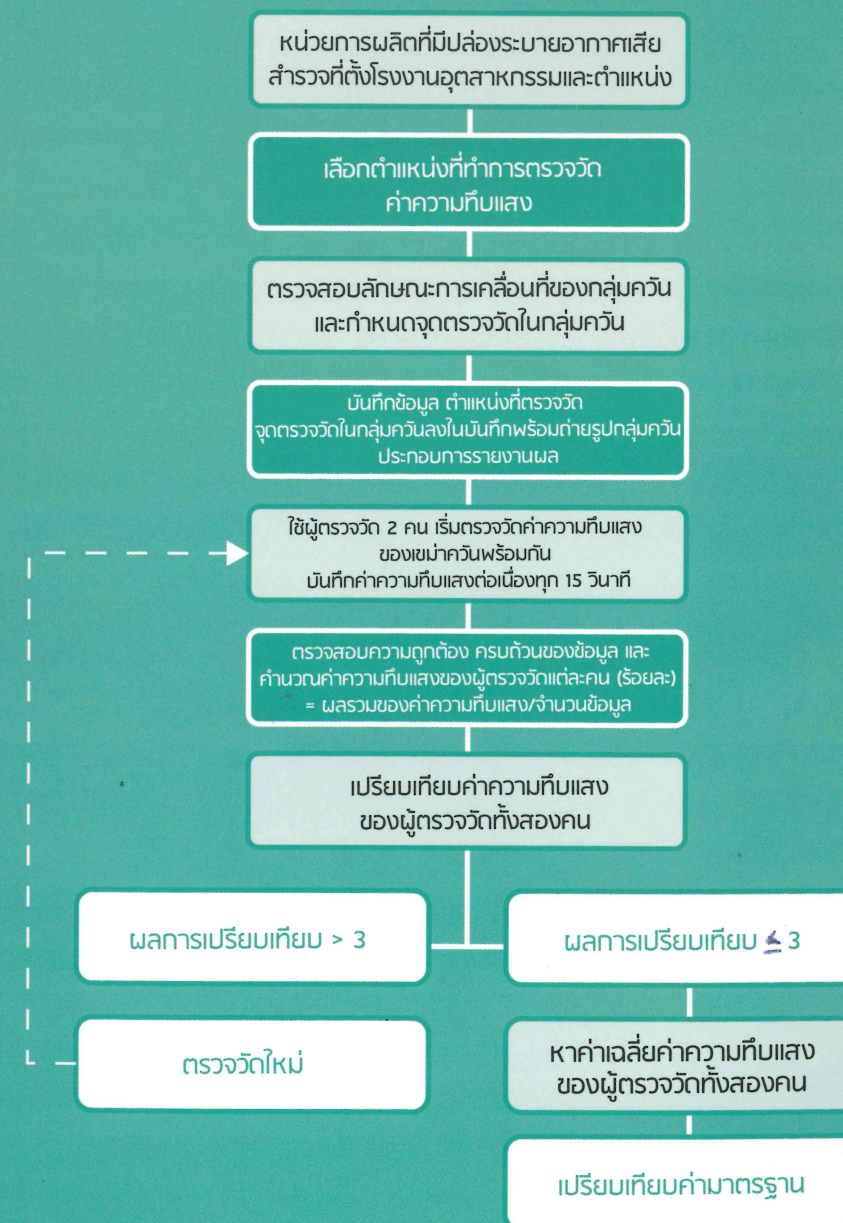
7. ให้บันทึกผลการตรวจวัดทุก 15 วินาที ในแบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าความทึบแสง โดยให้มองกลุ่มควันและอ่านค่าทุก 15 วินาที (ไม่ควรมองกลุ่มควันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพราะจะทำให้สายตาเมื่อยล้า)

8. คำนวณค่าความทึบแสงโดยนำผลรวมค่าความทึบแสงที่ผู้ตรวจวัดแต่ละคนจดบันทึก หาค่าด้วยจำนวนครั้งที่ทั้งหมดที่จดบันทึก ผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคน มีหน่วยเป็นร้อยละ

9. นำค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคนมาเปรียบเทียบกัน

- หากผลการเปรียบเทียบแตกต่างกันมากกว่า 3 ให้ทำการตรวจวัดใหม่

- หากการเปรียบเทียบแตกต่างกันไม่เกิน 3ให้นำค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคนมารวมกันแล้วหารด้วย 2 ผลลัพธ์เป็นค่าความทึบแสงของเขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องระบายอากาศเสียในครั้งนั้น แล้วนำค่าความทึบแสงของเขม่าควันเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน วิธีการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องระบายอากาศเสียโดยวิธี Ringelmann's Method ดังแสดงในแผนผัง



การตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควัน จากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสีย โดยใช้แผนภูมิเขม่าควันริงเกิลมานน์ (Ringelmann's Method)

“ความทึบแสง” คืออะไร?

ความทึบแสง หรือ Opacity หมายถึงระดับในการขวางกั้นการมองเห็นพื้นหลัง (Background) เมื่อมองผ่านกลุ่มควัน มีหน่วยเป็นร้อยละ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับควบคุมค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้ง อากาศเสียจากแหล่งกำเนิดบางประเภท ได้แก่

- เตาเผามูลฝอยชุมชน
- เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ
- เตาเผาศพ
- โรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำทุกขนาด
- สถานที่ประกอบการที่ใช้หม้อไอน้ำ

เนื่องจากกลุ่มควันที่ระบายออกจากปล่องสามารถสังเกตและมองเห็นได้อย่างชัดเจน สามารถใช้ในการประเมินการระบายมลพิษและใช้บ่งชี้ประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี โดยคณะกรรมการควบคุมมลพิษได้กำหนดวิธีการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันด้วยสายตาและเทียบกับแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์เป็นวิธีมาตรฐาน

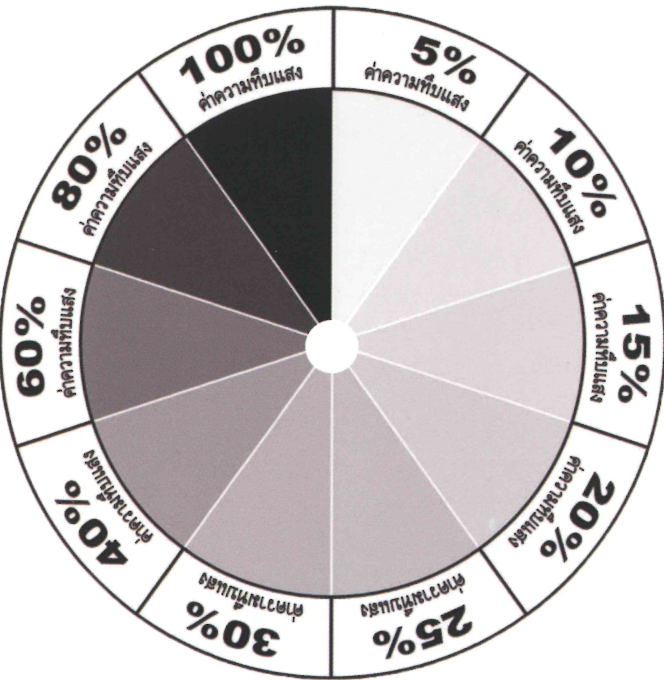


มาตรฐานสำหรับควบคุมค่าความทึบแสงของเขม่าควัน จากแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษ	ค่าความทึบแสง (ร้อยละ)		ระยะเวลาตรวจวัด (นาที)
เตาเผามูลฝอยชุมชน	เตาเก่า	เตาใหม่	
ขนาดเล็ก (1 - 50 ตัน/วัน)	20	10	15
ขนาดใหญ่ (> 50 ตัน/วัน)	10	10	15
เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ	10		15
เตาเผาศพ	10		30
สถานประกอบการที่ใช้หม้อไอน้ำ	10		15
โรงสีข้าวที่ใช้หม้อไอน้ำทุกขนาด	10		15

วิธีการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้ง
อากาศเสียโดยใช้แผนภูมิเขม่าควันริงเกิลมานนีวิธี
Ringelmann's Method

แผนภูมิเขม่าควันริงเกิลมานนีที่ใช้ในการตรวจวัดค่าความ
ทึบแสง มีลักษณะเป็นรูปวงกลม แบ่งออกเป็น 10 ช่อง เท่าๆกัน
และพิมพ์สีด้วยผงถ่านสีดำ (Black Carbon) โดยแต่ละช่องต้องมี
ระดับค่าความทึบแสงที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ค่าความทึบแสงเท่ากับ
ร้อยละ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60, 80 และ 100 และใช้วิธี
มองกลุ่มควันผ่านรูที่จะตรงกลาง แล้วเทียบกับระดับความเข้ม
ของควันในแผนภูมิ



ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความทึบแสงของกลุ่มควัน

ขนาด สี และการสะท้อนแสงของอนุภาคในกลุ่มควัน ความยาว
คลื่นแสงในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มนุษย์สามารถมองเห็น
ได้คือช่วงความยาวคลื่นแสง 400 – 700 นาโนเมตร ดังนั้นฝุ่นที่มี
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วงความยาวคลื่นที่มนุษย์มองเห็นคือ
ขนาด 0.4 – 0.7 ไมครอน จะมีคุณสมบัติการกระเจิงและดูดซับแสง
ได้ดีที่สุด และมีค่าความทึบแสงมากที่สุด

สีพื้นหลังของกลุ่มควัน ที่ติดกับกลุ่มควัน จะมีผลทำให้การตรวจ
วัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันถูกต้องมากที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลกับ
สภาพท้องฟ้า ได้แก่ กลุ่มเมฆ หรือ ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ เช่น
หมอก ฝน

ระยะห่างและความสูงของปล่อง จะมีผลต่อมุมเอียง (Slant-angle)
ระหว่างสายตาผู้ตรวจวัดและกลุ่มควัน โดยเมื่อตำแหน่งที่ตรวจวัดค่า
ความทึบแสงอยู่ใกล้ปล่องมากเกินไป หรือสังเกตกลุ่มควันในแนวเดียวกับ
ที่กลุ่มควันเคลื่อนตัวไป จะทำให้ระยะความยาวของทางเดินแสง
(Path length) มากขึ้นทำให้เกิดความผิดพลาด ดังนั้นตำแหน่งที่
เหมาะสมในการตรวจวัดค่าความทึบแสงคือผู้ตรวจวัดต้องยืนห่าง
จากปล่องระบายอากาศเสียไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความสูงของปล่อง
ซึ่งมีมุมเอียงระหว่างสายตาผู้ตรวจวัดและกลุ่มควันไม่เกิน 18 องศา

สภาพแสงสว่างและมุมของดวงอาทิตย์ สภาพแสงสว่างในขณะ
ตรวจวัดจะทำให้สังเกตกลุ่มควันได้ชัดเจนขึ้น โดยขณะที่ทำการตรวจวัด
ต้องให้ดวงอาทิตย์อยู่ด้านหลังผู้ตรวจวัด และทำมุมกับผู้ตรวจวัด
ไม่เกิน 140 องศา

ระยะความยาวของทางเดินแสง (Path length) หมายถึงระยะ
ความยาวของทางเดินแสงที่ถูกปิดกั้นด้วยควัน ขนาดเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง ของปล่องจะแปรผันตรงกับค่าความทึบแสงของเขม่าควัน

อุปกรณ์ภาคสนามที่ใช้ในการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควัน

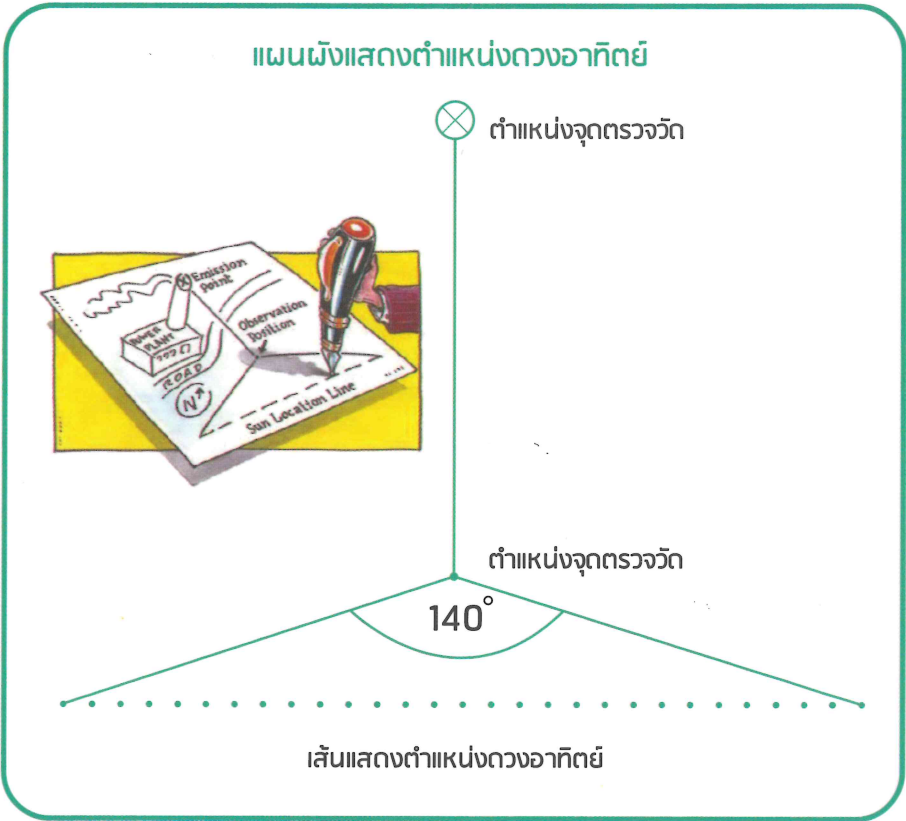
- แผนภูมิเขม่าควันริงเกิลมานนี (Ringelmann Chart)
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องคิดเลข
- เครื่องมือวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS)
- กล้องถ่ายรูประบบดิจิทัล
- แบบบันทึกพร้อมแผ่นรองเขียน



สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่
ส่วนมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม
สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ
92 ซอยพหลโยธิน 7 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 0 2298 2300, 0 2298 2304 โทรสาร : 0 2298 5385
www.pcd.go.th

เทคนิคการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจาก ปล่องระบายอากาศเสียโดยวิธี Ringelmann's Method

1. ต้องมีผู้ตรวจวัด 2 คน ทุกครั้ง
2. หาค่าตำแหน่งที่จะทำการตรวจวัด โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ
 - ผู้ตรวจวัดต้องยืนห่างจากปล่องระบายอากาศเสียไม่น้อยกว่า 3 เท่าของความสูงของปล่อง แต่ต้องไม่เกิน 400 เมตร เพื่อไม่ให้เกิดการอ่านค่าความทึบแสงของเขม่าควันผิดพลาดจากค่าความทึบแสงจริง
 - บริเวณที่จะทำการตรวจวัดต้องมีแสงสว่างเพียงพอ และต้องยืนให้ดวงอาทิตย์อยู่ด้านหลังของผู้ตรวจวัด และทำมุมกับผู้ตรวจวัด 140 องศา โดยใช้แผนภาพตำแหน่งการสังเกตกลุ่มควันในการวัดมุมของดวงอาทิตย์



วิธีการวัดมุม

- ให้ผู้ตรวจวัดหันหลังให้ดวงอาทิตย์ หันหน้าไปในทิศทางที่ปล่องตั้งอยู่ โดยให้จุด X ในแผนผังแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ชี้ไปในทิศทางที่ปล่องตั้งอยู่
- ใช้ปากกาลากเส้นไปตามแนวเส้นแสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์
- สังเกตเงาของปากกา ถ้าเงาของปากกาพาดผ่านจุดแสดงตำแหน่งผู้ตรวจวัด แสดงว่าผู้ตรวจวัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เขียนตำแหน่งดวงอาทิตย์บนแนวบอกตำแหน่ง
- ในกรณีที่เงาปากกาไม่ผ่านจุดแสดงตำแหน่งผู้ตรวจวัด ให้เปลี่ยนตำแหน่งตรวจวัดใหม่ โดยให้จุด X ชี้ไปในทิศทางที่ปล่องตั้งอยู่