

## การพัฒนาความเชื่อมั่นในการวัดความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝนในการเฝ้าระวังสำหรับ การตรวจวัดคุณภาพอากาศ (ความร่วมมือระยะที่ 5)

### หลักการและเหตุผล/ความรู้เบื้องต้น

กรมควบคุมมลพิษ มีหน้าที่และอำนาจในการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ และรายงานสถานการณ์ด้านมลพิษทางอากาศ การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศนอกจากทำการตรวจวัดสารมลพิษทางอากาศแล้วยังได้ตรวจวัดสภาพอากาศทางอุตุนิยมวิทยาด้วย โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน เพื่อใช้ในการตรวจสอบและวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ และการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเฝ้าระวัง และพยากรณ์มลพิษทางอากาศ เพื่อการรายงานและแจ้งเตือนสถานการณ์มลพิษทางอากาศสู่สาธารณะ

กรมควบคุมมลพิษ และสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องคุณภาพของการตรวจวัดความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ที่ต้องมีความถูกต้อง เหมาะสมสำหรับใช้ในการจัดการคุณภาพอากาศของประเทศ จึงเห็นควรให้มีการพัฒนาความเชื่อมั่นในการวัดความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ในการเฝ้าระวังสำหรับการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ที่ถูกต้องแม่นยำ สามารถสอบย้อนกลับได้ และสามารถยืนยันทางวิชาการได้

### การวัดความเร็วลมและทิศทาง

#### การดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูลมาตรฐานเพื่อกำหนดแนวทางในการตรวจสอบเครื่องมือวัดความเร็วลมและทิศทางลม ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
2. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัดความเร็วลมและทิศทางลม ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
3. ทดลองวิธีการตามแนวทางที่กำหนด ณ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
4. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติและกรมควบคุมมลพิษ ร่วมกันทดลองวิธีการมาตรฐานการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมเบื้องต้น ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ จำนวน 3 สถานี โดยวิธีการเปรียบเทียบผลการวัดกับเครื่องมือมาตรฐานที่ระดับความสูง 10 เมตรจากพื้นดิน จำนวน 3 สถานี ในระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง วันที่ 28 มีนาคม 2567 (รูปที่ 1)
5. คำนวนผลการวัดที่ได้จากการเก็บข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมตามมาตรฐาน USEPA Volume IV ใช้ระยะเวลาเก็บข้อมูลไม่ต่ำกว่า 72 ชั่วโมง และเฉลี่ยผลการวัดทุก ๆ 5 นาที โดยการวัดความเร็วลม ทำการเก็บข้อมูลที่ความเร็วลมตั้งแต่ 1 m/s ขึ้นไป การวัดทิศทางลม จะคำนวณทิศทางลมทุก ๆ 20 นาที ที่ความเร็วลมมากกว่า 1 m/s และทิศทางลมที่วัดได้มากกว่า 180 องศา ค่า Audit Criteria สำหรับการวัดโดยใช้ 3D Ultrasonic Anemometer แสดงดังตารางที่ 1



(ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยอง จังหวัดระยอง



(ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ



(ค) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา หัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

### รูปที่ 1 ภาพบรรยากาศการทดลองวิธีการมาตรฐานการวัดความเร็วลมและทิศทางลม

ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 1 Proposed Audit Criteria for the Sonic Systems

| Wind Variable | Average Difference                                             | Standard Deviation of the Differences | Qualifications      |
|---------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Speed         | $\pm 0.25$ m/s ; < 5m/s<br>$\pm 5\%$ or <2.5 m/s ; above 5 m/s | 0.2 m/s                               | Wind speeds > 1 m/s |
| Direction     | $\pm 5^\circ$                                                  | $2^\circ$                             | Wind speeds > 1 m/s |

6. ประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดความเร็วลม และทิศทางลม 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความไม่แน่นอนในการวัดของเครื่องมือมาตรฐาน ความละเอียดของเครื่องมือมาตรฐาน ความละเอียดของเครื่องมือที่ถูกสอบเทียบ (เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมของสถานีฯ) และความเสถียร (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างเครื่องมือมาตรฐานและเครื่องมือที่นำมาสอบเทียบ)

### ผลการดำเนินงาน

ผลการสอบเทียบเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลมโดยวิธีการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างเครื่องมือมาตรฐานและเครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม พบว่าผลการวัดจากสถานีฯ ศูนย์วิจัยพืชไร่นาจังหวัดระยอง จังหวัดระยอง ไม่สามารถสรุปผลได้เนื่องจากระดับความสูงของเสาที่ติดตั้งเครื่องมือมาตรฐานต่ำกว่าระดับความสูงของเครื่องที่นำมาสอบเทียบ ทำให้ผลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับผลการวัดความเร็วลม ณ สถานีฯ ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ และสถานีฯ กรมอุตุนิยมวิทยาหัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์ พบว่ามีค่าความผิดพลาด  $-0.09 \text{ m/s}$  และ  $0.15 \text{ m/s}$  ค่าความไม่แน่นอนในการวัดที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่เกิน  $\pm 0.2 \text{ m/s}$  นอกจากนี้ผลการวัดทิศทางลม ณ สถานีฯ ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ พบว่ามีค่าความผิดพลาด  $-1.1$  องศาและค่าความไม่แน่นอนในการวัดที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ไม่เกิน 2.3 องศา เมื่อนำผลการวัดที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน USEPA Vol. IV: Meteorological Measurements Version 2.0 (Final) Chapter 2 Wind Speed and Direction พบว่าผลการสอบเทียบความเร็วลมและทิศทางลมของสถานีฯ ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ และสถานีฯ กรมอุตุนิยมวิทยาหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีผลการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

### การวัดปริมาณน้ำฝน

#### การดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูลมาตรฐานเพื่อกำหนดแนวทางในการตรวจสอบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
2. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ได้แก่ Flask nominal  $2000 \text{ cm}^3$  กระบอกตวง nominal  $50 \text{ cm}^3$  และปิเปต nominal  $25 \text{ cm}^3$  โดยจะมีการตรวจสอบด้วยวิธีการชั่งทั้งก่อนนำออกไปใช้ และนำกลับเข้ามาทุกครั้ง (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในโครงการ

3. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติและกรมควบคุมมลพิษ ร่วมกันทดลองวิธีการมาตรฐานการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ จำนวน 3 สถานี จำนวน 3 สถานี ในระหว่างวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง วันที่ 28 มีนาคม 2567 (รูปที่ 3 และรูปที่ 4)



(ก) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ศูนย์วิจัยพืชไร่นาจังหวัดระยอง จังหวัดระยอง



(ข) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ



(ค) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา หัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

**รูปที่ 3** ภาพบรรยากาศการทดลองวิธีการมาตรฐานการวัดปริมาณน้ำฝน

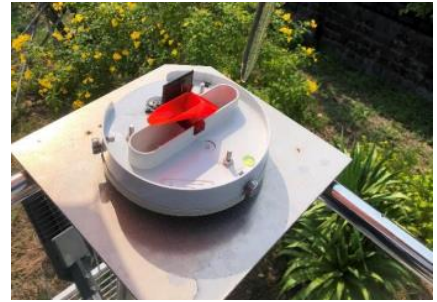
ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ



(ก)



(ข)



(ค)

สถานีฯ ศูนย์วิจัยพืชไรจังหวัดระยอง สถานีฯ ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ สถานีฯ กรมอุตุนิยมวิทยา หัวหิน  
รูปที่ 4 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ

### ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานพบว่า วิธีเบื้องต้นที่เหมาะสมที่สุดในการทวนสอบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน มีดังนี้

- เตรียมปริมาตรมาตรฐาน : โดยเตรียมปริมาตรมาตรฐานที่ทราบค่าจากใบรายงานการสอบเทียบหรือจากแหล่งข้อมูลอื่นที่ใช้แทนได้ โดยให้ปริมาตรดังกล่าวอยู่ในช่วง  $2,000 \text{ cm}^3$  ถึง  $4,000 \text{ cm}^3$  และปริมาตรน้ำควรหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของเครื่องมือ แล้ว ยังสามารถหารลงตัวด้วย resolution ของเครื่องมือได้ (เป็นพหุคูณ) เช่น ถ้า resolution ของเครื่องมือเป็น  $0.2 \text{ mm}$  ค่าที่ได้จากหาร (หรือความสูง) ควรเป็น xx.0, xx.2, xx.4, xx.8 ไม่ควรเป็น เป็น xx.1, xx.3, xx.5, xx.7, xx.9 เพราะจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน (error) เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น
- วอร์มเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน : โดยการเทน้ำลงในพื้นที่รับน้ำของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอย่างน้อย 2 ครั้ง ด้วยปริมาณน้ำเท่ากับปริมาณที่จะใช้ทวนสอบ
- ทำการทดสอบ : จำนวน 3 ครั้ง โดยการเทปริมาตรมาตรฐานลงในเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน แต่ละครั้งควรเว้นระยะห่างไม่น้อยกว่า 2 นาที เพื่อที่จะอ่านค่าเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนได้สะดวก
- ตรวจสอบความใช้ได้ของเครื่องมือ : โดยให้ค่าการยอมรับ หรือ MPE เท่ากับ 1% เพื่อให้ทำการเปรียบเทียบได้สะดวก ให้เปลี่ยนปริมาตรมาตรฐานเป็นความสูงในหน่วย มิลลิเมตร ให้เหมือนกันกับเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน โดยนำปริมาตรมาตรฐานหารด้วยพื้นที่หน้าตัด
- คำนวณค่าปริมาตรมาตรฐานที่ใช้ทดสอบ ถ้าอยู่ในช่วงการอ่านของเครื่องมือที่ยอมรับได้ จะถือว่าเครื่องมือนั้นผ่านการทวนสอบ

ผลการทดสอบพบว่า เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนสถานีฯ ศูนย์วิจัยพืชไรจังหวัดระยอง จังหวัดระยอง มีค่า error เท่ากับ 1.25% สถานีฯ ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ เครื่องอ่านค่าได้น้อยมาก และสถานีฯ กรมอุตุนิยมวิทยาหัวหิน จ ประจวบคีรีขันธ์ ค่า error เท่ากับ -6.8% ซึ่งสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเสนอแนวทางให้ตรวจสอบการทำงานของเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนถี่ขึ้น เช่น ทุก 3 เดือน หรือ 6 เดือน โดยทำความสะอาด และตรวจเช็คเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. กรมควบคุมมลพิษ ได้วิธีและแนวทางการตรวจสอบความถูกต้องของการวัดความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝนเบื้องต้น
2. สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ได้พัฒนาระบบการสอบเทียบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนต้นแบบ

### หน่วยดำเนินโครงการ

กรมควบคุมมลพิษ : ส่วนคุณภาพอากาศ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ : กลุ่มงานกลศาสตร์ของไหล ฝ่ายมาตรวิทยาเชิงกล