บทที่ ๑
กล่าวโดยทั่วไป

หนังสือคู่มือฉบับนี้ได้เรียบเรียงขึ้นเพื่อใช้เป็นคูมือคำแนะนำสำหรับเจ้าหน้าที่ตรวจอากาศได้ศึกษาและทั้งเป็นการทบทวนความจำจากที่ได้รับการอบรมมา ว่าด้วยเครื่องมือตรวจอากาศและวิธีการตรวจ เพื่อความมุ่งหมายในกิจการอุตินิยมวิทยา มีอยู่หลายหัวข้อที่เจ้าหน้าที่พึงต้องจำให้ได้และเตือนใจในการปฏิบัติหน้าที่และทั้งเป็นการป้องกันความหลงลืมอีกด้วย

๑. ข้อกำหนดโดยทั่วไปของสถานีอุตุนิยมวิทยา (General requirement of a meteorological station)
อุตุนิยมวิยา คือ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติแขนงหนึ่ง ที่กล่าวถึงเรื่องราวของบรรยากาศ วิชานี้ไม่เพียงแต่จะเกี่ยวข้องทางฟิสิกส์ เคมี และไดนามิกส์ ของบรรยากาศเท่านั้น แต่ยังมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงระหว่างบรรยากาศกับพื้นโลกและสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปอีกด้วย

อุตุ แปลว่า ฤดู
นิยม แปลว่า กำหนด
วิทยา แปลว่า วิชาความรู้

อุตุนิยมวิทยา จึงแปลว่า วิชากำหนดฤดู จุดมุ่งหมายของวิชานี้ อยู่ที่การศึกษาให้เข้าใจเรื่องราวของบรรยากาศ การพยากรณ์อากาศให้เป็นไปโดยสมบูรณ์และถูกต้องแม่นยำ

การจำแนกสถานีตรวจสภาพอากาศภาคพื้น

สภาพแวดล้อมของสถานที่ ทีทำการติดตั้งเครื่องมือตรวจอากาศอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดและเกิดความคลาดเคลื่อนของการวัดอย่างมากซึ่งมากกว่าตัวเครื่องมือเอง ดังนั้นจึงได้ให้ความสนใจกับลักษณะของเครื่องมือและสภาพแวดล้อมในการวัดที่ถูกสร้างขึ้นมามากขึ้น ซึ่งสภาพแวดล้อมดังกล่าวอาจทำให้ผลการวัดที่มีผลลัพธ์เกิดคลาดเคลื่อนจากอิทธิพลเหล่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสถานีปฏิบัติการนั้นเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ (คือ 100 - 1,000 ตารางกิโลเมตร)

คู่มือนี้ (WMO update, 2010) ได้วางกฎระเบียบของเซ็นเซอร์ต่างๆที่หลากหลายแต่ในทางปฏิบัติอาจจะทำได้หรือทำไม่ได้ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขเหล่านี้

อาจมีสถานีที่ไม่ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์การปฏิบัติที่แนะนำ ดังนั้นการจัดหมวดหมู่ของสถานีจึงได้รับการจัดตั้งขึ้นเพื่อช่วยในการพิจารณาขั้นมูลฐาน สถานีที่กำหนดให้เป็นขนาดเล็ก (ผลกระทบของสภาพแวดล้อม) สถานีระดับที่ 1 ถือได้ว่าเป็นสถานีอ้างอิง ส่วนสถานีระดับที่ 5 ถือว่าเป็นสถานีที่ใกล้เคียงอุปสรรคและสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ขนาดใหญ่ (อย่างน้อยสิบตารางกิโลเมตร) ซึ่งเป็นสถานีทางอุตุนิยมวิทยาที่ควรหลีกเลี่ยง ส่วนสถานีที่มีขนาดเล็ก (จำนวนมาก) เมื่อเทียบกับสถานีที่มีขนาดกว้างใหญ่ยังคงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากเมื่อนำไปใช้ในพื้นที่ที่กว้างใหญ่หรือที่เกิดจากอุปสรรคของพื้นที่ในท้องถิ่น

แต่ละประเภทของการวัดภายในสถานที่อาจจะมีการการจัดหมวดหมู่แยกต่างหาก โดยการเชื่อมโยงการวัดระดับความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องของการวัด การจัดหมวดหมู่นี้อาจถูกใช้เพื่อกำหนดจำนวนชั้นสูงสุดของสถานีเพื่อที่จะรวมอยู่ในเครือข่ายที่กำหนดหรือที่จะใช้สำหรับการใช้งานที่กำหนด ในความสมบูรณ์แบบนั้นทุกสถานีจะต้องอยู่ในคลาสที่ 1 แต่โลกแห่งความจริงไม่ได้เป็นที่สมบูรณ์แบบไปทั้งหมดและมีการประนีประนอมซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็น มันเป็นสิ่งที่มีค่ามากที่จะยอมรับในสถานการณ์เช่นนี้และเอกสารที่ได้โดยวิธีการจัดหมวดหมู่นี้เปรียบเทียบกัน

พิจารณาจากประสบการณ์ของทางอุตุนิยมวิทยาของฝรั่งเศส กระบวนการการจัดหมวดหมู่จะช่วยทำให้การจัดการและการบริหารเครือข่ายที่ดี ดังนั้นจะดีขึ้นเมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขสถานีให้ดีอยู่เสมอ การเปิดเผยข้อมูล อย่างน้อยเมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อมที่อยู่ใกล้เคียงกันและเอกสารประกอบต่างๆ ในการบันทึกของสถานีแนะนำให้ทำอย่างครบถ้วน ให้เป็นที่เห็นได้ชัดเท่าที่เป็นไปได้ แต่ความเสี่ยงก็คือว่าความซับซ้อนของ

ข้อมูลของสถานีเอกสารอย่างมากเกินไปอาจเพิ่มความซับซ้อนของข้อมูล ซึ่งมักจะถูกทำให้จำกัดในการดำเนินงานนั่นคือเหตุผลว่าทำไมถึงได้ทำการแบ่งประเภทของสถานี การกำหนดจะทำให้กลายเป็นข้อสรุปของข้อมูลและอำนวยความสะดวกใช้งานของข้อมูลในส่วนประกอบที่มีอยู่ (เมต้าดาต้า)

เมต้าดาต้า (Metadata, Data about data, ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียด)

เป็นแบบแผนของการอธิบายที่จะช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานะภาพ คุณภาพ แหล่งข้อมูล รายละเอียดคุณลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมถึงนโยบายเผยแพร่ข้อมูล อันเป็นส่วนสำคัญในการแลกเปลี่ยน หรือการใช้ข้อมูลร่วมกัน การลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล เพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล กล่าวโดยสรุป เมทาเดตาหรือเมทาเดตาก็คือ ข้อมูลที่อธิบายรายละเอียดของข้อมูลหรือสารสนเทศนั่นเอง

วัตถุประสงค์ของคู่มือนี้และ WMO ที่เกี่ยวข้อง คือการเผยแพร่ให้ความน่าเชื่อถือของการสังเกตโดยการกำหนดมาตรฐาน อย่างไรก็ตามทรัพยากรในท้องถิ่นและภาวการณ์ต่างๆอาจทำให้เกิดการเบี่ยงเบนจากมาตรฐานทีกำหนด ตัวอย่างเช่นภูมิภาคที่มีปริมาณหิมะมากใช้การติดตั้งในที่สูงกว่าปกติเพื่อให้เครื่องมือสามารถใช้งานได้ดีช่วงฤดูหนาว เป็นต้น

ผู้ใช้งานและผู้สังเกตการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาจะต้องที่จะรู้ถึงการใช้งานของเครื่องมืออย่างแท้จริงและสภาพของอุปกรณ์ การดำเนินงานต่างๆ และสถานการณ์ของการสังเกต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาสภาพภูมิอากาศซึ่งอยู่ในประวัติศาสตร์ของสถานี มีรายละเอียดที่จะตรวจสอบ เมตาดาต้า (ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูล)ควรจะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของสถานี ทั้งเรื่องของการจัดตั้งและการบำรุงรักษา การเปลี่ยนแปลงต่างๆ และที่เกี่ยวข้องกับที่เกิดขึ้นรวมถึงการสอบเทียบและบำรุงรักษา ประวัติศาสตร์ของภาคประชาสังคมและการเปลี่ยนแปลงในแง่ของการนำออกใช้งานและพนักงาน (WMO, 2003) เมตาดาต้าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับองค์ประกอบที่มี โดยเฉพาะอย่างยิ่งความไวต่อการสัมผัส เช่น กลุ่มฝน ลมและอุณหภูมิ รูปแบบขั้นพื้นฐานของเมตาดาต้า ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับการดำรงอยู่ ความพร้อมใช้งาน คุณภาพของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

สถานีโดยรวมที่มีอยู่ไม่มีการจัดหมวดหมู่ให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน แต่ละพารามิเตอร์หรือตัวแปรการวัดที่สถานีแต่ละแห่งมีลักษณะเป็นคลาสของตนเอง(และบางครั้งก็เป็นความแตกต่างจากคนอื่นๆ ถ้าการจัดหมวดหมู่มีความจำเป็นต้องมีสถานีส่วนกลาง คลาสของตัวแปรที่มีค่ามากก็สามารถนำไปใช้ได้

การจัดอันดับของแต่ละสถานีควรได้รับการตรวจสอบเป็นระยะๆ ขณะที่สถานการณ์สิ่งแวดล้อมสามารถเปลี่ยนไปเป็นประจำทุกปี คำแนะนำให้ทำการตรวจสอบ: ถ้าลักษณะบางอย่างของสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง กระบวนการการจัดหมวดหมู่ใหม่ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นและการปรับปรุงแก้ไขคลาส(Class) ของสถานีควรทำอย่างน้อยทุกห้าปี

ในข้อความต่อไปนี้การจัดให้เป็นหมวดหมู่ในบางครั้งสำเร็จแต่อาจมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้ อันเนื่องจากจะต้องมีการเพิ่มเข้ามาของสถานี ซึ่งอาจรวมถึงข้อจำกัดที่เกิดจากความไม่แน่นอนของการวัด ซึ่งบางครั้งอาจมีการประมาณการจากการศึกษาบรรณานุกรมและ/หรือบางการทดสอบเปรียบเทียบบางส่วน ในวัตถุประสงค์หลักของการจำแนกประเภทในเอกสารนี้และการมีอยู่ของสิ่งกีดขวางอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ทำการวัดค่า ดังนั้นการผ่อนปรนในธรรมชาติของทัศนียภาพ การผ่อนปรนตามธรรมชาติของภูมิทัศน์อาจจะไม่ต้องนำมาพิจารณา ถ้าอยู่ในที่ห่างไกลออกไป (เช่น > 1 กิโลเมตร)

การผ่อนปรนของพื้นที่โดยรอบมีการพิจารณาดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนตำแหน่งของสถานีในระยะ 500 เมตร มีการเปลี่ยนแปลงคลาส(Class) หรือไม่ การผ่อนปรนในลักษณะตามธรรมชาติของพื้นที่ได้นำมาพิจารณาด้วยหรือไม่ ภูมิประเทศที่ซับซ้อนหรือพื้นที่ในเมืองโดยทั่วไปจะมีคลาสระดับสูง ในกรณีเช่นนี้เพิ่มเติมธง “S” ซึ่งสามารถพิจารณาการเพิ่มคลาสเป็นระดับ 4 หรือ 5 เพื่อแสดงสภาพแวดล้อมหรือที่เจาะจง

ปัจจัยของสภาวะอากาศที่เกี่ยวข้องกับสนามตรวจอากาศ

อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ

ข้อกำหนดในการให้บริการทางอุตุนิยมวิทยาของคู่มือฉบับนี้ ได้กำหนดให้เซ็นเซอร์ของเครื่องวัดควรจะติดตั้งภายในตู้สกรีนที่ระดับความสูง 1.25 - 2 เมตร โดยความสูงไม่ควรจะต่ำกว่า 1.25 เมตร ส่วนที่ระดับความสูงมากกว่านี้จะมีความเข้มงวดไม่มากนักเพราะว่าค่าของอุณหภูมิจะมีความลาดที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับความสูง ตัวอย่างเช่น ความแตกต่างในอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ที่ความสูงอยู่ระหว่าง 1.5 และ 2 เมตร มีค่าน้อยกว่า 0.2 องศาเซลเซียส (**ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์** สูงจากพื้นดินสูงขึ้นไป 10 กิโลเมตร อุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 6.5 °C ต่อ 1 กิโลเมตร)

ความแตกต่างหลักมีสาเหตุมาจากที่เกิดจากความไม่ปกติของพื้นผิวและเงา

ก) สิ่งกีดขวางรอบๆ ตู้สกรีนที่มีอิทธิพลต่อความสมดุลของการฉายรังสีของตู้สกรีน เมื่อตู้สกรีนอยู่ใกล้กับสิ่งกีดขวางหรืออุปสรรคที่อยู่ในแนวตั้ง ซึ่งอาจจะเป็นร่มเงาจากรังสีของแสงอาทิตย์หรือ "ป้องกัน" กับการระบายความเย็นของอากาศในเวลากลางคืน โดยได้รับความอบอุ่นจากรอบๆหรือได้รับอิทธิพลจากรังสีสะท้อน

ข) พื้นผิวสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆที่อยู่ใกล้เคียงอาจจะมีอิทธิพลทำให้เกิดความร้อนได้และควรหลีกเลี่ยง ผลกระทบจากลมก็มีผลต่อเปลี่ยนแปลงของอากาศ พื้นผิวธรรมชาติ สิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆก็สามารถเป็นแหล่งทำให้เกิดความร้อนได้ พื้นผิวสะท้อน (เช่น อาคาร พื้นผิวคอนกรีต ที่จอดรถ) และแหล่งน้ำ (เช่น บ่อน้ำ ทะเลสาบ พื้นที่ชลประทาน)

เงาจากสิ่งกีดขวางที่ใกล้เคียงควรหลีกเลี่ยง เงาเนื่องจากการบรรเทาธรรมชาติไม่ได้นำมาพิจารณาสำหรับการจัดหมวดหมู่

การระบุความสูงจากการเจริญเติบโตของพืชพรรณ รักษาไว้ในลักษณะ "ตามปกติ" ความแตกต่างที่ทำขึ้นระหว่างความสูงของพืชโครงสร้าง (ต่อชนิดของพืชในปัจจุบันของสถานี) และความสูงที่เกิดจากการบำรุงรักษาไม่ดี การจัดหมวดหมู่ของสถานีจึงทำให้บนสมมติฐานของการบำรุงรักษาปกติ (เว้นแต่การบำรุงรักษาเช่นว่านั้นไม่สามารถทำได้)

คลาส 1

(ก) เป็นพื้นที่ราบในแนวระดับ ล้อมรอบพื้นที่เปิดโล่ง ความชันน้อยกว่า ⅓ (19 °)

(ข) พื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยพืชพรรณธรรมชาติ ที่ไม่สูงมากนัก (<10 เซนติเมตร)

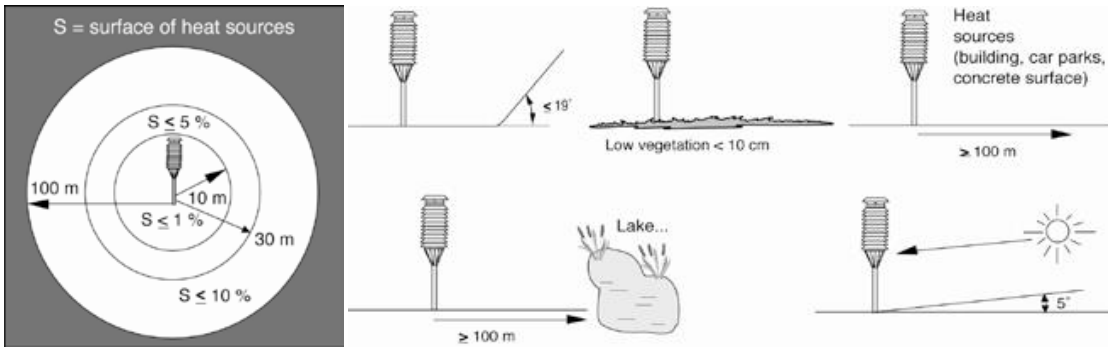
(ค) จุดวัดที่ตั้งอยู่ในตำแหน่ง

(i) ห่างจากแหล่งความร้อนหรือพื้นผิวที่สะท้อนแสง (อาคาร, พื้นผิวคอนกรีต, ที่จอดรถ ฯลฯ) มากกว่า 100 เมตร

(ii) ห่างจากผืนน้ำ มากกว่า 100 เมตร (ยกเว้น พื้นที่สำคัญของภูมิภาค)

(iii) อยู่ห่างจากร่มเงาทั้งหมดที่คาดการณ์ไว้ เมื่อดวงอาทิตย์อยู่สูงกว่า 5 องศา

แหล่งที่มาของความร้อน(หรือความกว้างของห้วงน้ำ) ที่ได้รับการพิจารณาแล้วว่า ตรงบริเวณที่ได้รับผลกระทบครอบคลุมพื้นที่มากกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ ที่อยู่ภายในพื้นที่วงกลมรัศมี 100 เมตรโดยรอบครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 5 ของวงแหวนรัศมีระหว่าง 10 - 30 เมตร หรือครอบคลุมถึงร้อยละ 1 ของวงกลมรัศมี 10 เมตร.



คลาส 2

(ก) เป็นพื้นที่ราบที่ล้อมรอบด้วยพื้นที่เปิดมีความลาดเอียงน้อยกว่า ⅓ (19 °)

(ข) ภูมิภาคหรือพื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยพืชพรรณธรรมชาติที่ไม่สูงมาก (<10 เซนติเมตร)

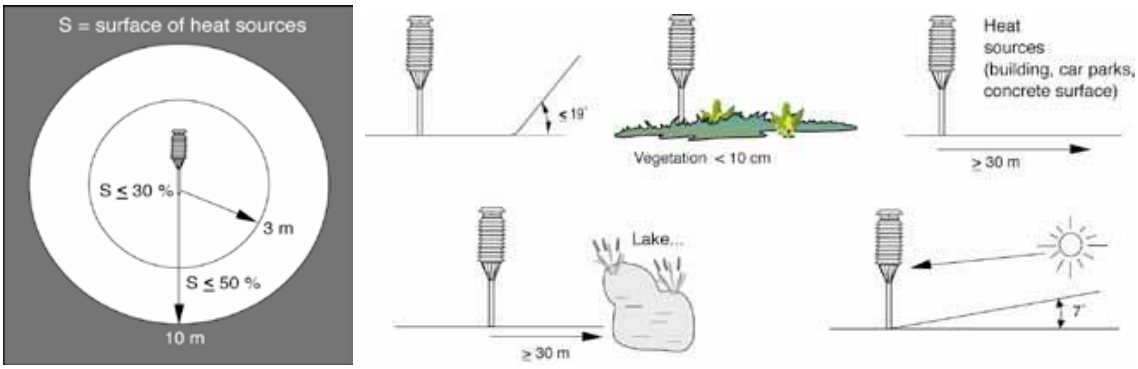
(c) ตำแหน่งที่ตั้งของจุดวัด

(i) มากกว่า 30 เมตร จากแหล่งความร้อนเทียมหรือพื้นผิวสะท้อน (อาคาร, พื้นผิวคอนกรีต, ที่จอดรถ)

(ii) ในกว่า 30 เมตร จากห้วงน้ำ (เว้นแต่ที่สำคัญของภูมิภาค)

(iii) อยู่ห่างจากร่มเงาที่คาดการณ์ไว้ทั้งหมด เมื่อดวงอาทิตย์อยู่สูงกว่า 7 °

แหล่งกำเนิดของความร้อน(หรือความกว้างของน้ำ)จะถือว่าได้รับผลกระทบได้หากครอบคลุมพื้นที่มากกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ที่อยู่ภายในพื้นที่วงกลมรัศมี 30 เมตร โดยรอบ, ทำให้ได้ร้อยละ 5 ของ วงแหวนรัศมีระหว่าง 5 – 10 เมตร หรือครอบคลุมถึงร้อยละ 1 ของวงกลมรัศมี 5 เมตร



คลาส 3 (ประมาณความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้น โดยสูงได้ถึง 1 ° C)

(ก) ภูมิภาคหรือพื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยพืชพรรณธรรมชาติและต่ำ (<25 ซม.)

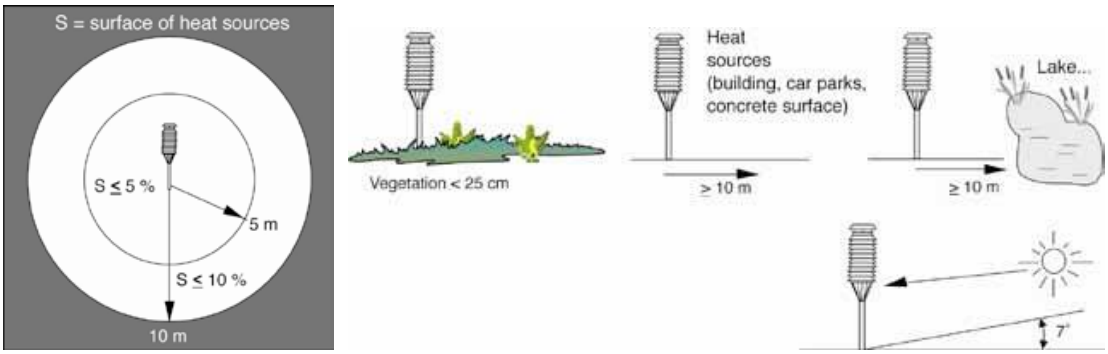
(ข) จุดวัดที่ตั้งอยู่

(i) ห่างจากแหล่งความร้อนและพื้นผิวสะท้อน (อาคาร, พื้นผิวคอนกรีต, ที่จอดรถฯลฯ) มากกว่า 10 เมตร

(ii) ห่างจากห้วงน้ำ (เว้นแต่ที่สำคัญของภูมิภาค) มากกว่า 10 เมตร

(iii) อยู่ห่างจากร่มเงาที่คาดการณ์ไว้ทั้งหมด เมื่อดวงอาทิตย์อยู่สูงกว่า 7 °

แหล่งที่มาของความร้อน(หรือห้วงน้ำ) ที่ได้รับการพิจารณาแล้วว่าได้รับผลกระทบครอบคลุมพื้นที่มากกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ที่อยู่ภายในพื้นที่วงกลมของ 10 เมตร โดยรอบหรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ของวงแหวนรัศมี 5 เมตร



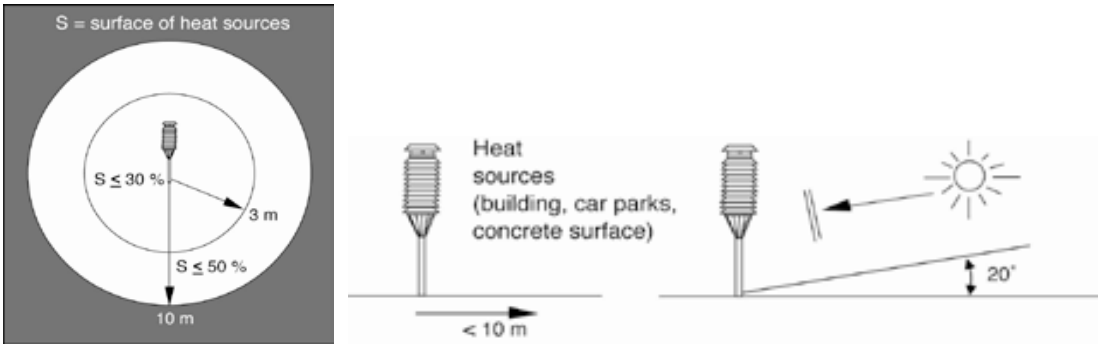
คลาส 4 (ประมาณความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้น โดยสูงได้ถึง 2 ℃)

(ก) ใกล้กับแหล่งความร้อนและพื้นผิวสะท้อน (อาคาร, พื้นผิวคอนกรีต, ที่จอดรถ, ฯลฯ) หรือห้วงน้ำ (ยกเว้นที่สำคัญของภูมิภาค ครอบคลุมดังนี้

(i) น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นผิวภายในพื้นที่วงกลม 10 เมตร รอบๆ บริเวณ

(ii) น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นผิวภายในพื้นที่วงกลมจาก 3 เมตร รอบๆ บริเวณ

(ข) ห่างจากร่มเงาที่คาดการณ์ไว้ทั้งหมดเมื่อดวงอาทิตย์อยู่สูงกว่า 20 °



คลาส 5 (ประมาณความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้น โดยสูงได้ถึง 5 ℃)

เมื่อสถานีไม่ได้สนองตอบความต้องการของ คลาส 4

หยาดน้ำฟ้า

ลมเป็นตัวการสำคัญที่สุดของการรบกวน ในการตรวจวัดฝน อันเนื่องจากผลกระทบของเครื่องวัดเมื่อการไหลของอากาศ ยกเว้นกรณีที่มาตรวัดน้ำฝนได้รับปกป้องจากลม เช่น โล่ลม, สถานีที่ดีที่สุดมักจะพบในป่าหรือสวนผลไม้ท่ามกลางต้นไม้ในป่า ป่าละเมาะหรือพุ่มไม้หรือวัตถุอื่นๆ ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องป้องกันลมที่มีประสิทธิภาพสำหรับลมที่มาจากทุกทิศทาง เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเป็นอุปกรณ์เหล่านั้นที่มีสิ่งกีดขวางของความสูงสม่ำเสมอล้อมรอบบริเวณ ซึ่งสิ่งกีดขวางหมายถึงวัตถุที่มีความกว้างเชิงมุมจาก 10° หรือมากกว่า

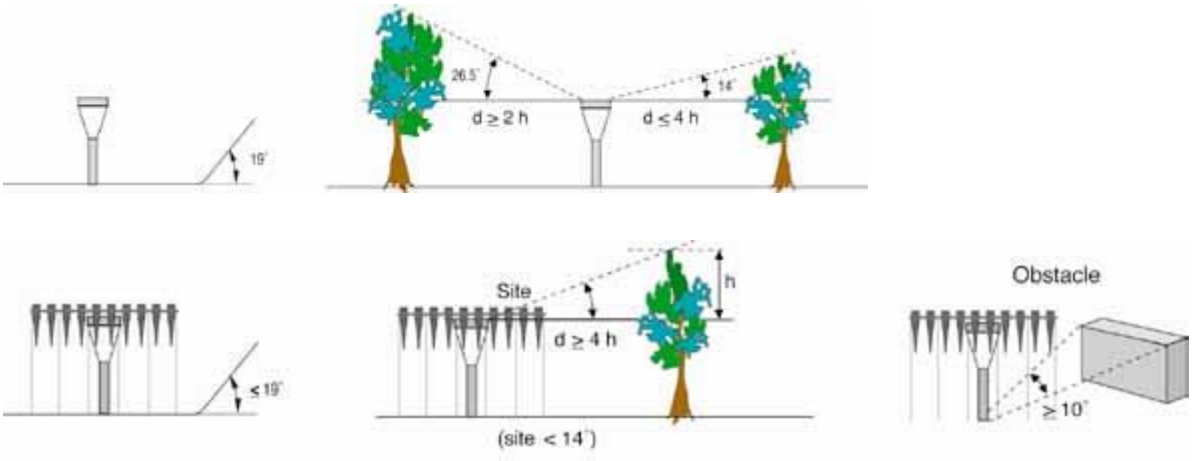
เลือกพื้นที่ดังกล่าวไม่สามารถใช้ได้กับข้อจำกัด ในแง่ของความสูงของอุปกรณ์การวัดอื่นๆ เงื่อนไขดังกล่าวเป็นไม่สมจริงในทางปฏิบัติ ถ้าอุปสรรคไม่เหมือนกันพวกเขามีแนวโน้มที่จะสร้างความผิดพลาดซึ่งบิดเบือนวัด ผลกระทบนี้เป็นเด่นชัดมากขึ้นสำหรับกลุ่มฝนที่เป็นของแข็ง(ฝนที่ตกหนัก หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น) นี่คือเหตุผลว่าทำไมระดับความสูงกำหนดระยะทางบางอย่างจากสิ่งกีดขวาง ทิศทางของสิ่งกีดขวาดังกล่าวเป็นตัวกำหนดทิศทางลมที่เราไม่ได้จงใจที่จะนำมาพิจารณา อันที่จริงกลุ่มฝนหนักมักจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยการไหลเวียนโดยทิศทางลมแต่ก็บ่อยครั้งที่ทิศทางลมไม่ได้นำมาใช้ในการพิจารณา โดยจะถือว่าอุปสรรคมีความสม่ำเสมอถ้าหากอัตราส่วนระหว่างความสูงของส่วนที่สูงสุดต่อค่าความสูงของส่วนที่ต่ำสุดมีค่าต่ำกว่า 2

สำหรับความสูงอ้างอิงของสิ่งกีดขวางจะถือเอาระดับความสูงของกระบอกรองรับน้ำฝนเป็นเกณฑ์

คลาส 1

(ก) ที่ดินแบน, แนวนอน, ล้อมรอบด้วยพื้นที่เปิดโล่ง ความลาดชันน้อยกว่า ⅓ (19°) เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนล้อมรอบไปด้วยสิ่งกีดขวางของความสูง มองเห็นสิ่งกีดขวางภายใต้มุมเงยระหว่าง 14° ถึง 26° (ที่ระยะห่างระหว่าง 2 ถึง 4 เท่าความสูงสิ่งกีดขวาง)

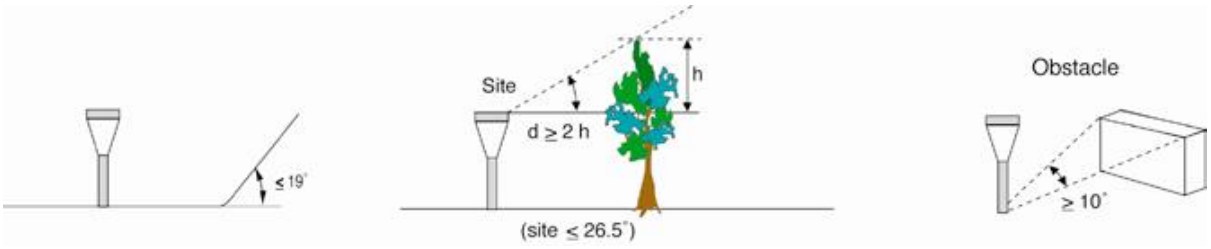
(ข) ที่ดินแบน, แนวนอน, ล้อมรอบด้วยพื้นที่เปิดโล่ง ความลาดชันน้อยกว่า ⅓ (19°) เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนที่ประดิษฐ์ขึ้นให้มีการป้องกันลม เครื่องมือไม่จำเป็นต้องมีการป้องกันโดยสิ่งกีดขวางของความสูง ในกรณีนี้สิ่งกีดขวางอื่นๆ จะต้องตั้งอยู่ที่ระยะห่างอย่างน้อย 4 เท่าความสูงสิ่งกีดขวาง



คลาส 2 (ประมาณความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 5)

(ก) ที่ดินแบน, แนวนอน, ล้อมรอบด้วยพื้นที่เปิดโล่ง ความลาดชันน้อยกว่า ⅓ (19°)

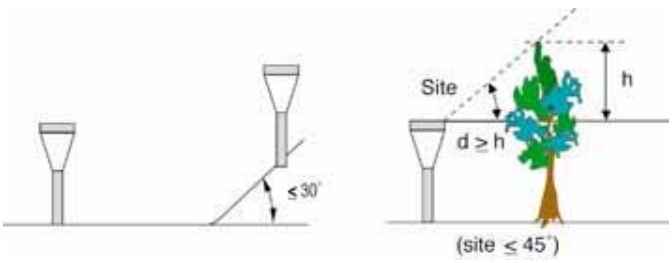
(ข) ถ้าเป็นไปได้สิ่งกีดขวางจะต้องตั้งอยู่ที่ระยะทางอย่างน้อยสองครั้งความสูงของสิ่งกีดขวาง (ขึ้นอยู่กับความสูงของที่รองรับน้ำฝน)



คลาส 3 (ประมาณความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้น โดยไม่เกินร้อยละ 15)

(ก) พื้นที่ถูกล้อมรอบด้วยพื้นที่เปิด มีความลาดเอียงน้อยกว่า ½ (≤ 30°)

(ข) ถ้าเป็นไปได้สิ่งกีดขวางจะต้องตั้งอยู่ในระยะทางที่มากกว่าความสูงของสิ่งกีดขวาง



Class 4 (ประมาณความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้น โดยไม่เกินร้อยละ 25)

(ก) เป็นพื้นที่ลาดชัน (> 30°)

(ข) สิ่งกีดขวางที่เป็นไปได้จะต้องตั้งอยู่ในระยะทางที่มากกว่าครึ่งหนึ่ง (½) ความสูงของสิ่งกีดขวาง

ลมผิวพื้น

กฎเกณฑ์ของความสูงโดยทั่วไปกำหนดให้เซ็นเซอร์ควรจะวาง 10 เมตรเหนือระดับพื้นดินและวางบนบนพื้นที่เปิด พื้นที่เปิดในที่นี่หมายถึงพื้นผิวที่สิ่งกีดขวางตั้งอยู่ที่ระยะทางขั้นต่ำเท่ากับอย่างน้อย 10 เท่าของความสูงของเซ็นเซอร์

ความไม่ราบเรียบ

การวัดลมจะถูกรบกวนซึ่งไม่เพียงแต่สิ่งกีดขวางโดยรอบภูมิประเทศเท่านั้น ความไม่สม่ำเสมอหรือความไม่ราบเรียบของภูมิประเทศยังมีส่วนอีกด้วย ซึ่ง WMO ได้กำหนดให้ใช้เกณฑ์พิจารณาลมพัดโดยทั่วไปที่ระดับความสูง 10 เมตรและพิจารณาลมผิวพื้นที่ระดับความสูง 0.03 เมตร สำหรับสถานีภาคพื้นนั้น

ตรงนี้จะถือว่าเป็นเงื่อนไขของลมที่ใช้อ้างอิง ซึ่งเป็นที่รู้จักกันและยอมรับกันโดยทั่วไป (ความสูง 10 เมตร และความยาวความไม่สม่ำเสมอที่ 0.03 เมตร)

ดังนั้นความไม่สม่ำเสมอของลมในพื้นที่รอบๆการตรวจวัดนั้น จะต้องมีการบันทึกหรือจัดทำเอกสาร ความไม่สม่ำเสมอดังกล่าวควรจะนำมาใช้สำหรับการแปลงค่าซึ่งจะใช้เป็นที่อ้างอิง แต่ขั้นตอนดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้เฉพาะในกรณีที่สิ่งกีดขวางจะไม่ได้อยู่ใกล้เกินไป เรื่องที่เกี่ยวข้องกับความไม่สม่ำเสมอและวิธีการแก้ไขและการจัดหมวดหมู่ของความไม่ราบเรียบที่ได้จัดไว้จากภาคผนวกใน Part I, บทที่ 5,

การจัดหมวดหมู่ภูมิประเทศ จากดาเวนพอร์ต (1960) โดยดัดแปลง Wieringa (1980b) ในแง่ของความไม่สม่ำเสมอตามหลักอากาศพลศาสตร์ Zo

Class **index**	Short terrain description	Zo <m>
2	Mud flats, snow; no vegetable, no obstacles	0.005
3	Open flat terrain; grass, few isolated obstacles0.03	0.03
4	Low crops; occasional large obstacles, *x/H*>20	0.10
5	High crops; scattered obstacles, 15 < *x/H* < 200.	0.25
6	Parkland, bushes; numerous obstacles, *x/H* ≈ 100	0.5
7	Regular large obstacle coverage (suburb, forest)	1.0
8	City centre with high- and low-rise buildings	≥2

หมายเหตุ:

X เป็นระยะทางของสิ่งกีดขวางโดยทั่วไปที่อยู่เหนือลม

H เป็นความสูงของสิ่งกีดขวางหลักที่สอดคล้องกัน

สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม คำอธิบายและการปรับปรุงภูมิประเทศ ดูที่ Davenport (2000)

การจัดหมวดหมู่สภาพแวดล้อม

การปรากฏของสิ่งกีดขวาง (ค่อนข้างคงทนถาวร) หมายถึงการลดลงของการอ่านค่าลมเฉลี่ย ซึ่งส่งผลกระทบต่อระดับลมกระโชกไม่มากนัก การจัดหมวดหมู่ต่อไปนี้อนุมานวัดที่ 10 เมตร ซึ่งเป็นระดับความสูงมาตรฐานสำหรับการวัดทางอุตุนิยมวิทยา

เมื่อทำการตรวจวัดที่ระดับความสูงที่ต่ำกว่า (เช่น ดำเนินการวัดที่ระดับ 2 เมตร เช่นเดียวกับกรณีนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางภูมิอากาศและสภาพอากาศที่เกี่ยวกับการเกษตร), class 4 หรือ 5 (ดูด้านล่าง) จะใช้ธง S (Specific situation, สถานการณ์เฉพาะ)

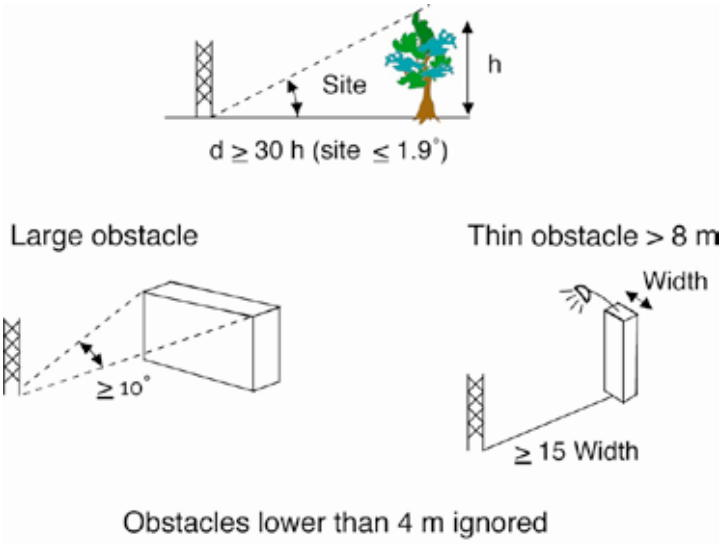
เมื่อมีสิ่งกีดขวางจำนวนมากที่ความสูงมากกว่ากว่า 2 เมตร ขอแนะนำว่าเซ็นเซอร์ควรจะวางไว้ที่ความสูงเหนือค่าความสูงเฉลี่ยของสิ่งกีดขวาง 10 เมตร วิธีการนี้จะช่วยให้ลดผลอันเนื่องมาจากอิทธิพลของสิ่งกีดขวางที่อยู่ใกล้เคียง วิธีนี้เป็นทางออกที่ถาวรสำหรับการขจัดอิทธิพลของอุปสรรคบางอย่าง มันจึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้เสาสูงกว่า ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานและทำให้มีราคาแพงกว่า มันจะต้องได้รับการพิจารณาสำหรับสถานีบางแห่งและสถานที่ที่ใช้ ความสูงของสิ่งกีดขวางที่จะต้องนำมาพิจารณา ก็คือว่าความสูงของเซ็นเซอร์ตั้งอยู่เหนือระดับสิ่งกีดขวางมากกว่า 10 เมตร (เช่น ระดับอ้างอิง "พื้นดิน" สิ่งกีดขวางมีความสูง 3 เมตรเครื่องวัดความเร็วลมจะทำการติดตั้งที่ความสูง 13 เมตร, สิ่งกีดขวางที่สูง 7 เมตร ถือว่ามีผลที่ความสูง 4 เมตร)

ต่อไปนี้จะถือว่าเป็นสิ่งกีดขวาง ถ้าเป็นสิ่งที่มีขนาดของความกว้างเชิงมุมของมันมากกว่า 10 ° ยกเว้นสิ่งกีดขวางที่มีความสูงและไม่หนามากดังกล่าวข้างล่าง การเปลี่ยนแปลงของระดับ (บวกหรือลบ) ในแนวนอนซึ่งไม่ได้เป็นตัวแทนของภูมิทัศน์ถือว่าเป็นอุปสรรค

คลาส 1

(ก) การติดตั้งเสาควรจะอยู่ในระยะห่างอย่างน้อย 30 เท่าของความสูงของสิ่งกีดขวางโดยรอบ

(ข) เซ็นเซอร์ควรจะตั้งอยู่ที่ระยะห่างอย่างน้อย 15 เท่าของความกว้างของสิ่งกีดขวางที่แคบ (เสาหรือต้นไม้ที่สูงเรียว) สูงมากกว่า 8 เมตร สิ่งกีดขวางเดี่ยวที่ต่ำกว่า 4 เมตรสามารถละเว้นได้

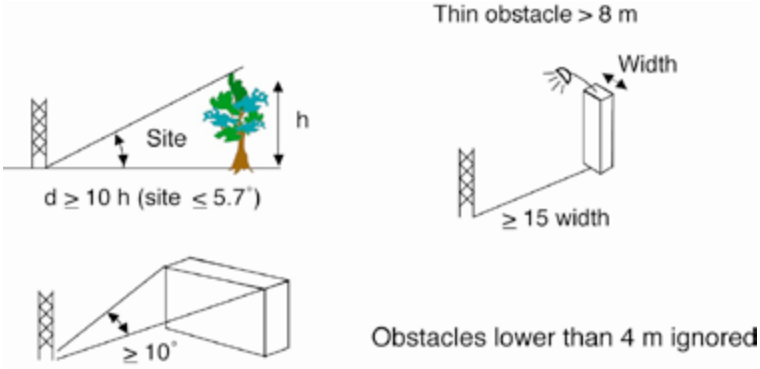


คลาสของดัชนีความไม่เรียบอยู่ระหว่าง 2-4 (ขนาดความไม่เรียบ ≤ 0.1 เมตร)

คลาส 2 (ประมาณความไม่แน่นอนเพิ่มเติม โดยได้ถึงร้อยละ 30, ความเป็นไปได้ที่จะใช้แก้ไขให้ถูกต้อง)

(ก) เสาควรจะอยู่ในระยะห่างอย่างน้อย 10เท่าของความสูงของสิ่งกีดขวางโดยรอบ

(ข) เซ็นเซอร์ควรจะตั้งอยู่ที่ระยะห่างอย่างน้อย 15 เท่า ของความกว้างของสิ่งกีดขวางที่แคบ (เสาหรือต้นไม้ที่สูงเรียว) กว่า 8 เมตรสูง, สิ่งกีดขวางเดียวต่ำกว่า 4 เมตรสามารถละเว้นได้



คลาสของดัชนีความไม่เรียบอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 (ขนาดความไม่เรียบ≤ 0.25 เมตร)

<u>หมายเหตุ</u>

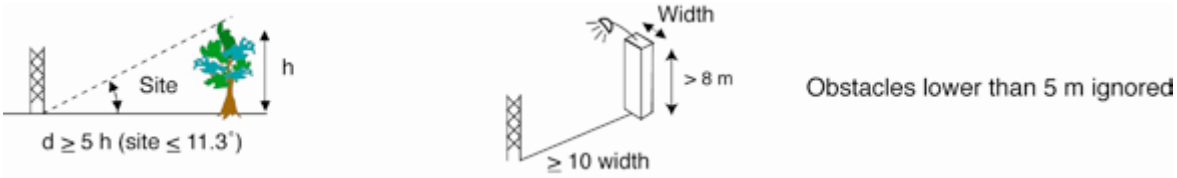
เมื่อเสาตั้งอยู่ที่ระยะทางอย่างน้อย 20 เท่าของความสูงของรอบอุปสรรค การแก้ไข (Part I, บทที่ 5) สามารถนำไปใช้ได้ ในกรณีที่อยู่ใกล้สิ่งกีดขวาง การแก้ไขอาจจะนำไปประยุกต์ใช้ในบางสถานการณ์

คลาส 3 (ประมาณความไม่แน่นอนเพิ่มเติมโดยไม่เกินร้อยละ 50, การแก้ไขไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้ถูกต้องได้)

(ก) เสาควรจะอยู่ที่ระยะห่างอย่างน้อย 5 เท่าของความสูงของสิ่งกีดขวางโดยรอบ

(ข) เซ็นเซอร์ควรจะตั้งอยู่ที่ระยะห่างอย่างน้อย 10 เท่าความกว้างของสิ่งกีดขวางแคบๆ (เสาหรือต้นไม้สูงเรียว) สูงกว่า 8 เมตร

สิ่งกีดขวางเดียวที่ต่ำกว่า 5 เมตร สามารถละเว้นได้



Class 4 (ประมาณความไม่แน่นอนที่เพิ่มขึ้น โดยมากกว่าร้อยละ 50

(ก) เสาควรจะอยู่ในระยะทางไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าความสูงของสิ่งกีดขวางโดยรอบ

(ข) ไม่มีอุปสรรคที่มีความกว้างเชิงมุมมีขนาดใหญ่กว่า 60 องศาและความสูงมากกว่า 10 เมตรภายในระยะทาง 40 เมตร

สิ่งกีดขวางเดี่ยวความสูงต่ำกว่า 6 เมตร สามารถถูกละเว้น (เฉพาะสำหรับการวัดที่ 10 เมตรหรือสูงกว่า)

คลาส 5 (ประมาณความไม่แน่นอนไม่สามารถกำหนดได้)

ในกรณีสถานีไม่สามารถตอบสนองความต้องการของ คลาส 4 ได้

การแพร่กระจายรังสี

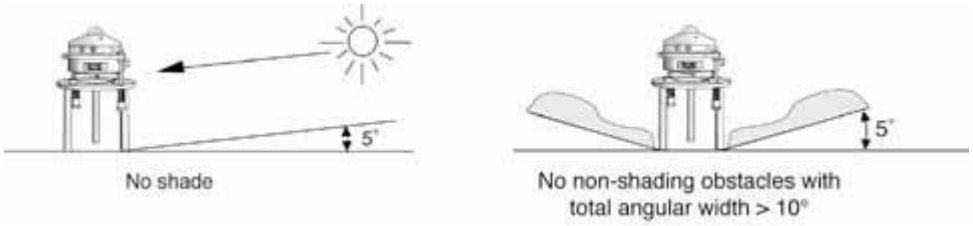
จะต้องมีการหลีกเลี่ยงจากสิ่งกีดขวางหรือสิ่งกำบังที่อยู่ใกล้ การผ่อนปรนเงาอันเนื่องจากของธรรมชาติไม่ได้นำมาพิจารณาในการจำแนกคลาส สิ่งกีดขวางที่ไม่สะท้อนที่อยู่ต่ำกว่าแนวการมองเห็นสามารถละเลยได้ การจะพิจารณาได้ว่าเป็นสิ่งกีดขวางที่เกิดการสะท้อนเมื่ออัลเบโด้ (การสะท้อนกลับ) มีค่ามากกว่า 0.5

ตำแหน่งอ้างอิงมุมเงยเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการสนองตอบของเครื่องมือ

คลาส 1

(ก) ไม่มีร่มเงาที่ฉายลงบนเซ็นเซอร์เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่ระดับความสูงมุมเงยมากกว่า 5 องศา สำหรับภูมิภาคที่มีละติจูด ≥ 60° จะลดมุมต่ำลงมาที่ 3°

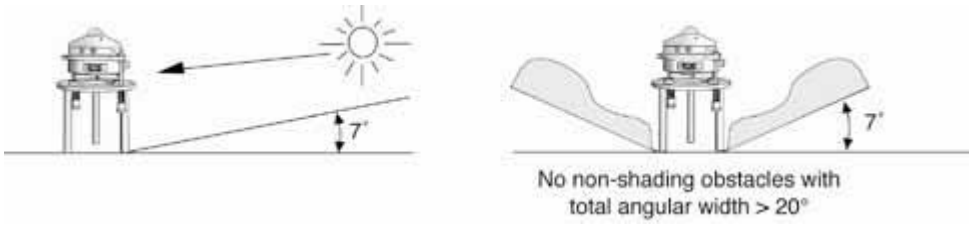
(ข) ไม่มีการสะท้อนของเงาของสิ่งกีดขวางให้ปรากฏที่มีความสูงมุมเงยมากกว่า 5 องศาและความกว้างเชิงมุมทั้งหมดมากกว่า 10°



คลาส 2

(ก) ไม่มีร่มเงาที่ฉายลงบนเซ็นเซอร์เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่ระดับความสูงมุมเงยมากกว่า 7° สำหรับภูมิภาคที่มีละติจูด≥ 60° จะลดมุมต่ำลงมาที่ 5°

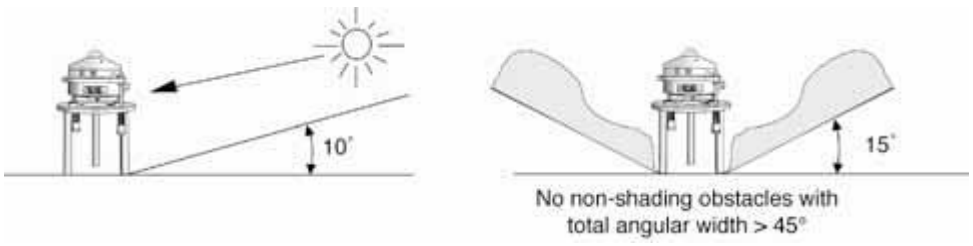
(ข) ไม่มีการสะท้อนของเงาของสิ่งกีดขวางให้ปรากฏที่มีความสูงมุมเงยสูงกว่า 7° และความกว้างเชิงมุมทั้งหมดมากกว่า 20°



คลาส 3

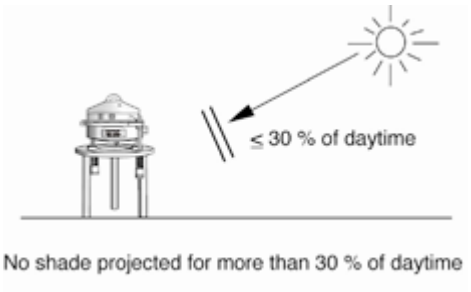
(ก) ไม่มีร่มเงาที่ฉายลงบนเซ็นเซอร์เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่ระดับความสูงเชิงมุมของกว่า 10° สำหรับภูมิภาคที่มีละติจูด≥ 60° จะลดมุมต่ำลงมาที่ 7°

(ข) ไม่มีการสะท้อนของเงาของสิ่งกีดขวางให้เห็นที่มีความสูงมุมเงยสูงกว่า 15° และความกว้างเชิงมุมทั้งหมดมากกว่า 45°



คลาส 4

ร่มเงาในช่วงเวลากลางวันตลอดทั้งปีไม่เกินร้อยละ 30



คลาส 5

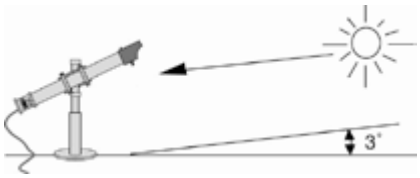
ร่มเงาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวัน เกินกว่าร้อยละ 30 เป็นเวลาอย่างน้อยหนึ่งวันในหนึ่งปี

ช่วงเวลาส่องแสงและการตกกระทบ

สิ่งกีดขวางอยู่ใกล้จะต้องมีการหลีกเลี่ยง เงาเนื่องจากการผ่อนปรนของธรรมชาติไม่ได้นำมาพิจารณาในการจำแนกคลาส สิ่งกีดขวางที่ไม่สะท้อนที่อยู่ต่ำกว่าแนวการมองเห็นสามารถละเลยได้อ้างอิงตำแหน่งมุมสูงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการสนองตอบของเครื่องมือ

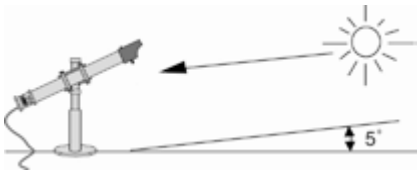
คลาส 1

ไม่มีร่มเงาที่ฉายลงบนเซ็นเซอร์เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่ระดับความสูงเชิงมุมกว่า 3°



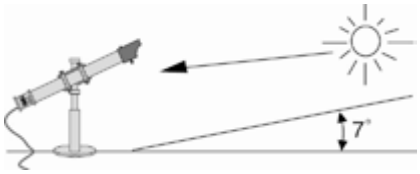
คลาส 2

ไม่มีร่มเงาที่ฉายลงบนเซ็นเซอร์เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่ระดับความสูงเชิงมุมกว่า 5 องศา



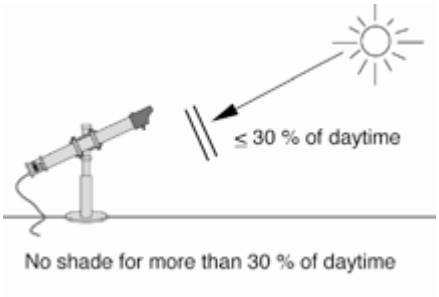
คลาส 3

ไม่มีร่มเงาที่ฉายลงบนเซ็นเซอร์เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่ระดับความสูงเชิงมุมของกว่า 7°



คลาส 4

ไม่มีร่มเงาในช่วงที่คาดการณ์ไว้เกินกว่าร้อยละ 30 ในตอนกลางวันของแต่ละวันทั้งปี



คลาส 5

ร่มเงาในช่วงที่คาดการณ์ไว้เกินกว่าร้อยละ 30 ในตอนกลางวันของแต่ละวันทั้งปี

๑.๑ เครื่องมือตรวจอากาศประจำสถานี

๑.๑.๑ สถานีตรวจอากาศประจำที่ จำเป็นต้องมีเครื่องมืออย่างน้อยต่อไปนี้.-

- สนามตรวจอากาศ
- เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม
- เครื่องวัดอุณหภูมิ สูงสุด-ต่ำสุด
- เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ ตุ้มแห้ง-ตุ้มเปียก (PSYCRO METER)
- เครื่องวัดความกดอากาศ
- เรือนเทอร์โมมิเตอร์
- เครื่องวัดน้ำฝน

๑.๑.๒ สถานีตรวจอากาศเคลื่อนที่ จำเป็นต้องมีเครื่องมืออย่างน้อยต่อไปนี้.-

- เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลมแบบมือถือ
- เครื่องวัดความกดอากาศ
- เครื่องวัดอุณหภูมิ ตุ้มแห้ง-ตุ้มเปียก (แบบแกว่ง)

๑.๑.๓ เครื่องมือสื่อสารที่จำเป็น

- FAXSIMILE
- AN/URC-94 (SSB)

๑.๒ สถานที่สร้างสนามตรวจอากาศ

๑.๒.๑ ต้องเป็นสนามหญ้าตัดสั้น โล่งแจ้ง ไม่มีต้นไม้หรืออาคารกำบังลมและแสงแดด

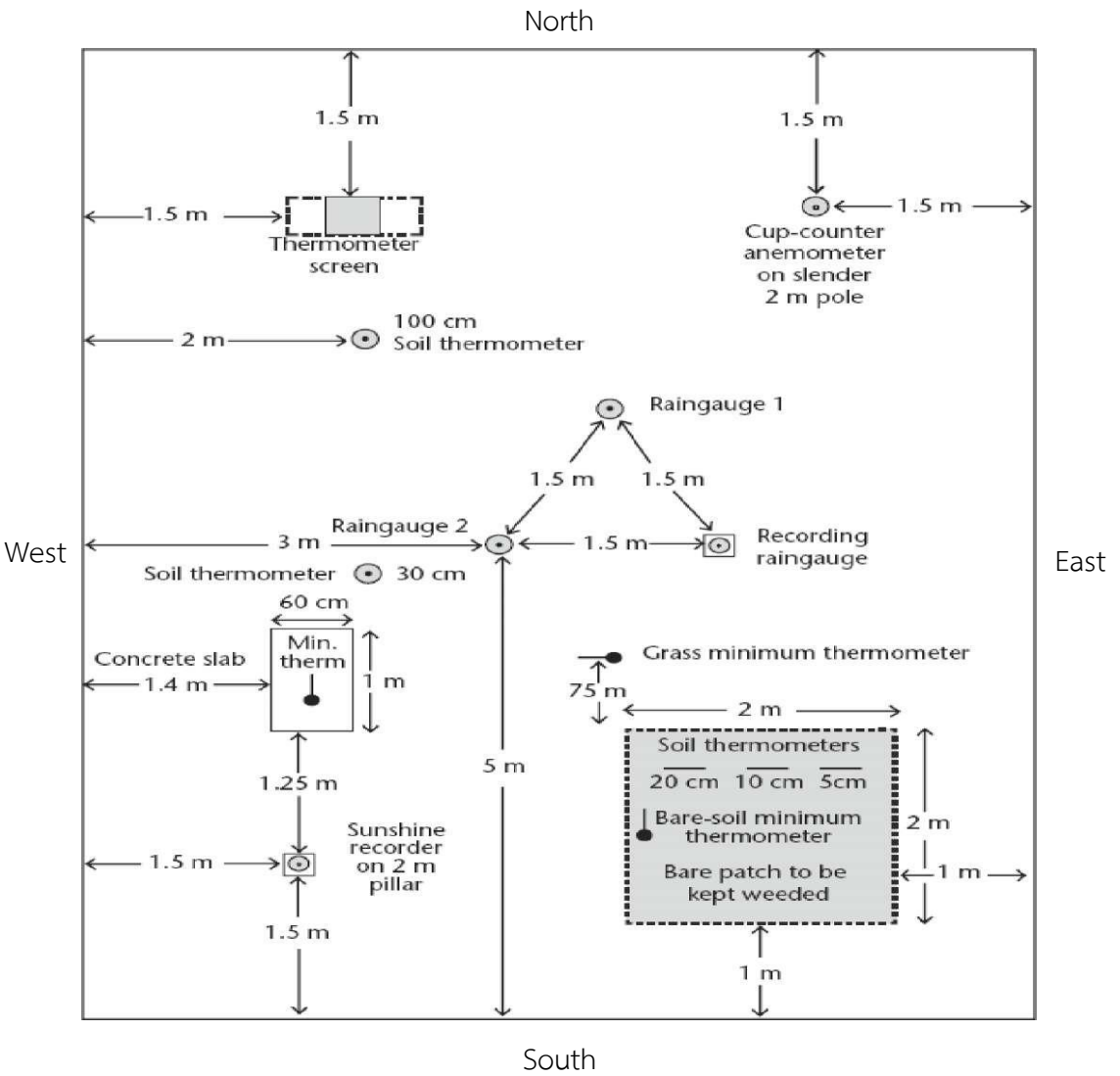
๑.๒.๒ ขนาดของสถานีตรวจอากาศกว้าง ๗ ม. ยาว ๑๐ ม. และมีรั้ว สูง ๔ ฟุต

๑.๒.๓ การติดตั้งเครื่องมือตรวจอากาศในสนามตรวจอากาศ ต้องเป็นไปตามคู่มือ รปป.

การตรวจสอบสนามตรวจอากาศ

- ตรวจสถานที่ติดตั้ง
- ตรวจขนาด
- ตรวจการติดตั้งเครื่องมือให้ถูกต้องตามหลักวิชา
- ตรวจเครื่องมือให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ใช้งานได้ดี
- ตัดหญ้าให้สั้นอยู่เสมอ
- ตรวจสภาพรั้วและสีของรั้ว

สนามอุตุนิยมวิทยา (สนามตรวจอากาศ)



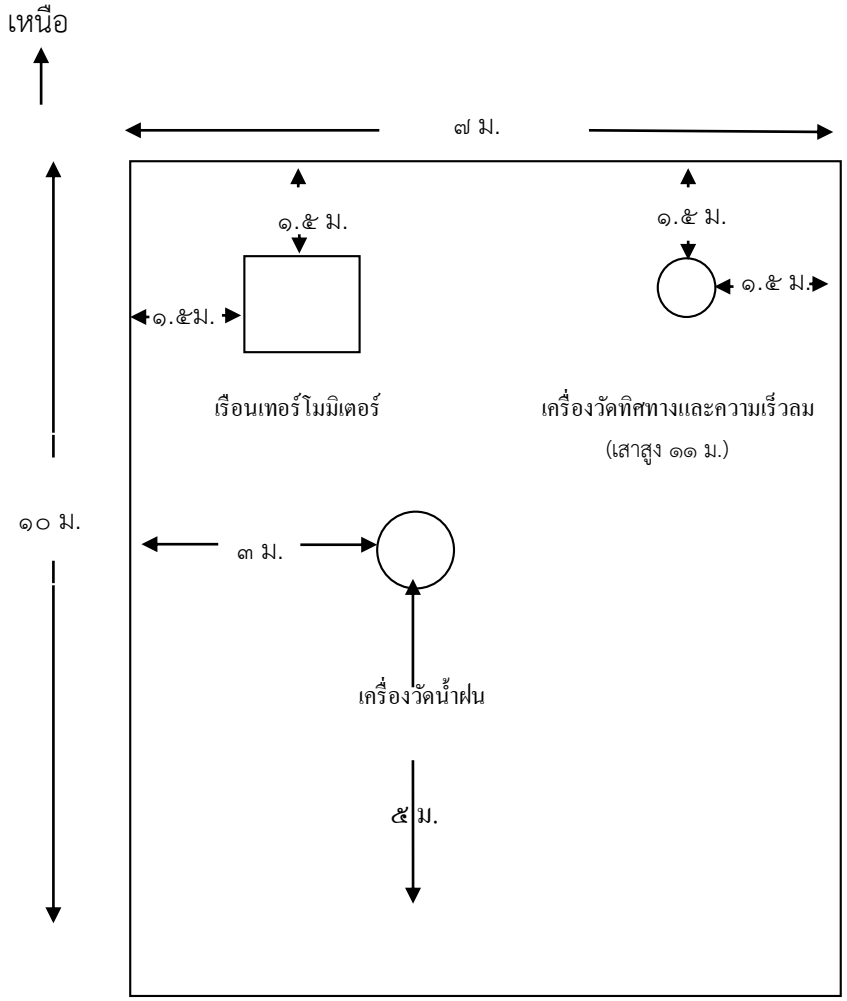
ตำบลที่ตั้งสถานีและการติดตั้งเครื่องมือ (Site and exposure of the instruments)

๑. เครื่องมือชนิดกลางแจ้งควรติดตั้งในสนามตรวจอากาศที่มีระดับพื้นดิน โดยมีขนาดประมาณพื้นที่ไม่น้อยกว่า ๒๕ x ๒๕ ตารางเมตร ถ้าประกอบไปด้วยเครื่องมือหลายชนิด แต่ถ้ามีเครื่องมือตรวจอากาศน้อยชนิดก็อาจพิจารณาให้มีขนาดเล็กลงได้ เช่น ขนาด ๑๐ x ๗ ตารางเมตร ในส่วนของกองทัพอากาศถือว่าเหมาะสมที่สุด

๒. พื้นสนามควรราบเรียบและไม่ควรลาดเอียงหรือต่ำกว่าพื้นโดยรอบ

๓. สนามตรวจอากาศควรอยู่ห่างจากต้นไม้ อาคาร หรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ ควรไม่น้อยกว่าสองเท่าของความสูงของสิ่งที่กีดขวางนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรไม่น้อยกว่าสี่เท่าของความสูงของสิ่งที่กีดขวาง

สนามตรวจอากาศ (ทอ.)



การตรวจธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาบางอย่างขึ้นอยู่กับการติดตั้งเครื่องมือ ดังนั้นการติดตั้งเครื่องมือตามสถานีตรวจอากาศต่างๆ จึงจำเป็นต้องเป็นแบบฉบับเดียวกัน สถานีอุตุนิยมวิทยา ต้องเป็นสนามหญ้าและตัดให้สั้นอยู่เสมอ ขนาดกว้าง ๗ เมตร ยาว ๑๐ เมตร ก็นับว่าเพียงพอสำหรับเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น กลางแจ้ง สถานีควรให้อยู่ห่างไกลจากต้นไม้ใหญ่ อาคารสิ่งก่อสร้างหรือสิ่งกำบังอย่างน้อยสองเท่า ถ้าถูกต้องที่สุดต้องสี่เท่าของความสูงสิ่งนั้น โดยใช้จุดที่ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนเป็นจุดหลัก ไม่ควรให้ตั้งอยู่บนหรือใกล้กับที่ลาดชันมากๆ ที่เป็นแหลมลาดยาว ผาชัน หรือตามหุบเขา จึงจำเป็นต้องอยู่ห่างไกลจากย่านที่มีสิ่งก่อสร้างใหญ่ๆ มีข้อยกเว้นสำหรับกรณีเครื่องวัดหยาดน้ำฟ้า (เครื่องวัดน้ำฝน) ซึ่งต้องการให้มีหมู่ต้นไม้หรือรั้วต้นไม้เตี้ยๆ เพื่อใช้เป็นเครื่องกำบังอาการผกผันของลม

สถานีตรวจอากาศเพื่อการพยากรณ์ต้องตั้งอยู่ในที่ที่เหมาะสม เพื่อที่จะให้ได้รับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้อย่างถูกต้องแท้จริง

สถานีตรวจอากาศต้องตั้งอยู่ในที่ที่สามารถทำการตรวจได้ต่อเนื่องกัน อย่างน้อยเป็นเวลา ๑๐ ปี และการติดตั้งเครื่องมือต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลานานๆ เว้นแต่ว่าเพื่อความมุ่งหมายพิเศษ

ตำแหน่งที่ติดตั้งสถานีตรวจอากาศ

ตำแหน่งที่ติดตั้งสถานีตรวจอากาศจำเป็นต้องทราบ ละติจูด ลองจิจูด ความสูงของสถานี เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง หน่วยเป็นเมตร (ความสูงของสถานีหมายถึงความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นซึ่งถังวัดปริมาณฝนตั้งอยู่ หรือถ้าไม่มีถังวัดฝน ให้ใช้พื้นที่อยู่ข้างล่างของตู้สกรีนเทอร์โมมิเตอร์ หากไม่มีทั้งถังวัดปริมาณน้ำฝนและตู้สกรีนเทอร์โมมิเตอร์ก็ควรเป็นระดับพื้นที่โดยเฉลี่ยของบริเวณโดยรอบสถานี) และถ้ามีการตรวจวัดความกดอากาศ จะต้องแยกแยะความสูงที่ความกดอากาศของสถานีอ้างอิง เป็นที่ทราบว่า

การรายงานความกดอากาศได้อ้างอิงความสูงของสถานีเรียกว่า "ความกดอากาศของสถานี" หรือความสูงของกระปุกบาโรมิเตอร์ปรอทของสถานี แล้วตั้งชื่อสถานีตรวจอากาศ เพื่อที่จะตรวจอากาศและสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันกับต่างประเทศทั่วโลกได้

ประเทศต่างๆ จัดตั้งสถานีตรวจอากาศขึ้นตามภาคต่างๆ ภายในประเทศของตน มีลักษณะเป็นตาข่ายที่มีระยะสม่ำเสมอ และกระจายทั่วประเทศ เพื่อให้ได้ผลการตรวจลักษณะอากาศที่แท้จริงทั่วประเทศในระยะเวลาหนึ่งๆ สถานีตรวจอากาศผิวพื้นที่เป็นมาตรฐานควรมีระยะห่างกันระหว่างสถานีหนึ่งๆ ไม่เกิน 150 กิโลเมตร (สถานีตรวจอากาศชั้นบนห่างกันไม่เกิน 250 กิโลเมตร) แต่ทั้งนี้ต้องสัมพันธ์กับ ฐานะการเงินที่จัดตั้งได้มากน้อยถี่ห่างเพียงใด ยิ่งมีสถานีตรวจอากาศหนาแน่นทั่วประเทศยิ่งเป็นผลดีแก่การพยากรณ์อากาศและการจัดทำแผนที่ภูมิอากาศยิ่งขึ้น

๑.๓ ข้อกำหนดโดยทั่วไปของเครื่องมือตรวจอากาศ

คุณลักษณะของเครื่องมือ

- มีความเชื้อถือได้ (reliability)
- มีความถูกต้องแม่นยำ (accuracy)
- ออกแบบง่ายๆ
- สะดวกในการใช้และซ่อมบำรุงรักษา
- มีโครงสร้างแข็งแรง

ความเชื้อถือได้ (reliability) และความถูกต้องแม่นยำ (accuracy) เป็นสิ่งสำคัญมาก โดยที่เครื่องมือตรวจอากาศต่างๆ จะต้องสามารถรักษาคุณสมบัติในความถูกต้องแม่นยำอยู่เป็นระยะเวลายาวนาน

การสอบเทียบปรับแต่งเครื่องมือให้เข้ากับเครื่องมาตรฐาน (Standardization of instruments)

เครื่องมือทุกอย่างก่อนที่จะนำไปติดตั้งใช้งานตามสถานีต่างๆ ต้องได้รับการสอบเทียบมาตรฐานเสียก่อน และเมื่อได้นำไปติดตั้งแล้วก็จะต้องทำการสอบเทียบมาตรฐานตามระยะเวลาที่กำหนด เช่น เครื่องวัดวามกดอากาศ (ANEROID BAROMETER) ต้องนำมาสอบเทียบมาตรฐานทุกๆ ๖ เดือน ที่ ส.ทอ. ส่วนเครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม กขอ.คปอ. จะจัด จนท. ไปทำการสอบเทียบมาตรฐานให้กับสถานีต่างๆ ทุกๆ ๖ เดือน หรืออย่างน้อย ๑ ปี โดย จนท.จะนำ TEST WIND SPEED ซึ่งผ่านการสอบเทียบมาตรฐานแล้วจาก ส.ทอ. ไปทำการสอบเทียบมาตรฐานให้กับสถานีต่างๆ ต่อไป

๑.๔ อุณหภูมิ คือ ระดับความร้อนหนาวซึ่งร่างกายมนุษย์มีความรู้สึก

เครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิ มีอะไรบ้าง

เครื่องมือสาหรับวัดอุณหภูมิ มีหลายชนิด เช่น เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดยอดหญ้า เทอร์โมกราฟ เป็นต้น กรมอุตุนิยมวิทยาใช้หน่วยในการวัดเป็นองศาเซลเซียส การวัดค่าของอุณหภูมิเพื่อความมุ่งหมายทางอุตุนิยมวิทยามีอยู่ ๓ อย่างด้วยกัน คือ

๑. วัดอุณหภูมิของอากาศ

๒. วัดอุณหภูมิของดิน

๓. วัดอุณหภูมิของน้ำ

การอ่านเทอร์โมมิเตอร์

ในการอ่านเทอร์โมมิเตอร์ชนิดต่างๆ เจ้าหน้าที่ตรวจอากาศจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามหัวข้อที่จะได้อธิบายดังต่อไปนี้ คือ

๑. สายตาต้องพอดีกับระดับยอดปรอท อย่าให้สูงหรือต่ำ จะทำให้การอ่านเหลื่อมได้

๒. ระวังอย่าหายใจรดหรืออยู่ใกล้นานเกินควร เพราะความร้อนจากร่างกายผู้ตรวจจะทาให้เกิดความผิดได้

๓. กลางคืนควรใช้ไฟฉาย ห้ามใช้ตะเกียงธรรมดาเป็นอันขาด

๔. ถ้าเพิ่งเอาออกมาใช้ใหม่ๆ หรือเอาไปวัดอุณหภูมิของน้ำเย็น ควรทิ้งไว้เฉยๆ อย่างน้อย ๑ ชั่วโมงก่อน จึงจะอ่านได้

๕. สเกลแบ่งไว้ทุกครึ่งองศา ต้องอ่านค่าให้ได้เศษ ๑๐ ระวังอย่าอ่านผิดช่อง

๖. เทอร์โมมิเตอร์ที่อยู่ในเรือนเทอร์โมมิเตอร์ เมื่อเปิดฝาตู้แล้วให้ทำการอ่านทันที ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปรบกวน ซึ่งจะทำให้ค่าของอุณหภูมิในตู้คลาดเคลื่อนไป

การระวังรักษาเทอร์โมมิเตอร์

๑. รอยขีดสเกลจาง ให้ใช้เขม่าไฟหรือผงดินสอดำบดให้ละเอียดผสมกาวใสหรือน้ำมันเล็กน้อยแล้วถูลงบนขีดสเกลนั้นให้ทั่ว หรือใช้หมึกสีดำอย่างดีทาให้ทั่วก็ได้ แล้วเช็ดออกด้วยผ้าสะอาดให้เหลืออยู่แต่รอยดำฝังอยู่ในขีดสเกล

๒. ถ้าลำปรอทขาดตอนจากกันให้ปลดออกจากที่ติด จับที่ตัวหลอดแก้วกำให้กระชับ แล้วสะบัดโดยแรง ๒ – ๓ ครั้ง ระวังอย่าให้กระแทกอะไรแตกได้ ถ้ายังไม่ติดกันให้ทาเช่นนี้ซ้ำอีก

๓. อย่าสะเพร่า เพราะสิ่งคลาดเคลื่อนอย่างอื่นก็มีอยู่มากแล้ว

เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในงานอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ ได้แก่

เทอร์โมมิเตอร์แบบแกว่ง (Whirling or Sling Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์แบบถ่ายอากาศ (Ventilated Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด (Maximum Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด (Minimum Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดาหรือแบบปรอท (Ordinary Thermometer) ประกอบไปด้วย

อุณหภูมิตุ้มแห้ง (Dry Bulb Temperature)

อุณหภูมิตุ้มปียก (Wet Bulb Temperature)

เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล

หน่วยที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิ มีอยู่ ๒ มาตรา คือ

๑. องศาเซนติเกรด หรือองศาเซลเซียส

๒. องศาฟาเรนไฮต์

มาตราส่วนบนเทอร์มอมิเตอร์มีการแบ่งอยู่หลายแบบ

๑. แบบเซลเซียส (℃) เป็นหน่วยบอกอุณหภูมิในระบบเมตริก

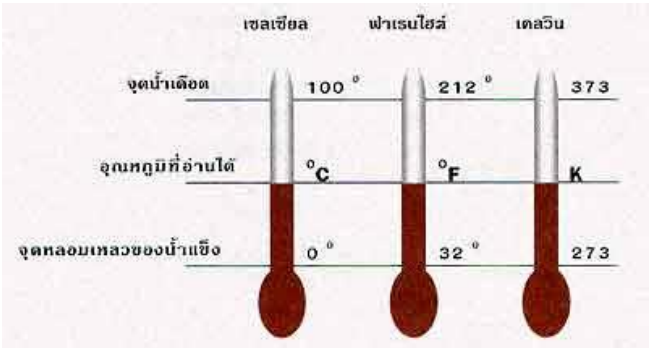
๒. แบบฟาเรนไฮต์ (℉) เป็นหน่วยบอกอุณหภูมิในระบบอังกฤษ

๓. แบบเควิน (K) เป็นหน่วยบอกอุณหภูมิในระบบ เอสไอ

การคำนวณเปรียบเทียบมาตราส่วนวัดอุณหภูมิแบบต่างๆ

สูตร $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$

เมื่อ C , F , K คือ อุณหภูมิที่อ่านได้



การวัดค่าอุณหภูมิ ณ ผิวพื้นของ FREE AIR กำหนดให้สูงจากพื้นดิน ๑.๒๕-๒.๐๐ เมตร สำหรับการวัดค่าอุณหภูมิใต้ดินกำหนดเป็นความลึกมาตรฐานเดียวกันคือ ๕, ๑๐, ๕๐ และ ๑๐๐ เซนติเมตร สำหรับสถานีตรวจอากาศการเกษตรควรมีเครื่องจดบันทึกรายงานอุณหภูมิใต้ดินต่อเนื่องกันด้วย

เกณฑ์อุณหภูมิอากาศ

อากาศร้อนจัด อุณหภูมิตั้งแต่ ๔๐.๐°ซ. ขึ้นไป
อากาศร้อน อุณหภูมิตั้งแต่ ๓๕.๐-๓๙.๙°ซ.
อากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิตั้งแต่ ๓๒.๐-๓๔.๙°ซ.
(เกณฑ์อุณหภูมิสูงสุดประจำวันใช้เฉพาะฤดูร้อน)
อากาศเย็น อุณหภูมิตั้งแต่ ๑๖-๒๓°ซ.
อากาศหนาว อุณหภูมิตั้งแต่ ๘-๑๖°ซ.
อากาศหนาวจัด อุณหภูมิต่ำกว่า ๘°ซ.
(เกณฑ์อุณหภูมิต่ำสุดประจำวันใช้เฉพาะฤดูหนาว)

เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometers)

อ่านว่า เทอร์มอมิเตอร์ (NECTEC's Lexitron Dictionary) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ

อ่านว่า เทอร์โมมิเตอร์ (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ อาจประกอบด้วยปรอท แอลกอฮอล์แก๊ส หรือโลหะ เป็นต้น แล้วแต่ความมุ่งหมาย ความสะดวกที่จะนำไปใช้ และความละเอียดถูกต้องในการวัด, เทอร์มอมิเตอร์ ก็เรียก. (อ. thermometer).

ความหมายเทอร์โมมิเตอร์ คือเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อน เมื่อได้รับความร้อน และหดตัวเมื่อคายความร้อน ของเหลวที่ใช้บรรจุในกระเปาะแก้วของเทอร์โมมิเตอร์ คือปรอท หรือแอลกอฮอล์ที่ผสมกับสีแดง เมื่อแอลกอฮอล์ หรือปรอทได้รับความร้อน จะขยายตัวขึ้นไปตามหลอดแก้วเล็กๆ เหนือกระเปาะแก้ว และจะหดตัวลงไปอยู่ในกระเปาะตามเดิมถ้าอุณหภูมิลดลง

สาเหตุที่ใช้แอลกอฮอล์ หรือปรอทบรรจุลงในเทอร์โมมิเตอร์ เพราะของเหลวทั้งสองนี้ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และไม่เกาะผิวของหลอดแก้ว แต่ถ้าเป็นของเหลวชนิดอื่น เช่นน้ำจะเกาะ ผิวหลอดแก้ว เมื่อขยายตัวหรือหดตัว จะติดค้างอยู่ในหลอดแก้วไม่ยอมกลับมาที่กระเปาะ

ชนิดของเทอร์โมมิเตอร์

เทอร์โมมิเตอร์ แบบธรรมดา
เทอร์โมมิเตอร์ วัดไข้
แอลกอฮอล์เทอร์โมมิเตอร์
เบคแมนเทอร์โมมิเตอร์
ไบเมทัลเทอร์โมมิเตอร์ (Bi-metal Thermometer) เทอร์โมมิเตอร์แบบก้าน
กาลิเลโอเทอร์โมมิเตอร์
เทอร์โมมิเตอร์ แบบอินฟาเรด
เทอร์โมมิเตอร์ แบบของเหลวคริสตัล
เทอร์โมมิเตอร์ ทางการแพทย์แบบอม
เทอร์โมมิเตอร์ ทางการแพทย์แบบหนีบ
เทอร์โมมิเตอร์ ทางการแพทย์สวนทวาร
เทอร์โมมิเตอร์ แบบตัวต้านทานทางไฟฟ้า

ประวัติผู้คิดค้นเทอร์โมมิเตอร์และความหมายของหน่วยที่ใช้วัด

องศาเซลเซียส

แอนเดอร์ เซลเซียส (อังกฤษ: Anders Celsius, พ.ศ. ๒๒๔๔-๒๒๘๗) นักดาราศาสตร์ เกิดที่เมืองอุปซอลา ประเทศสวีเดน เป็นผู้คิดแบ่งช่องหรือขีดเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิเมื่อปี พ.ศ. ๒๒๘๖ โดยนับอุณหภูมิของน้ำแข็งเท่ากับ ๐ องศา และที่จุดเดือดของน้ำที่ ๑๐๐ องศา ที่ระดับน้ำทะเล โดยเรียกชื่อว่าองศาเซนติเกรด ซึ่งใช้มาเป็นเวลานาน แต่ต่อได้มีการเปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็นองศาเซลเซียส เพื่อเป็นเกียรติแก่เขา เซลเซียสเป็นผู้รณรงค์สนับสนุนให้เริ่มใช้ปฏิทินระบบเกรกอเรียน และเป็นผู้เริ่มสังเกตการณ์แสงออโรราหรือแสงเหนือ เซลเซียสเสียชีวิตด้วยอายุเพียง ๔๓ ปี

องศาโรเมอร์

โอลาฟ โรเมอร์ (อังกฤษ: René Antoine Ferchault de Réaumur พ.ศ.) นักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศส เป็นผู้คิดแบ่งช่องหน่วยวัดอุณหภูมิ ในปี ค.ศ. ๑๗๓๑ โดยกำหนดให้จุดเยือกแข็งของน้ำอยู่ที่ ๐ องศาโรเมอร์ และจุดเดือดของน้ำอยู่ที่ ๘๐ องศาโรเมอร์ ดังนั้นช่วงอุณหภูมิ ๑ องศาโรเมอร์จะเท่ากับ ๑.๒๕ องศาเซลเซียสหรือเคลวิน

ในอดีตการใช้หน่วยวัดองศาโรเมอร์ได้ถูกใช้อย่างมากในทวีปยุโรป โดยเฉพาะในประเทศฝรั่งเศส เยอรมัน และรัสเซีย แต่ภายหลังจาก ค.ศ.๑๗๙๐ ประเทศฝรั่งเศสก็หันมาใช้องศาเซลเซียสในหน่วยวัดแทนองศาโรเมอร์ ปัจจุบันการใช้องศาโรเมอร์ยังถูกใช้งานในการวัดอุณหภูมิของนมในกระบวนการผลิตเนยในประเทศอิตาลี

องศาฟาเรนไฮต์

เกเบรียล แดเนียล ฟาเรนไฮต์ (ค.ศ. ๑๖๘๖-๑๗๓๖) นักฟิสิกส์และวิศวกรชาวเยอรมัน เกิดก่อน แอนเดอร์ส เซลเซียส ๑๕ ปี และเสนอวิธีวัดอุณหภูมิก่อนเซลเซียส ๒๘ ปี ฟาเรนไฮต์ถูกฝึกฝนให้เป็นพ่อค้าตามชาติตระกูล แต่เขาสนใจวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) เป็นพิเศษ จึงศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ในทางนี้เรื่อยมา การใช้ชีวิตเบื้องต้นเช่นนี้เป็นพื้นฐานของการงานอาชีพด้านการผลิตเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในเวลาต่อมา โดยเฉพาะเครื่องมือที่เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ

ฟาเรนไฮต์ ประดิษฐ์อุณหภูมิอ้างอิงที่เย็นที่สุดเท่าที่จะทำได้ในเวลานั้น คือ ๐˚F (-๒๐˚C) จากน้ำแข็งผสมกับเกลือ เขากำหนดให้อุณหภูมิในร่างกายมนุษย์เท่ากับ ๙๐˚F (ต่อมาเขาแก้ไขเป็น ๙๖˚F และถูกปรับเปลี่ยนเป็น ๙๘.๖˚F โดยนักวิทยาศาสตร์สมัยใหม่) ส่วนจุดเยือกแข็งและจุดเดือดของน้ำ เขากำหนดให้อยู่ที่ ๓๒˚F และ ๒๑๒˚F ตามลำดับ

ฟาเรนไฮต์ยังเป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ (hygrometer) เป็นผู้ค้นพบว่า ของเหลวต่างชนิดกันมีจุดเดือดที่ไม่เท่ากัน หรือแม้จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของของเหลวชนิดเดียวกัน ก็ยังแตกต่างกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความดันอากาศ นอกจากนี้เขายังทำวิจัยปรากฏการณ์พิเศษที่น้ำไม่กลายเป็นน้ำแข็งเมื่ออุณหภูมิลดลงถึงจุดเยือกแข็ง หรือ Supercooling of water อีกด้วย

องศาเคลวิน

เคลวิน (อังกฤษ: William Thomson, 1st Baron Kelvin, พ.ศ.) นักฟิสิกส์และวิศวกรชาวอังกฤษ เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิหนึ่ง และเป็นหน่วยพื้นฐานหนึ่งในเจ็ดของระบบเอสไอ นิยามให้เท่ากับ ๑/๒๗๓.๑๖ เท่าของอุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกของจุดสามสถานะของน้ำ เคลวินตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแต่ วิลเลียม ทอมสัน บารอนที่หนึ่งแห่ง เคลวิน (K) ซึ่งชื่อบรรดาศักดิ์นี้ตั้งตามชื่อ แม่น้ำเคลวิน อีกทีหนึ่ง แม่น้ำสายนี้ตัดผ่านมหาวิทยาลัยกลาสโกว์ สกอตแลนด์

สูตรการแปลงอุณหภูมิ

แปลงจาก	ไปเป็น	สูตร
องศาฟาเรนไฮต์	องศาเซลเซียส	°C = $\frac{5}{9}$(°F - 32)
องศาเซลเซียส	องศาฟาเรนไฮต์	°F = ($\frac{9}{5}$*°C) + 32
เคลวิน	องศาเซลเซียส	°C = K - 273.15
องศาโรเมอร์	องศาเซลเซียส	°C = °R × 1.25
องศาเซลเซียส	องศาโรเมอร์	°R = °C × 0.8
องศาเซลเซียส	เคลวิน	K = °C + 273.15
เคลวิน	องศาฟาเรนไฮต์	°F = K × 1.8 − 459.67
องศาฟาเรนไฮต์	เคลวิน	K = (°F + 459.67) ÷ 1.8

โครงสร้างของเทอร์โมมิเตอร์ ประกอบด้วย

๑. Meauring หรือ Bulb คือ กระเปาะส่วนที่บรรจุของเหลวมีผนังบาง เพื่อให้ความร้อนถ่ายเทไปยังของเหลวในกระเปาะได้ดี เป็นส่วนที่ใช้วัดอุณหภูมิ

๒. Stem คือ ก้านแท่งยาวภายในเป็นท่อเล็กๆ (Capillary) ให้ของเหลวขยายตัววิ่งเข้าไป เมื่อได้รับอุณหภูมิ

๓. Scale คือ ขีดแสดงว่าอุณหภูมิที่ติดอยู่บน Stem บอกค่าอุณหภูมิโดยดูจากระดับของเหลวใน Capillary

๔. contraction Chamber เป็นส่วนขยายกว้างใน Capillary มีไว้ป้องกันไม่ให้ของเหลวหดตัวเข้าไปในกระเปาะ เมื่อวัดอุณหภูมิต่ำเกินไป (บางตัวไม่มี)

๕. Expansion Chamber เป็นส่วนขยายกว้างของ Capillary ด้านบนสุดของเทอร์โมมิเตอร์ มีไว้เพื่อระบายความดันไอของก๊าซที่อยู่ด้านบนของของเหลว เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์เสียหาย เมื่อวัดอุณหภูมิสูงๆ

๖. Immersion Ring มีเฉพาะเทอร์โมมิเตอร์แบบ Partial Immersion Thermometer เป็นขีดบอกเพื่อให้จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ จนผิวของของเหลวอยู่ที่ขีดนี้ เพื่อวัดอุณหภูมิของของเหลว

เทอร์โมมิเตอร์ที่ผลิตเพื่อใช้งาน จะมีด้วยกัน ๓ แบบ คือ

๑. Partial Immersion Thermometer เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ถูกออกแบบไว้เพื่อให้ใช้วัดอุณหภูมิของของเหลวในการจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้เพื่อวัดอุณหภูมิ ต้องจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในของเหลวจนระดับผิวของของเหลวถึงขีด Immersion Ring เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้เป็นแบบที่มี Accuracy น้อยที่สุด เพราะอุณหภูมิของ Stem ส่วนที่อยู่บนอากาศส่งผลกระทบต่อการวัด ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิ ภายในห้อง หรือสถานที่ที่ทำการวัดด้วย (Accuracy บอกค่าความผิดพลาดจากค่าจริง)

๒. Total Immersion Thermometer เป็นเทอร์โมมิเตอร์ที่ออกแบบไว้ให้ใช้วัดอุณหภูมิของของเหลว โดยความลึกของตัวเทอร์โมมิเตอร์ที่จุ่มในของเหลวนั้นจะต้องอยู่ที่หรือ ระดับของผิวของเหลวที่ระดับของเหลวใน Capillary ชี้ บอกค่าอุณหภูมิ ในขณะใช้งานนั้น ๆ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิห้องหรือสถานที่ที่ทำการวัด

๓. Complete Immersion Thermometer เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ ในการใช้งานต้องจุ่มตัวเทอร์โมมิเตอร์ให้จมหมดทั้งตัว ซึ่งตัวทำอุณหภูมิต้องเป็นกระจก ในกรณีที่ใช้หม้อต้ม และเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้สามารถใช้วัดอุณหภูมิของอากาศได้ เพราะถือว่าเทอร์โมมิเตอร์นี้จุ่มทั้งตัวอยู่ในอากาศ เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบ Max-Min

การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์

การวัดค่าอุณหภูมิของอากาศนั้นเทอร์โมมิเตอร์ได้รับการป้องกันจากการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์จากท้องฟ้า จากโลกและสิ่งอื่นๆโดยรอบ แต่ในขณะเดียวกันต้องมีอากาศถ่ายเทที่ดี วิธีป้องกันที่ดีที่สุดที่นิยมใช้กันมีอยู่ ๒ วิธี คือ

๑. ใช้เรือนเทอร์โมมิเตอร์แบบบานเกล็ด

๒. ใช้ซองโลหะขัดมัน

การติดตั้งเครื่องมือทั้งสองวิธีนี้ต้องแน่ใจว่าการวัดค่าของอุณหภูมินั้นได้ค่าอุณหภูมิของ FREE AIR จริงๆ มิได้มีอิทธิพลอื่นมารบกวน เป็นต้นว่าอาคารใหญ่ๆ ที่ราบคอนกรีตกว้างๆ เป็นต้น อีกประการหนึ่งพื้นดินบริเวณที่ทำการวัดค่าอุณหภูมิต้องเป็นพื้นหญ้าตัดสั้นหรือบริเวณนั้นไม่มีพื้นหญ้าขึ้นก็ต้องเป็นดินโดยธรรมชาติ

เทอร์โมมิเตอร์ชนิดที่ใช้ของเหลวในหลอดแก้วเป็นตัวแสดงค่าของอุณหภูมิในอากาศ รวมทั้งอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวัน อุณหภูมิตุ้มแห้งตุ้มเปียก ส่วนมากเราใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ในการวัดอุณหภูมิ ข้อจำกัดของเทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทนั้นก็คือ สามารถวัดอุณหภูมิที่ต่ำมากได้เพียง -๓๘ องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่เหนือจุดเยือกแข็งของปรอทเพียงเล็กน้อย สำหรับอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้วัดโดยใช้เอทิธแอลกอฮอร์บริสุทธิ์ และเป็นอุณหภูมิที่ต่ำมากๆ ใช้โลหะผสมปรอทกับแซลเลี่ยม ซึ่งจะวัดได้ต่ำมากถึง -๔๘ องศาเซลเซียส

การสร้างเทอร์โมมิเตอร์ชนิดที่ใช้ในทางอุตุนิยมวิทยา มี ๓ แบบใหญ่ ๆ คือ

๑. แบบที่มีปลอกแก้วหุ้มกับมีขีดสเกลอยู่บนหลอดแก้วเทอร์โมมิเตอร์

๒. แบบที่มีปลอกแก้วหุ้มกับมีขีดสเกลอยู่บนแผ่นแก้วเล็กๆ สีเหลืองซึ่งติดอยู่กับหลอดแก้วของเทอร์โมมิเตอร์

๓. แบบที่ไม่มีปลอกแก้วหุ้มนั้นมีประโยชน์มากต่อการป้องกันการสึกหรอ

แบบที่มีปลอกแก้วหุ้มนั้นมีประโยชน์มากต่อการป้องกันการสึกหรอของสเกล ส่วนแบบที่สองมีประโยชน์จากการทำให้อัตราผิดเนื่องจากการเหลื่อมหมดไป ไม่ว่าจะเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบใดก็ดี ปลอกหุ้มหรือที่สำหรับติดตัวเทอร์โมมิเตอร์ ต้องมีความร้อนต่ำและไม่ใหญ่เกินความสมควรในขณะเดียวกันต้องมีความแข็งแรงพอที่จะต่อต้านกับความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากการลำเลียงเคลื่อนย้ายโดยเฉพาะเทอร์โมมิเตอร์สูงสุด

แบบของเทอร์โมมิเตอร์

๑. เทอร์โมมิเตอร์ แบบธรรมดาหรือแบบปรอท (Ordinary Thermometer) ใช้วัดอุณหภูมิทั่วไปของอากาศ

๑.๑ อุณหภูมิตุ้มแห้ง (Dry Bulb Thermometer)

๑.๒ อุณหภูมิตุ้มปียก (Wet Bulb Thermometer)

๒. เทอร์โมมิเตอร์แบบแกว่ง (Whirling or Sling Thermometer)

๓. เทอร์โมมิเตอร์แบบถ่ายอากาศ (Ventilated Thermometer)

๔. เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด (Maximum Thermometer) เป็นแบบปรอทใช้วัดอุณหภูมิสูงที่สุดประจำวัน ตัวเทอร์โมมิเตอร์ จะมีคอตีบด้านใต้สเกลล่างสุด เมื่ออุณหภูมิลดลงปรอทจะไม่สามารถไหลย้อนกลับ และต้องวางตัวเทอร์โมมิเตอร์ ให้ทางตุ้มปรอทอยู่ต่ำกว่าปลายเล็กน้อย เพื่อกันลำปรอทไหลกลับ เนื่องจากการสั่นสะเทือน เพื่อที่จะวัดให้ได้ค่าอุณหภูมิสูงที่สุดประจำวันจริงๆ

๕. เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด (Minimum Thermometer) ใช้วัดอุณหภูมิต่ำที่สุดประจำวัน เป็นแบบวัตถุเหลวภายใน เช่นพวกแอลกอฮอล์ หรือ น้ำมันใส โดยมีก้านชี้ (Index) อยู่ภายใน เมื่ออุณหภูมิต่ำลงแอลกอฮอล์จะดูดผิวก้านชี้ลงไปด้วย แต่ถ้าอุณหภูมิสูงสุดแอลกอฮอล์จะไหลผ่านก้านชี้ไปได้ ลักษณะการวางตัวเทอร์โมมิเตอร์ จะวางให้อยู่ในระดับแนวนอนจริงๆ

๖. เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดยอดหญ้า (Grass minimum Thermometer) หรือเทอร์โมมิเตอร์ สำหรับวัดเรดิเอชั่นของพื้นโลก (Terrestrial radiation Thermometer) เป็นเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดธรรมดานี่เอง ใช้วัดอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน จากตุ้มของ ๆ เหลวภายในกะปุกของเหลวไปสู่ท้องฟ้า เพื่อทราบเกล็ดน้ำค้าง (Ground Frosts) ในเวลากลางคืน "ไม่ใช่วัดอุณหภูมิของอากาศ" โดยจะวางให้เป็นแนวนอนบนพื้นหญ้าสั้นให้สัมผัสยอดหญ้าพอดี

๗. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดเรดิเอชั่นจากดวงอาทิตย์ (Actinometer) ใช้วัดค่าความแรงของเรดิเอชั่นจากดวงอาทิตย์ ซึ่งบรรลุสู่ผิวโลกในวันหนึ่งๆ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ แบบเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มดำ ใช้เขม่าไฟสีดำอาบเคลือบไว้รอบๆ กระปุกปรอทให้ล้ำขึ้นมาทางหลอดแก้ว ๑ นิ้ว ซึ่งสีดำจะดูดความร้อนได้ดีที่สุด เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มขาววางไว้เฉยๆ โดยมีแก้วหุ้มตัวเทอร์โมมิเตอร์ อีกชั้นหนึ่ง โดยสีขาวจะสะท้อนความร้อนออกได้ดี นำค่าของตุ้มดำและตุ้มขาวมาหาค่าผลเฉลี่ยเรดิเอชั่นจากดวงอาทิตย์ที่บรรลุสู่ผิวโลก

๘. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์หรือเครื่องเทอร์โมไฮโกรกราฟ (Thermo-Hygrograph) เป็นเครื่องมือที่อาศัยหลักความจริงที่ว่า เส้นผมมนุษย์เมื่อล้างไขมันออกแล้วจะยืด และหดไปตามการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในอากาศ โดยความชื้นสูงเส้นผมจะยืดตัวออก ขณะเดียวกันถ้าความชื้นน้อยเส้นผมก็จะหดตัวเข้าหากัน ซึ่งอุณหภูมิจะผกผันกับความชื้นในอากาศ คือความชื้นสูงอุณหภูมิจะต่ำในทางตรงกันข้ามความชื้นต่ำอุณหภูมิจะสูง

๙. เทอร์โมมิเตอร์ใต้ดิน (Soil Thermometers) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดวัดอุณหภูมิใต้ดินที่ความลึกระดับ ๕, ๑๐, ๒๐, ๕๐ และ ๑๐๐ ซม. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตทางรากของพืชในระดับต่างๆ (ความยาวของรากพืช) โดยที่ความลึกระดับ ๕, ๑๐, ๒๐ ซม. ตัวเรือนเทอร์โมมิเตอร์ จะงอเป็นมุมฉาก ขีดเสกลของเครื่องจะอยู่ด้านบน เพื่อสะดวกในการอ่าน สำหรับที่ระดับ ๕๐ และ ๑๐๐ ซม. ตัวเทอร์โมมิเตอร์ จะอยู่ในท่อเหล็กบางๆ ฝังลงไปในดิน โดยจะมีปลอกแก้วหุ้มอีกชั้นหนึ่ง และตุ้มปรอทจะเคลือบด้วยขี้ผึ้งพาราฟิน เพื่อป้องกันไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์ ขยับเขยื้อนจากท่อ

๑๐. ไซโครมิเตอร์ บันไดไมโครไดลเมท เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดวัดอุณหภูมิและความชื้นในระดับต่างๆ มี ๗ ระดับ ได้แก่ ๕, ๑๐, ๒๐, ๕๐, ๑๐๐, ๒๐๐ และ ๔๐๐ ซม. เพื่อศึกษาการคายน้ำและการเก็บความชื้นของลำต้นและใบพืชในระดับต่างๆ

โครงการพัฒนาเครื่องมือตรวจอากาศ

มีโครงการที่จะพัฒนาเครื่องมือตรวจอากาศแบบที่ใช้ปัจจุบันให้เป็นแบบเครื่องมือตรวจอากาศแบบอัตโนมัติประจำสนามบิน Automated Weather Observing System (AWOS) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ออกแบบด้วยเทคโนโลยี่ที่ทันสมัย โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต้องเป็นไปตามหลักขององค์การบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) เพื่อให้มีความสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและความต้องการ

บทที่ ๒
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจอากาศ

เครื่องมือตรวจอากาศ

เครื่องมือตรวจอากาศสำหรับสถานีเพื่อการพยากรณ์อากาศ หรือสถานีตรวจอากาจำเป็นต้องมีไว้ใช้ มีดังต่อไปนี้ คือ

๑. เรือนเทอร์โมมิเตอร์หรือตู้สกรีน (Thermometer shelter or screen) คือ สิ่งก่อสร้างซึ่งมีไว้เพื่อป้องกันเครื่องมือตรวจอากาศ เช่น เทอร์โมมิเตอร์หรือไฮโกรมิเตอร์ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง ป้องกันฝนและป้องกันไม่ให้เกิดการควบแน่นขึ้น

๒. เทอร์โมมิเตอร์สูงสุดหรือต่ำสุด (Maximum and minimum thermometer) ใช้สำหรับหาอุณหภูมิ สูงสุดและต่ำสุดในช่วงเวลาหนึ่งวัน

๓. เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้งและตุ้มเปียก (Dry-bulb thermometer and wet-bulb thermometer) หรือ ไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer) ซึ่งใช้สำหรับวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

๔. เครื่องวัดน้ำฝน (Rain gauge) คือ เครื่องมือสำหรับตรวจวัดปริมาณฝนโดยวัดเป็นความสูงของ น้ำที่ได้จากน้ำฟ้าที่ตกลงมา โดยสมมติให้น้ำนั้นแผ่กระจายไปบนพื้นราบที่ไม่มีการดูดซึมและไม่มี การระเหยเกิดขึ้น

๕. บาโรมิเตอร์

๖. เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม หรือเครื่องวัดความเร็วลมที่บันทึกรายงานติดต่อเนื่องกัน

เครื่องมืออื่นที่อาจจะต้องการเพิ่มเติมมีดังนี้ คือ

๑. เครื่องวัดทิศทางและความเร็วของเมฆ (Nephoscope) มีสองแบบ คือ แบบที่ตรวจด้วยตามองผ่านเครื่องขึ้นไปและแบบใช้กระจกเงา

๒. เทอร์โมกราฟ (Thermograph) หรือ เครื่องวัดอุณหภูมิแบบจดบันทึก คือ เครื่องมือที่ใช้บันทึกค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ลงบนกระดาษที่พันรอบกระบอกลานนาฬิกาซึ่งหมุนตามเวลา

๓. ไฮโกรกราฟ (Hygrograph) คือ ไฮโกรมิเตอร์หรือเครื่องวัดความชื้นแบบจดบันทึก

๔. เครื่องบันทึกความนานของแสงแดด

๕. เครื่องวัดฝนแบบบันทึกรายงานด้วยตนเองติดต่อเนื่องกัน

๖. เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดยอดหญ้า

๑. เรือนเทอร์โมมิเตอร์ (Housing Temperrator)

เรือนเทอร์โมมิเตอร์ มีอยู่หลายแบบด้วยกัน เป็นแบบบานเกล็ดไม้ แต่มีหลักเกณฑ์ใหญ่ๆ คือ ให้มีการถ่ายเทอากาศโดยธรรมชาติ การออกแบบต้องให้ได้ค่าของอุณหภูมิภายในและนอกตู้เป็นแบบเดียวกัน และต้องป้องกันไม่ให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ (radiant heat) เข้าไปภายในตู้ได้ ฝาของตู้ควรทำเป็นบานเกล็ด ๒ ชั้น และพื้นควรทำเป็นแผ่นไม้สลับกันไปมา การตั้งตู้ต้องไม่ให้แสงแดดส่งเข้าไปถูกเทอร์โมมิเตอร์ได้เมื่อเปิดทำการอ่าน ดังนั้นจึงต้องหันตู้ให้ด้านประตูเปิดปิดไปทางทิศเหนือหรือใต้ ขนาดของตู้ควรให้โตพอดี ไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป และต้องให้มีที่ว่างพอระหว่างเทอร์โมมิเตอร์กับผนังตู้ ประการนี้สำคัญมากในเขตโซนร้อน เพราะความร้อนอาจทำให้ข้างๆ ตู้ร้อนมาก ทำให้ความชันของอุณหภูมิสูง (temperature gradients) ภายในตู้แตกต่างกันมาก ควรทาสีทั้งด้านในและนอกด้วยสีขาว และตั้งอยู่ในสนามอุตุนิยมวิทยา ให้สูงจากพื้นดิน ๑.๒๕ ถึง ๒.๐๐ เมตร ให้พอดีกับระดับสายตาเพื่อสะดวกแก่การอ่านเรือนเทอร์โมมิเตอร์ที่นิยมให้กันมากแพร่หลายที่สุดได้แก่แบบสตีเวนสัน (Stevenson screen) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

การระบายอากาศภายในเรือนเทอร์โมมิเตอร์แบบบานเกล็ดที่ใช้กันอยู่นั้น ไม่อาจป้องกันอาการกระทบกระเทือนจากเรดิเอชั่นให้หมดไปได้อย่างแท้จริง ซึ่งในวันที่อากาศร้อนจัด กับมีลมอ่อน อาจทำให้มีอุณหภูมิภายในเรือนเทอร์โมมิเตอร์สูงเกินไป ๑-๒ องศา ในคืนที่มีอากาศแจ่มใสค่าอุณหภูมิจะต่ำกว่าค่าที่เป็นจริงประมาณ ๑ องศา และเมื่ออากาศเย็นลงหลังจากฝนตก อาจเป็นเหตุทำให้ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ผิดไป ดังนั้นในการอ่านค่าอุณหภูมิภายในเรือนเทอร์โมมิเตอร์ แต่ละครั้งพึงระลึกอยู่เสมอว่าค่าที่อ่านได้อาจไม่ตรงกับความเป็นจริง

อุณหภูมิ คืออะไร

เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด (MAXIMUM)

แบบที่เหมาะแก่การใช้คือ แบบที่ใช้ปรอทในหลอดแก้วกับมีคอคอดตีบในรูที่ต่ำกว่าขีดสเกลอันล่างสุด คอคอดตีบนี้ต้องให้พอดีที่ให้ปรอทสามารถไหลผ่านไปได้เมื่อสลัดเวลาตั้งค่าอ่านใหม่โดยไม่ต้องออกแรงมากเกินไป อย่างไรก็ตามปรอทในหลอดแก้วต้องไม่ไหลกลับมายังกระเปาะปรอท เมื่ออุณหภูมิลดลงเป็นการป้องกันอัตราผิดอันเนื่องมาจากปรอทไหลกลับโดยให้ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์แบบสูงสุดไว้ให้ทางตุ้มปรอทอยู่ต่ำกว่าปลายปรอททำมุมเอียงประมาณ ๕ องศา กับพื้นระนาบซึ่งจะทำให้ปรอทไม่สามารถไหลกลับผ่านคอคอดตีบไปได้เมื่ออุณหภูมิลดลง และปรอทหดตัวคงชี้อยู่ที่เดิม แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกปรอทในตุ้มแก้วจะสามารถ ดันปรอทในหลอดแก้วให้ลำปรอทเคลื่อนสูงขึ้นกว่าเดิมได้อีก จึงทำให้ปรอทชี้ค่าของอุณหภูมิสูงอยู่ตลอดเวลา ส่วนการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์แบบสูงสุดนี้เมื่อเราทำการอ่านค่าค่าอุณหภูมิสูงสุดประจำวันแล้วให้ปลดเทอร์โมมิเตอร์ออกจากที่ติดตั้งแล้วใช้มือกำปลายหลอดแก้วให้กระชับ โดยตุ้มปรอทอยู่ทางปลายมือชูตุ้มขึ้นเหนือศีรษะเหวี่ยงแรงๆ ประมาณ ๒-๓ ครั้ง ระวังกระทบสิ่งอื่นๆแตกแล้วรีบอ่านค่าเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้งทันทีซึ่งค่าที่ได้จะต้องตรงกัน

อ่านเทอร์โมมิเตอร์สูงสุด

เทอร์โมมิเตอร์สูงสุดอ่านเฉพาะเวลา ๑๙.๐๐ น. เทอร์โมมิเตอร์สูงสุดบางแบบต้องปลดออกจากเครื่องยึดแล้วตั้งให้ได้ฉาก ๙๐° ก่อนจึงจะอ่านได้

การ Set เทอร์โมมิเตอร์สูงสุด

เทอร์โมมิเตอร์สูงสุดนี้ Set เวลา ๐๗.๐๐ น. วิธี Set ให้ปลดออกจากที่ติด มือกำหลอดแก้วให้กระชับตุ้มอยู่ทางปลายมือแล้วชูสูงขึ้นเหนือศีรษะเหวี่ยงแรง ๆ ๒ – ๓ ครั้ง อย่าให้ถูกอะไรแตก แล้วรีบอ่านเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้งทันทีจะได้ค่าตรงกัน

เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด (MINIMUM)

เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วๆ ไป และของเหลวที่ใช้บรรจุในหลอดแก้วจะเป็นพวกแอลกอฮอล์หรือน้ำมันใสกับมีก้านสำหรับชี้เป็นแก้วสีดำรูปร่างคล้ายดัมเบล (DUMBEL) ยาวประมาณ ๒ เซนติเมตร จมอยู่ในวัตถุเหลวภายในหลอดแก้วปลายของก้านชี้จะอยู่พอดีกับผิวหน้าของวัตถุเหลวและมีขนาดโตพอๆ กับรูของหลอดแก้วโดยมีขนาดเล็กกว่าเล็กน้อยเมื่อเวลาเลื่อนขึ้นลงตามอาการหดตัวของของเหลวภายในหลอดแก้ว โดยเมื่ออุณหภูมิลดลงของเหลวในหลอดแก้วจะหดตัวลง ความตึงของผิวหน้าของของเหลวจะดึงให้ปลายก้านชี้ในหลอดแก้วเคลื่อนที่ลงไปตามอุณหภูมิได้ แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นของเหลวในหลอดแก้วจะไหลผ่านก้านชี้ไปได้ โดยที่ก้านชี้นี้จะไม่เคลื่อนตัวไปตามของเหลวนั้นก้านชี้จะคงที่ ณ ที่ซึ่งอุณหภูมิต่ำที่สุดหรือถ้าอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าระดับเดิมก้านชี้นั้นจะถูกความตึงผิวหน้าของของเหลวดึงให้เคลื่อนที่ถอยลงมาได้อีกจนถึงที่ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดได้จากก้านชี้ที่ชี้อยู่คงที่นั้น และเนื่องจากมีอากาศภายในหลอดแก้วจึงต้องทำให้หลอดแก้วมีขนาดใหญ่พอสมควรเพื่อให้เครื่องวัดอุณหภูมิได้ถึง ๖๕ องศาเซลเซียส หรือ ๑๕๐ องศาฟาเรนไฮต์ โดยไม่ให้เกิดความชำรุดเสียหายของลำหลอดแก้ว การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์แบบต่ำสุดต้องติดตั้งให้อยู่ในแนวนอนจริงๆ การอ่านค่าของอุณหภูมิต่ำสุดให้อ่านในตอนเช้า โดยอ่านที่ปลายก้านชี้ด้านไกลจากตุ้มแก้ว เมื่ออ่านเสร็จต้องทำการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิใหม่โดยการปลดออกจากที่เดิมแล้วค่อยๆ เอียงตุ้มให้สูงขึ้นก้านชี้ก็จะเลื่อนมาอยู่ที่ปลายของของเหลวภายในหลอดแก้ว ถ้าก้านชี้เลื่อนช้าหรือไม่ค่อยเลื่อนให้ใช้มือค่อยๆ แตะเบาๆ อย่ายกตุ้มสูงนักและห้ามทำการสลัดเด็ดขาดเพราะว่าจะทำให้ก้านหลุดออกจากลำของของเหลวในหลอดแก้วได้ เมื่อทำการตั้งเรียบร้อยแล้วให้นำกลับไปติดตั้งไว้ที่เดิมและต้องอยู่ในแนวนอนจริงๆ

<u>การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์แบบต่ำสุด</u>

๑. ถ้ามีหยดวัตถุเหลวที่ลำหลอดแก้ว วัตถุเหลวนี้อาจจะระเหยและอัดตัวเป็นหยดน้ำที่ตอนบนของลำหลอดแก้ว ถ้าไม่ตรวจดูอาจสะสมอยู่มากบางทีถึง ๕-๑๐ องศา การกำจัดคือ ใช้เทอร์โมมิเตอร์ทางตุ้มจุ่มน้ำเย็นจัดหรือน้ำที่เติมน้ำแข็งเย็นพอสมควร วางภาชนะนี้ไว้กลางแดดให้แสงแดดส่องถูกหลอดแก้วตรงที่มีวัตถุเหลวตกค้างอยู่ ส่วนอื่นๆ ให้บังแดดเสีย ถ้าวันใดไม่มีแสงแดดก็ใช้ผ้าชุบน้ำร้อนพอสมควรหุ้มหลอดแก้วตรงที่มีวัตถุเหลวค้างอยู่ทิ้งไว้ประมาณ ๑ ชั่วโมง วัตถุเหลวที่ค้างอยู่ก็จะหมดไปหรืออาจไปรวมตัวกันตามเดิมที่ในหลอดแก้ว

๒. เมื่อวัตถุเหลว (พวกแอลกอฮอล์) ขาดออกจากกันในหลอดแก้วให้จับทางปลายให้กระชับแล้วเหวี่ยงหลายๆ ครั้งจนวัตถุเหลวติดกันแล้วนำไปแช่ในน้ำเย็นปฏิบัติตามข้อ ๑

๓. ก้านชี้ (INDEX) หลุดออกนอกลำวัตถุเหลว ให้จับตั้งขึ้นแล้วใช้ตุ้มกระแทกกับฝ่ามือเบาๆ ถ้ายังไม่สำเร็จให้กระแทกแรงขึ้นเล็กน้อย พอก้านชี้เลื่อนลงก็ปล่อยให้เลื่อนลงด้วยน้ำหนักตัวเองหรือจะช่วยตบกับฝ่ามือเบาๆ ก็ได้ วิธีนี้อาจจะใช้กับกรณีที่วัตถุเหลวขาดออกจากกันก็ได้ หากไม่สำเร็จก็ใช้ทางตุ้มหันขึ้นข้างบนจนวัตถุเหลวไหลมาช่วยก้านชี้ก็จะไหลหลับแล้วนำไปแช่ในน้ำผสมน้ำแข็งอีกครั้ง

๔. เมื่อก้านชี้ตกลงไปในวัตถุเหลวในตุ้มแก้ว ถ้าเป็นชนิดลำหลอดแก้วกลมก้านชี้จะลงไปในตุ้มแก้วโดยง่าย แต่ถ้าก้านแก้วโค้งให้ปรับเทอร์โมมิเตอร์ให้ได้ระดับกับแนวนอนแล้วหันตุ้มขึ้นด้านบนใช้ฝ่ามือตบแรงๆ ตรงตุ้มนั้นแล้วยกให้สูงขึ้นอีกเมื่อของเหลวอยู่ในตุ้มนี้แล้วก็นำไปแช่ในน้ำเย็น

๕. ถ้ามีฟองอากาศในตุ้ม ให้ถือลำหลอดแก้วตามแนวนอนจนฟองอากาศลอยขึ้นไปอยู่ตรงปากช่องของลำปรอทแก้วแล้วใช้มือถือจนจุดนั้นร้อนจนฟองอากาศลอยขึ้นไปอยู่บนผิวจริงๆ และถูให้ร้อนอีกจนเห็นว่าฟองอากาศนั้นหมดไป หรือถ้าจะใช้มือถูแล้วเหวี่ยงเทอร์โมมิเตอร์ไปมาฟองอากาศนั้นก็จะหมดไปแล้วจึงนำไปแช่ในน้ำเย็นดังกล่าว การทดลองการอ่านให้ทำดังนี้

เมื่อเราตรวจตอนเช้าให้ตั้งเทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุดที่ติดตั้งไว้ให้อ่านค่าทั้งสองแล้วไปอ่านตุ้มแห้งตามลำดับ ขั้นแรกดูว่าลำปรอทของเทอร์โมมิเตอร์สูงสุด และลำวัตถุเหลวของเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดต้องชี้ค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกับเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้งหรือจะมีค่าแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ถ้ามีค่าอุณหภูมิแตกต่างกันมากแสดงว่าเทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุดบกพร่อง ต้องทำการแก้ไข

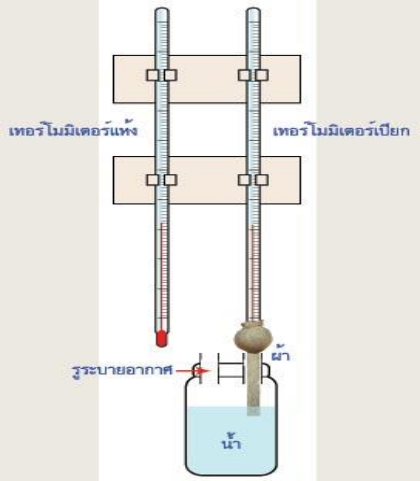
อ่านเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด

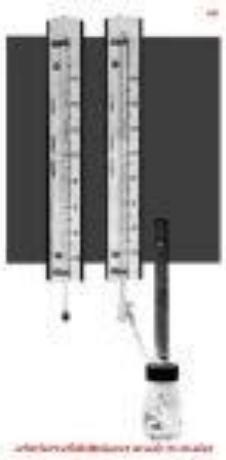
เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดอ่านเฉพาะเวลา ๐๗.๐๐ น. วิธีอ่านให้อ่านทางปลายอินเด็กซ์ที่อยู่ไกลจากตุ้มแก้ว (หรือปลายอินเด็กซ์ทางขวามือ)

การ Set เทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุด

จึงถูกต้อง ๑๙.๐๐ น. วิธี Set ให้ปลดออกจากที่แขวนค่อยๆ เอียงทางตุ้มสูงขึ้นจนอินเด็กซ์เลื่อนมาอยู่ที่ปลายของเหลว ถ้าอินเด็กซ์เลื่อนช้าให้เอามือช่วยเคาะเบาๆ (อย่ายกตุ้มแก้วสูงนัก หรืออย่าสะบัดกระแทก เพราะจะทำให้อินเด็กซ์หลุดออกมาจากลำของเหลวได้) เสร็จแล้ววางไว้ที่เดิม การติดตั้งเช่นเดียวกับเทอร์โมมิเตอร์อื่นๆ แต่วางแขวนตามนอน

เทอร์โมมิเตอร์แบบ ตุ้มแห้ง-ตุ้มเปียก (Dry-wet bulbs psychrometer)





การวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบ ตุ้มแห้ง-ตุ้มเปียก ซึ่งติดตั้งอยู่ในเรือนเทอร์โมมิเตอร์ ตุ้มเปียกใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา แต่ที่ตุ้มปรอทใช้หุ้มด้วยผ้ามัสลิน มีด้ายดิบผูกโยงไปยังแก้วน้ำ ให้น้ำซึมมาตามด้ายดิบจนถึงผ้ามัสลิน หลักการวัดหาความชื้นด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้อาศัยความจริงที่ว่า ตราบใดที่อากาศยังไม่อิ่มตัว (ความชื้นต่ำกว่า ๑๐๐%) น้ำที่ผ้ามัสลินจะระเหยออก ในการระเหยออกนี้มันต้องใช้ความร้อนจำนวนหนึ่ง ซึ่งก็ได้มาจากภายในตัวเทอร์โมมิเตอร์นั่นเอง ดังนั้นเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียกจึงอ่านได้ค่าต่ำกว่าตุ้มแห้งเสมอ ค่าที่เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียกต่ำกว่าตุ้มแห้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการระเหย

เมื่ออากาศอิ่มตัว (ความชื้น ๑๐๐%) อากาศโดยรอบจะไม่สามารถรับเอาไอน้ำไว้ได้อีกเลย ดังนั้นน้ำที่ผ้ามัสลินจึงไม่มีการระเหยออก ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองอันจึงชี้ค่าเท่ากัน

ผลต่างของเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้งกับตุ้มเปียก นำไปเปิดหาค่าของความชื้นสัมพัทธ์ได้จากตารางสำเร็จ

การติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ ให้ติดตั้งไว้ในเรือนเทอร์โมมิเตอร์ โดยติดตั้งไว้คู่กันบนแผ่นไม้กระดานให้อยู่ในแนวดิ่ง ตัวตุ้มปรอทของเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียกหุ้มไว้ด้วยผ้ามัสลินอย่างบางและสะอาด ควรเป็นผ้าชั้นเดียว มีด้ายดิบสะอาดพันไว้รอบผ้ามัสลินตรงเหนือตุ้มปรอทเล็กน้อย ขลิบปลายผ้ามัสลินด้วยกรรไกรเสียให้กะทัดรัด ด้ายดิบนี้โยงต่อไปยังแก้วน้ำ ซึ่งว่างอยู่ห่างตุ้มปรอทด้านตรงข้ามกับตุ้มแห้ง ด้ายดิบและผ้ามัสลินต้องไม่เปรอะเปื้อนน้ำมันหรือไขมัน มิฉะนั้นน้ำจะไม่ซึมขึ้นมาเปียกชุ่มอยู่ที่ผ้า ถ้าผ้าเปื้อนน้ำมัน

ผ้ามัสลินต้องหมั่นเปลี่ยนอยู่เสมอ อย่าให้สกปรก เมื่อทำการเปลี่ยนผามัสลินและน้ำแล้ว จะทำการตรวจได้อีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ ๑๕ นาที แต่ถ้าน้ำที่ใช้เปลี่ยนมีอุณหภูมิต่างกับอากาศ ควรใช้เวลานานกว่าคือประมาณ ๓๐ นาที ผ้ามัสลินที่ใช้ทำการเปลี่ยนยาวประมาณ ๓-๖ นิ้ว ระวังอย่าให้ผ้ามัสลินตกท้องช้างเป็นอันขาด เพราะจะทำให้น้ำที่ไหลซึมมาตามผ้ามัสลินรวมตัวกันแล้วเป็นหยดน้ำ ซึ่งจะส่งผลให้น้ำหมดไปอย่ารวดเร็วโดยไม่จำเป็น

น้ำที่ใช้เปลี่ยนต้องเป็นน้ำที่สะอาด (น้ำกลั่นหรือน้ำฝน) อย่าใช้น้ำกระด้างอาจทำให้มีตะกอนเกาะจับที่ผ้ามัสลินและตุ้มปรอท โดยจะส่งผลให้การอ่านผิดพลาดได้ โดยเฉพาะห้ามใช้น้ำทะเลเป็นอันขาด

ไซโครมิเตอร์ตุ้มแห้ง – ตุ้มเปียก คืออะไร

ไซโครมิเตอร์ตุ้มแห้ง – ตุ้มเปียก เป็นเครื่องมือตรวจอากาศชนิดหนึ่งที่ใช้วัดอุณหภูมิตุ้มแห้งและอุณหภูมิตุ้มเปียกของอากาศ ประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์สองอันติดไว้ใกล้กัน อันหนึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์ตรวจวัดอากาศธรรมดา อีกอันหนึ่งที่กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ผ้ามัสลินมีด้ายดิบผูกโยงไปยังแก้วน้ำ ใช้สาหรับตรวจวัดการระเหยของน้ำ ซึ่งสามารถนาค่าผลต่างของอุณหภูมิทั้งสองไปหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้

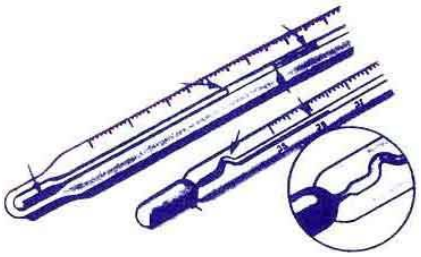
วิธีการทำงานของไซโครมิเตอร์ตุ้มแห้ง – ตุ้มเปียกเป็นอย่างไร

การวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศใช้ไซโครมิเตอร์ตุ้มแห้ง – ตุ้มเปียก ซึ่งติดตั้งอยู่ในเรือนเทอร์โมมิเตอร์ ตุ้มแห้งคือเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาอันหนึ่ง สารับตุ้มเปียกคือใช้เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาอีกอันหนึ่ง แต่ที่ตุ้มปรอทใช้หุ้มด้วยผ้ามัสลิน (ผ้าฝ้าย) มีด้ายดิบผูกโยงไปยังแก้วน้ำ (๓ – ๖ นิ้ว) ให้น้ำซึมมาตามด้ายดิบจนถึงผ้ามัสลิน หลักในการวัดหาความชื้นด้วยไซโครมิเตอร์แบบนี้ อาศัยความจริงที่ว่า ตราบใดที่อากาศยังไม่อิ่มตัว (ความชื้นต่ำกว่า ๑๐๐%) น้ำที่ผ้ามัสลินจะระเหยออก ในการระเหยนี้ต้องใช้ความร้อนจำนวนหนึ่ง ซึ่งก็ได้มาจากภายในตัวเทอร์โมมิเตอร์นั่นเอง ดังนั้น เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียกจึงอ่านได้ค่าต่ำกว่าตุ้มแห้งเสมอ ค่าที่เทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียกต่ำกว่าตุ้มแห้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการระเหย

เมื่ออากาศอิ่มตัว (ความชื้น ๑๐๐%) อากาศโดยรอบจะไม่สามารถรับเอาไอน้ำไว้ได้อีกเลย ดังนั้น น้ำที่ผ้ามัสลินจึงไม่มีการระเหยออก ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองอันจึงชี้เท่ากัน ผลต่างของเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง กับ ตุ้มเปียก นำไปเปิดหาค่าของความชื้นสัมพัทธ์ได้จากตารางสำเร็จรูปและยังสามารถหาอุณหภูมิจุดน้าค้างได้อีกด้วย

(หลังจากการเปลี่ยนผ้ามัสลิน ด้ายดิบและน้ำแล้ว ๑๕ นาที จึงทำการตรวจได้ แต่ถ้าน้ำมีอุณหภูมิต่างกับอากาศควรใช้เวลา ประมาณ ๓๐ นาที)

เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา



จะทำด้วยหลอดแก้วกลมและกลวงภายในสำหรับใส่ปรอทเท่านั้น ปลายข้างหนึ่งทำเป็นตุ้มกลมหรือรีแล้วแต่การออกแบบ ภายในบรรจุปรอทให้เต็มล้นขึ้นไปพอสมควร ปลายอีกด้านเป็นที่ว่างสุญญากาศ ปรอทจะยืดหรือหดแล้วแต่การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปรอทมีคุณสมบัติสามารถขยายออกได้มากกว่า ๗ เท่า ตัวหลอดแก้วยึดไว้กับไม้หรือโลหะมีแผ่นแก้วฝ้าอยู่ด้านหลังเพื่อฉายแสงให้เห็นลำปรอทได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ด้านหน้าของปรอทแก้วจะเป็นรูปนูนโค้งทำไว้เพื่อเป็นเลนซ์ขยายลำปรอทให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ลักษณะของเทอร์โมมิเตอร์ปรอทที่ดี มีดังนี้.

๑. ปรอทต้องบริสุทธิ์ไม่มีฝ้า

๒. ตุ้มแก้วโตพอเหมาะไม่บรรจุปรอทมากเกินไป เพราะถ้ามากเกินจะทำให้รู้สึกเกิดอุณหภูมิได้ช้าและต้องไม่เล็กเกินไป

๓. หลอดแก้วต้องโตเท่ากันตลอด เมื่อสอบที่ขีดมาตรฐานทั้งสองจุดคือจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง (จุดเดือดที่ ๑๐๐ องศาเซลเซียส, จุดเยือกแข็งที่ ๐ องศาเซลเซียส) ต้องคงที่เสมอ ถ้ามีขีดสเกลไม้หรือโลหะต้องยึดหลอดแก้วให้มั่นคงที่สุดเพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อน แต่เทอร์โมมิเตอร์ที่ดีจะมีสเกลที่หลอดแก้ว การ

ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์เป็นสิ่งสำคัญเพราะหลอดแก้วเป็นวัตถุทึบย่อมดูดและคลายความร้อนได้ดีกว่าก๊าซ เมื่อหลอดแก้วถูกความร้อนจะทำให้ร้อนเร็วกว่าอากาศ ในเวลากลางคืนก็คลายความร้อนได้เร็วกว่าอากาศ ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จึงเกิดการคลาดเคลื่อนไป ดังนั้นจึงต้องป้องกันความร้อนอันเกิดจากแสงแดดนี้โดยการนำเทอร์โมมิเตอร์นี้ใส่ไว้ในตู้สกรีนหรือเรือนเทอร์โมมิเตอร์เสีย

หลักการอ่านเทอร์โมมิเตอร์

๑. สายตาพอดีกับยอดปรอทอย่าให้สูงหรือต่ำกว่า เพราะจะทำให้การอ่านค่าได้ผิดพลาด และระวังอย่าหายใจรดเทอร์โมมิเตอร์ เพราะความร้อนจากลมหายใจจะทำให้การอ่านค่าผิดพลาดได้

๒. เวลากลางคืนให้ใช้ไฟฉายส่องห้ามใช้ตะเกียงหรือแสงสว่างที่ทำให้เกิดความร้อนเด็ดขาด ระวังอย่าเพิ่งนำปรอทมาใช้ใหม่หรือนำไปวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นมาใหม่ๆ ควรวางไว้ในที่ราบอย่างน้อย ๑ ชั่วโมง ก่อนที่จะนำมาวัดอุณหภูมิ

๓. สเกลจะทำการแบ่งไว้ทุกครั้งต้องอ่านให้ละเอียดระวังอย่าอ่านผิดช่อง

๔. อย่าใช้เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาในการวัดค่าอุณหภูมิเพราะจะทำให้เกิดการผิดพลาด

การระวังรักษาเทอร์โมมิเตอร์

๑. เมื่อรอยขีดสเกลจางหรือลบเลือนให้ใช้นำมันเล็กน้อยผสมเขม่าไฟ หรือถ่านละเอียดรูดลงบนสเกลนั้นใช้ผ้าปัดให้เหลือแต่รอยขีดดำที่ฝังอยู่บนสเกลนั้น

๒. ถ้าลำปรอทขาดตอนออกจากกันให้ปลดเทอร์โมมิเตอร์ออกจากที่ตั้ง จับที่ลำหลอดแก้วให้แน่นหันตุ้มปรอทไปทางปลายมือแล้วสะบัดแรงๆ หลายๆ ครั้งจนลำปรอทติดกัน

๓. เมื่อใช้เทอร์โมมิเตอร์ไปนานๆ ควรส่งไปสอบเทียบมาตรฐาน

๔. เวลาซื้อหรือรับเครื่องใหม่อย่าลืมถามค่าแก้หรืออัตราผิดประจำเครื่องไว้ด้วย ถ้าไม่มีอัตราผิดประจำเครื่องต้องทำการสอบเทียบค่าเสียก่อนจึงนำไปใช้งาน

เทอร์โมมิเตอร์แบบแกว่ง
(SLING PSYCHROMETER)

Psychrometer (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน)

อ่านว่า ไซโครมิเตอร์ หมายถึง มาตรความชื้นสัมพัทธ์แบบกระเปาะเปียก-แห้ง

ความหมาย การใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องมือตรวจอากาศประเภท เทอร์โมมิเตอร์, ไซโครมิเตอร์

เราใช้วัดค่าอุณหภูมิของอากาศ และหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศโดยไม่ต้องใช้เรือนเทอร์โมมิเตอร์ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดาสองอัน มีอันหนึ่งที่ปลายของหลอดแก้วหุ้มด้วยผ้ามัสลินซึ่งติดอยู่กับแผ่นโลหะหรือแผ่นไม้ซึ่งมีด้ามสำหรับแกว่งอยู่ทางปลายของหลอดแก้ว ขณะที่แกว่งค่าอุณหภูมินั้นอาจจะมีแสงแดดส่องมาถูกก็สามารถวัดค่าที่แท้จริงออกมาได้ เพราะแสงยังไม่ออกมารบกวนเทอร์โมมิเตอร์แต่อย่างใด แต่ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้ในขณะที่แกว่ง กล่าวคือกำลังที่ใช้แกว่งนั้นจะทำให้ปรอทดันตัวไปทางตุ้มแก้ว แต่การเสียดสีกับอากาศของตุ้มแก้วก็จะก่อให้เกิดการขยายตัวของลำปรอทเป็นการชดเชยความผิดพลาดทั้งหมด จึงนับว่าไม่มีการผิดพลาด

เทอร์โมมิเตอร์แบบแกว่งนี้ใช้วัดอุณหภูมิของตุ้มแห้ง (DRY-BULB TEMPERATURE) และค่าอุณหภูมิตุ้มเปียก (WET-BULB TEMPERATURE) เพื่อนำค่าที่ได้ทั้งสองไปคำนวณหาค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (DEWPOINT TEMPERATURE) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RELATIVE HUMIDITY)

<u>เทอร์โมมิเตอร์แบบที่ประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์สองอัน</u> คือ

๑. เทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มแห้ง ใช้วัดค่าอุณหภูมิของอากาศ

๒. เทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มเปียก ที่ปลายกระเปราะหุ้มด้วยผ้ามัสลิน ใช้วัดค่าอุณหภูมิของตุ้มเปียก

<u>วิธีการใช้งานโดยทำตามขั้นตอนดังนี้</u>

๑. เลือกสถานที่ร่มๆ (ที่โล่งภายนอกห้อง)

๒. จุ่มกระเปราะเทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มเปียก กระเปราะหุ้มผ้ามัสลินจุ่มน้ำสะอาดโดยให้ผ้ามัสลินเปียกชุ่ม

๓. เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 3 องศาเซลเซียส ให้เก็บไว้นอกห้อง แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 3 องศาเซลเซียส ให้นำไปเก็บไว้ในห้อง

๔. หันหน้าต้านลมและถือไว้สูงระดับเอว

๕. การแกว่งและหาค่าที่ได้

๕.๑ แกว่งประมาณ ๑๕ วินาที แล้วอ่านค่าอุณหภูมิของตุ้มเปียก

๕.๒ แกว่งต่อไปอีก ๑๐ วินาที แล้วอ่านค่าอุณหภูมิของตุ้มเปียกอีกครั้ง

๕.๓ แกว่งต่อไปอีก ๑๐ วินาที จนสามารถอ่านค่าอุณหภูมิของตุ้มเปียกแต่ละครั้งต่างกันได้ไม่เกิน ๑ องศาเซลเซียส

๕.๔ แกว่งต่อไปอีก ๕ วินาทีจะได้ค่าคงที่แล้วจึงอ่านค่าของตุ้มเปียกที่ได้

๕.๕ อ่านค่าอุณหภูมิของตุ้มแห้งเป็นอันดับสุดท้าย

<u>การบำรุงรักษา</u>

๑. โดยปกติแล้วต้องเปลี่ยนผ้ามัสลินทุกๆ ๑ เดือน

๒. ถ้ามีสิ่งสกปรกจำพวกเกลือ เขม่าหรือผงฝุ่นเกาะมากเกินไปต้องทำการเปลี่ยนผ้ามัสลิน

๓. ต้องตรวจสอบเทียบค่าความถูกต้องทุก ๖ เดือน

๔. รอยขีดสเกลจาง หรือลบเลือนให้ใช้เขม่าไฟหรือผงถ่านผสมกับน้ำมันเล็กน้อยรูดลงบนสเกลแล้วใช้ผ้าปัดออกให้เหลือแต่รอยขีดดำที่ฝังอยู่บนสเกลเท่านั้น

<u>ข้อปฏิบัติโดยทั่วไปของเทอร์โมมิเตอร์แบบแกว่ง</u>

ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแกว่งเป็นเครื่องมือสำรอง ควรจะเก็บไว้ในห้องและถ้าจะนำไปใช้ต้องนำออกไปนอกห้องที่มีร่มเงาและเป็นที่โล่ง ก่อนที่จะทำการตรวจหาค่าประมาณ ๑๕ นาที เพื่อที่จะให้ปราศจากผงฝุ่นใดๆ เพื่อป้องกันความสกปรกที่เกิดขึ้นกับผ้าหุ้มกระเปราะปรอท น้ำที่ใช้จุ่มเทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มเปียกจะต้องสะอาดปราศจากสารเคมีใดๆเพื่อป้องกันไม่ให้ผ้ามัสลินแข็งหรือมีสารเคมีเกาะเป็นคราบ ควรใช้น้ำกลั่นหรือน้ำฝนและเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด เปลี่ยนน้ำบ่อยๆ ตามความจำเป็นซึ่งปกติจะเปลี่ยนน้ำทุกๆ สัปดาห์

เทอร์โมกราฟ

เทอร์โมกราฟ คือ เครื่องที่ใช้บันทึกค่าของอุณหภูมิติดต่อเนื่องกันตลอดเวลาเป็นอัตโนมัติ มีอยู่ ๒ แบบ คือ

๑. แบบบูร์ดอน อาการของเครื่องเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนปริมาตรของแอลกอฮอล์ซึ่งอัดบรรจุอยู่ในหลอดโลหะกลมแบบยาวโค้งจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย มากน้อยตามค่าของอุณหภูมิ แล้วส่งอาการไปยังแขนปากกา ทำให้ปากกาเลื่อนขึ้นลงอยู่บนกระดาษกราฟ

๒. แบบโลหะประกบ โลหะประกบทาด้วยแร่อินวาและบรอนซ์ประกบกัน อาการของเครื่องเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนโลหะประกบนี้จะยืดหรือหดแอ่นเข้าออก ส่งอาการไปจนถึงแขนปากกา ทำให้ปากกาเลื่อนขึ้นลงอยู่บนกระดาษกราฟ

เทอร์โมกราฟทั้งสองแบบนี้ กระดาษกราฟแบ่งจานวนองศาไว้ด้วยเว้นตามนอน และจำนวนชั่วโมง วัน ด้วยเส้นโค้งตามการเลื่อนขึ้นลงของปากกา กระดาษกราฟพันอยู่รอบกระบอก กระบอกหมุนด้วยเครื่องนาฬิกา เป็นระยะ ๑ รอบ ต่อ ๑ สัปดาห์ หรือ ๑ วัน ปากกาจะชี้อุณหภูมิเป็นเส้นติดต่อกันตลอด เวลาที่กระบอกหมุน ๑ รอบ เทอร์โมกราฟไม่เป็นเครื่องที่จดอุณหภูมิได้ถูกต้องดีนักจะต้องคอยสอบเทียบกับเครื่องมาตรฐานอยู่เสมอๆ

ความชื้นสัมพัทธ์ คืออะไร

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศคืออัตราส่วนของจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศในขณะนั้น ต่อจำนวนไอน้ำที่อาจมีได้จนเต็มที่อิ่มตัวในอากาศเดียวกันนั้น ความชื้นสัมพัทธ์จึงกำหนดเป็นเรือนร้อย โดยให้จำนวนความชื้นที่อิ่มตัวเต็มที่เป็น ๑๐๐ ส่วน

อุณหภูมิจุดน้ำค้าง คืออะไร

จุดน้ำค้างคืออุณหภูมิ ณ ขีดที่อากาศเริ่มกลั่นตัวเป็นน้ำค้างในเมื่ออากาศนั้นเย็นตัวลง เมื่ออุณหภูมิลดลงจนถึงจุดน้ำค้างแล้วอากาศจะอิ่มตัว ต่อจากนี้ถ้ามีการเย็นตัวลงอีก ความชื้นในอากาศก็จะกลั่นตัวเป็นหมอกหรือน้ำค้าง บรรดาเมฆ ฝน หิมะ และน้ำในบรรยากาศในระดับสูง ๆ นั้น เป็นผลเนื่องจากอาการเย็นลงของอากาศทั้งสิ้น หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า เมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดต่ำลงจนอากาศไม่สามารถพยุงไอน้ำไว้ได้ต่อไปอีก ไอน้ำจะเริ่มกลั่นตัวในขณะนั้น จุดอุณหภูมิตรงนี้ (จุดเปลี่ยนภาวะ) เรียกว่า จุดน้ำค้าง ถ้าอุณหภูมิลดลงอีก ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นน้ำค้าง หมอก หิมะ เมฆ หรือฝนตกต่อไป การหาอุณหภูมิจุดน้ำค้างนั้น หาได้จากตารางเปรียบเทียบของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

เทอร์โมมิเตอร์ยอดหญ้า (Grass minimum thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้บางทีก็เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดราดิเอชั่นของพื้นโลก (terrestrial radiation thermometer) และใช้กันส่วนใหญ่เพื่อให้ทราบเกล็ดน้ำค้าง (ground frosts) ในเวลากลางคืน เป็นเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดธรรมดา และติดตั้งไว้ในทางตามนอนบนพื้นหญ้าสั้นๆ โดยให้กระเปาะวัตถุเหลวสัมผัสพอดีกับยอดของใบหญ้า ปกติเขาทำเป็นไม้ง่ามรูป Y อยู่สูง ๑ หรือ ๒ นิ้ว เหนือพื้นดิน ระวังอย่าให้ตุ้มของวัตถุเหลวไปสัมผัสกับงามไม้เป็นอันขาด การป้องกันการกลั่นตัวของวัตถุเหลวทำได้โดยใช้แผ่นโลหะกำบังสีดำคลุมไว้ตอนบนของเทอร์โมมิเตอร์ ให้มีความยาวประมาณ ๕ ซม. วัตถุดำนี้จะดูดเอาราดิเอชั่นไว้ ทำให้ตอนบนอบอุ่นขึ้น

ควรวางเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดยอดหญ้าให้ห่างไกลจากวัตถุสิ่งกีดขวาง เพราะจะทำให้เกิดการรบกวนจากสิ่งเหล่านั้นไม่ได้รับค่าที่ถูกต้องแท้จริง จำไว้ว่าเครื่องมือนี้มิได้ใช้วัดค่าของอุณหภูมิของอากาศ แต่ใช้วัดค่าของอุณหภูมิอันเกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจากตุ้มของวัตถุเหลวไปสู่ท้องฟ้า

ในฤดูร้อน ควรเก็บเครื่องมือนี้ไว้ในเรือนเทอร์โมมิเตอร์เอาทางตุ้มลง ตั้งแต่เวลา ๐๙.๐๐ น. จนถึงค่ำแล้วจึงค่อยตั้ง (set) เสร็จแล้วเอาไปวางไว้ในที่ของมันตามเดิม ทั้งนี้เพราะถ้าเอาไปไว้กลางแดดที่ร้อนจัดตอนกลางวัน ความร้อนอาจทำให้เกิดพลายอากาศขึ้นในลำวัตถุเหลว ขึ้นไปสะสมตัวกันอยู่ทางปลายสุดของลำหลอดแก้วได้

สำหรับการตั้ง (set) เครื่อง ทำเช่นเดียวกับเทอร์โมมิเตอร์ต่ำสุดแบบธรรมดาทุกประการ

เครื่องวัดความกดอากาศ

ความกดอากาศ คือ น้ำหนักของบรรยากาศที่กระทำต่อเนื้อที่ของผิวพื้นโลก ณ จุดใดจุดหนึ่งเป็นลำ (COLUMM) ของบรรยากาศ ตั้งแต่ผิวโลกขึ้นไปจนถึงเขตสูงสุดของบรรยากาศ

ความกดอากาศนี้จะกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ แรงที่กระทำต่อเนื้อที่หนึ่งหน่วยนั่นเอง

เครื่องวัดความกดอากาศ แบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภท ดังนี้

๑. บาโรมิเตอร์แบบแอนเนอรอยด์ หรือบาโรมิเตอร์ที่อาศัยหลักการยืดหยุ่น (ANEROID OR ELASTIC BAROMETERS)

๒. บาโรมิเตอร์แบบปรอท (MERCURY BAROMETER)

๓. บาโรมิเตอร์แบบฮิบโซมิเตอร์ (HYPSOMETER)

ในทางอุตุนิยมวิทยาจะใช้แบบที่ ๒ เป็นมาตรฐาน เพราะจะได้ผลที่แน่นอนกว่าวิธีอื่นๆ และแบบที่ ๑ จะรองลงมา ส่วนแบบที่ ๓ นั้น จะใช้หลักความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของวัตถุเหลวกับความกดของบรรยากาศ นับว่าเป็นความยุ่งยากจึงไม่นิยมใช้

บาร์โรมิเตอร์แบบปรอท (Mercury barometer)

บาโรมิเตอร์แบบปรอท (Mercury barometer) แบ่งออกได้เป็น ๒ ชนิด

๑. แบบฟอร์ติน (FORTIN) คือ ที่เหนือระดับปรอท (ตรงกระปุก) จะมีเข็มงาช้าง

(IVORY POINT) เพื่อไว้สำหรับแต่งระดับปรอทให้สัมผัสกับเข็มงาช้าง ก่อนที่จะอ่านค่าของความกดอากาศ

ความกดอากาศ อ่านได้โดยปรับเวอร์เนียให้สัมผัสกับผิวนูน (ส่วนโค้ง) ของลำปรอทแล้วอ่านค่าความกดอากาศที่สเกลของเวอร์เนีย

๒. แบบคิว (KEW) ชนิดนี้ไม่ต้องแต่งระดับปรอท เพราะปรอทจะถูกปิดทึบ การอ่านค่า

ข้อกำหนดมูลฐาน (Basic requirements)

หลักขั้นพื้นฐานของบาร์โรมิเตอร์ปรอท คือ ความกดของบรรยากาศจะต้องสมดุลต่อน้ำหนักของปรอทในลำหลอดแก้ว บาโรมิเตอร์ปรอทที่ใช้อยู่ทั่วๆ ไป เพื่อความมุ่งหมายทางอุตุนิยมวิทยาเขาแบ่งสเกลตามความยาวของลำปรอทเป็นหน่วยของความกด (มิลลิเมตร นิ้ว หรือมิลลิบาร์) บาร์โรมิเตอร์ที่ใช้อยู่ตามสถานีตรวจอากาศทั่วๆ ไปมีอยู่หลายแบบด้วยกัน

บาโรมิเตอร์ปรอทที่ใช้เพื่อความมุ่งหมายทางอุตุนิยมวิทยา ต้องได้รับการสอบเทียบปรับแต่ง (calibration) กับเครื่องมาตรฐานที่มีความถูกต้องแม่นยำดี ซึ่งได้รับการตรวจสอบกับเครื่องมาตรฐานที่แท้จริง (absolute barometers) แล้ว บางทีเรียกว่า primary หรือ normal barometer

ข้อกำหนดส่วนใหญ่ของบาโรมิเตอร์ปรอท ที่ใช้ตามสถานีตรวจอากาศ คือ

๑. ต้องรักษาความถูกต้องแม่นยำอยู่ในระยะเวลานานๆ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

๒. ต้องอ่านได้ง่าย

๓. เมื่อทำการลำเลียงเคลื่อนย้าย ปรอทต้องไม่รั่วไหลออกมา

๔. รูของลำหลอดแก้วต้องไม่เล็กกว่า ๘ มิลลิเมตร ถ้าจะให้ดีควรเป็นขนาด ๙ มิลลิเมตร หรือมากกว่า

๕. ช่องว่างเหนือปรอทในลำหลอดแก้วต้องเป็นสูญญากาศจริงๆ

๖. ผิวหน้าของปรอทในลำหลอดแก้ว (ตอนบน) ต้องเป็นรูปโค้ง (meniscus) ไม่ราบแบน

๗. ในการสอบเทียบปรับแต่งกับเครื่องมาตรฐาน อัตราผิดประจำเครื่องต้องเป็นดังนี้.

๗.๑ อัตราผิดสูงสุดที่ยอมให้มีได้ ณ ประมาณ ๑๐๐๐ มบ.....± ๐.๓ มบ.

๗.๒ อัตราผิดสูงสุดที่ยอมให้มีได้ ณ ความกดอื่น ๆ

๗.๒.๑ ความกดไม่ต่ำกว่า ๘๐๐ มบ.....± ๐.๕ มบ.

๗.๒.๒ ความกดต่ำกว่า ๘๐๐ มบ.....± ๐.๘ มบ.

ผลต่างระหว่างอัตราผิดในช่วง ๑๐๐ มบ. หรือน้อยกว่า .± ๐.๓ มบ.

๘. สำหรับบาโรมิเตอร์ที่ใช้ในเรือต้องมีอัตราผิดไม่เกิน.....± ๐.๕ มบ.

พฤติภาพมาตรฐาน (Standard conditions)

โดยที่ความยาวของปรอทในลำหลอดแก้วขึ้นอยู่กับตัวการหลานอย่าง โดยเฉพาะอุณหภูมิและความถ่วงเข้าหาศูนย์กลางโลก และขึ้นอยู่กับความกดของบรรยากาศด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดพฤติภาพมาตรฐานของบาโรมิเตอร์ปรอทไว้เป็นระบบเดียวกัน ดังนี้ คือ

๑. อุณหภูมิและความแน่นมาตรฐานของปรอท (Standard temperature and density of mercury)

ค่าของอุณหภูมิมาตรฐานของปรอทในลำหลอดแก้ว กำหนดให้เป็น ๐°C หรือ ๓๒°F ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป ความยาวของปรอทในลำหลอดแก้ว คือค่าของความกดอากาศนั่นเอง ย่อมเปลี่ยนไปด้วย เมื่อจะได้ให้ค่าของความกดอากาศมาตรฐานที่แท้จริง จึงต้องหักแก้เข้าหาอุณหภูมิมาตรฐาน คือ ๐°C หรือ ๓๒°F

สำหรับความแน่นมาตรฐานของปรอทที่ ๐°C กำหนดให้เท่ากับ ๑๓.๕๙๕๑ กรัม/ซม.^{3}

ความถ่วงมาตรฐาน (Standard gravity)

การอ่านค่าความกดอากาศจากบาโรมิเตอร์ปรอท จะต้องหักแก้ค่าของอัตราเร่งเนื่องจากความถ่วงของตำบลที่เข้าหาค่ามาตรฐาน standard (normal) gravity ซึ่งค่าของความถ่วงมาตรฐานนี้เป็น

$$g_n = ๙๘๐.๖๖๕ \text{ cm/sec}^2$$

สเกลของบาโรมิเตอร์ปรอท (Barometer scales)

สเกลของบาโรมิเตอร์ปรอทที่ใช้ในทางอุตุนิยมวิทยา จะต้องแบ่งไว้ให้อ่านได้ค่าของความกดอากาศที่แท้จริงโดยตรงตามหน่วยมาตรฐานดังกล่าวในข้อ ๓.๒ เมื่อเครื่องมืออยู่ในอุณหภูมิมาตรฐาน ๐°C และความถ่วงมาตรฐาน ๙๘๐.๖๖๕ cm/sec^2

พฤติภาพมาตรฐานของสเกลของบาโรมิเตอร์ปรอท คือ

๑. มบ.จริง - true mb.- ที่ ๐°C และ ๙๘๐.๖๖๕ cm/sec^2

๒. มม.จริง - true $(\text{mm hg})_n$ - ที่ ๐°C และ ๙๘๐.๖๖๕ cm/sec^2

๓. นิ้วจริง - ture $(\text{in.hg})_n$ - ที่ ๐°C และ ๙๘๐.๖๖๕ cm/sec^2

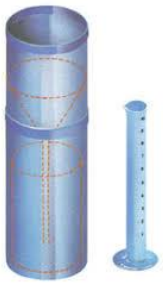
สเกลของบาโรมิเตอร์ปรอทอาจแบ่งไว้มากกว่า ๑ หน่วยก็ได้ เช่น เป็นมิลลิเมตรกับมิลลิบาร์ นิ้ว และเป็นมิลลิบาร์กับนิ้ว เป็นต้น

หมายเหตุ ความสัมพันธ์ระหว่าง นิ้วปรอท, มิลลิบาร์ และมิลลิเมตร

หน่วยที่ใช้วัดค่าความกดอากาศ คือ นิ้วปรอท, มิลลิบาร์ และมิลลิเมตร

๑ มิลลิบาร์ (mb.)	=	๑/๑๐๐๐	ของบาร์
	=	๐.๗๕๐๐๖๒	มิลลิเมตร (mmHg)
๑ มิลลิเมตร (mmHg)	=	๑.๓๓๓๒๒๔	มิลลิบาร์ (mb.)
๑ นิ้วปรอท (IN.Hg)	=	๓๓.๘๖๓๙	มิลลิบาร์ (mb.)
๑ มิลลิบาร์ (mb.)	=	๐.๐๒๙๕๓๐	นิ้วปรอท (IN.Hg)
๑ มิลลิเมตร (mmHg)	=	๐.๐๓๙๓๗๐	นิ้วปรอท (IN.Hg)
๑ นิ้วปรอท (IN.Hg)	=	๒๕.๔๐	มิลลิเมตร

เครื่องวัดฝนแบบแก้วตวง



การตรวจวัดฝน

เครื่องวัดฝน ต้องติดตั้งในที่โล่งแจ้ง ระยะห่างของเครื่องวัดต้องอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวางอย่างน้อย ๒ เท่า ถ้าจะให้ถูกต้องที่สุดต้อง ๔ เท่า ของความสูงของสิ่งนั้น ถังวัดฝนส่วนใหญ่มักนิยมปากถังที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๘ นิ้ว สูงจากพื้นดิน ๑ เมตร ในส่วนของ ทอ. มี ๒ แบบ คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง ๘ นิ้ว และเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖ นิ้ว มีกรวยรับน้ำฝนเพื่อให้ไหลรวมลงสู่ถังเก็บด้านใน เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำฝน การวัดน้ำฝนเพียงแต่นำน้ำฝนที่อยู่ในถังรองด้านในเทลงใส่กระบอกแก้วตวงวัดฝน แล้วอ่านสเกลที่อยู่ด้านข้างกระบอกแก้ว มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร หรือ นิ้ว (๒๕.๔ มม. = ๑ นิ้ว) ฝนที่วัดได้เป็นความสูง (ความหนา) ของน้ำฝนจากพื้นดินโดยคิดเสียว่าน้ำฝนนั้นไม่มีการระเหยหรือไหลซึมลงสู่ดินนอกจากนี้ยังมีเครื่องวัดฝนแบบบันทึกกราฟอัตโนมัติ (แบบไซฟอน) เครื่องวัดฝนแบบกระดก เครื่องวัดฝนแบบชั่งน้ำหนัก

เกณฑ์ปริมาณฝนในช่วงเวลา ๒๔ ชั่วโมง

ปริมาณฝน ๐.๑ - ๑๐.๐ มม.	หมายถึง ฝนเล็กน้อย
ปริมาณฝน ๑๐.๑ - ๓๕.๐ มม.	หมายถึง ฝนปานกลาง
ปริมาณฝน ๓๕.๑ - ๙๐.๐ มม.	หมายถึง ฝนหนัก
ปริมาณฝน ๙๐.๑ มม. ขึ้นไป	หมายถึง ฝนหนักมาก

เกณฑ์ความแรงของฝนในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง

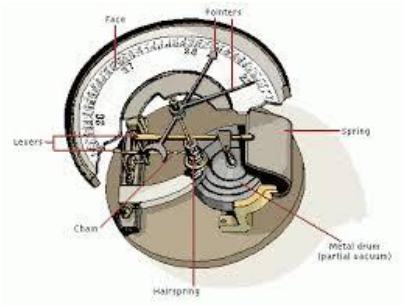
ปริมาณฝน ๐.๑ - ๕.๐ มม.	หมายถึง ฝนตกเบา
ปริมาณฝน ๕.๑ - ๒๕.๐ มม.	หมายถึง ฝนตกปานกลาง
ปริมาณฝน ๒๕.๑ - ๕๐.๐ มม.	หมายถึง ฝนตกหนัก
ปริมาณฝน ๕๐.๑ มม. ขึ้นไป	หมายถึง ฝนตกหนักมาก

ความหมายการพยากรณ์พื้นที่ที่จะมีฝนตก

ฝนบางพื้นที่	หมายถึง มีฝนตกไม่เกิน	๒๐ %	ของพื้นที่
ฝนกระจายเป็นแห่งๆ	หมายถึง มีฝนตก	๒๐-๔๐ %	ของพื้นที่
ฝนกระจาย	หมายถึง มีฝนตก	๔๐-๖๐ %	ของพื้นที่
ฝนเกือบทั่วไป	หมายถึง มีฝนตก	๖๐-๘๐ %	ของพื้นที่
ฝนทั่วไป	หมายถึง มีฝน มากกว่า	๘๐ %	ของพื้นที่ขึ้นไป

เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย รูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกกลมตลอด หรือบางทีทำให้ก้นผายออกเพื่อให้ตั้งได้มั่นคงขึ้น ตัวเครื่องทำด้วยเหล็กหรือทองแดงที่ไม่เป็นสนิม ตอนขอบบนของเครื่องทำเป็นปากรับน้ำหนักฝนขนาดแน่นอน (นิยมใช้ปากถังขนาด ๘ นิ้ว) ที่ขอบปากถังต้องทำให้หนาเป็นพิเศษกันบุบเบี้ยวหรือเสียรูปทรง ติดตั้งไว้บนพื้นดินเรียบและสูงจากพื้นดินไม่เกิน ๑ เมตร ห้ามติดตั้งไว้ที่ลาดชัน

บาโรมิเตอร์แบบแอนเนอรอยด์ (Aneroid barometers)



บาโรมิเตอร์แบบแอนเนอรอยด์ เป็นบาโรมิเตอร์ที่ไม่ใช่วัตถุไหล (ปรอท) จึงเคลื่อนย้ายไปมาได้สะดวก เหมาะสำหรับใช้ในเรือหรือนำติดตัวไปใช้ในที่ต่างๆ แต่ความถูกต้องแม่นยำนั้น แบบแอนเนอรอยด์ย่อมใช้ได้หยาบกว่าบาโรมิเตอร์แบบปรอท

หลักการสร้าง ใช้แผ่นโลหะบางๆ (metal diaphragms) หนาประมาณ ๐.๐๐๕ นิ้ว ทำเป็นตลับลูกฟูกสองอันประกบกัน มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๑ ๑/๒ นิ้ว และความหนาของตลับลูกฟูกประมาณ ๑/๔ นิ้ว (ขนาดนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามแต่บริษัทผู้สร้าง) ด้านบนและด้านล้างทำเป็นลูกฟูก บัดกรีขอบให้สนิทแล้วสูบอากาศออกให้ภายในเป็นสุญญากาศ อากาศรั่วไม่ได้มีแหนบแข็ง (CONTROL SPRING) ยึดด้านบนและด้านล่างของตลับไว้ เพื่อดึงให้ตลับโป่งออกอยู่เสมอ

เมื่อความกดอากาศสูงขึ้นจะกดตลับลูกฟูกให้แฟบลง ขนะกำลังของแหนบสปริงและตรงกันข้าม เมื่อความกดอากาศน้อยลงแหนบสปริงก็จะดีดตัวออกดึงให้ตลับโป่งออก ระยะที่โป่งออกและแฟบเข้านี้ ต่ออาการไปยังเครื่องกระเดื่องกลไก ทำให้ขยายระยะออกให้มากขึ้นจนถึงเข็มชี้ให้หันไปตามหน้าปัด บอกค่าของความกดอากาศเป็นมาตราเดียวกันกับบาโรมิเตอร์แบบปรอท

ข้อกำหนดสำคัญของบาโรมิเตอร์แบบแอนเนอรอยด์ที่ดีมีดังนี้

๑. ต้องมีอากาศเหลือชดเชยไว้ในตลับ เพื่อที่จะให้การอ่านค่าของความกดอากาศไม่เปลี่ยนแปลงมากกว่า ๐.๕ มิลลิบาร์ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ๓๐ องศาเซลเซียส

๒. ในการใช้เครื่องตามปกติ อัตราผิดของเสกล ณ จุดใดก็ตามต้องไม่เกิน ๐.๕ มิลลิบาร์ และต้องรักษาอัตราผิดนี้ไว้อย่างน้อยเป็นเวลา ๑ ปี

๓. ถ้าความกดอากาศเปลี่ยนแปลงไป ๕๐ มิลลิบาร์ และเมื่อเข็มชี้กลับมาที่เดิม ค่าที่อ่านได้ครั้งหลังนี้กับครั้งแรกต้องไม่ต่างกันเกินกว่า ๐.๕ มิลลิบาร์

๔. เมื่อมีการลำเลียงขนส่งตามธรรมดา เครื่องต้องสามารถรักษาความถูกต้องแม่นยำไว้ได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความผิดพลาดเกินกว่าขีดจำกัดที่กล่าวแล้วข้างต้น

๕. ก่อนการอ่านค่าควรตบเครื่องก่อนเบาๆ และต้องอ่านให้ได้ค่าใกล้เคียง ๐.๑ มิลลิบาร์มากที่สุดเท่าที่จะ ทำได้

อัตราแก้ (Corrections)

โดยทั่วไปการอ่านค่าของแอนเนอรอยด์นั้น อ่านได้โดยตรง ณ ระดับสูงที่ติดตั้งเครื่องมือไว้ อย่างไรก็ตาม ในเรือหรือ ณ สถานีที่อยู่ต่ำกว่ามากๆ ควรจะตั้งเครื่องให้อ่านค่าของความกดที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยหาค่าประจำของผลต่างของความกดที่สถานี (หรือเรือ) กับความกดที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง อัตราแก้ของ

แอนเนอ-รอยด์นี้ แก้เฉพาะอัตราผิดประจำเครื่องแต่อย่างเดียว ส่วนอัตราแก้อุณหภูมิเข้าหาอุณหภูมิมาตรฐาน (๐ องศาเซลเซียส) ถือว่ามีค่าเล็กน้อยมาก จนไม่ต้องนำมาคำนึงถึง

การชดเชยความผิดในเรื่องอุณหภูมิ (Compensation of the aneroid for temperature)

เนื่องจากบาโรมิเตอร์แบบแอนเนอรอยด์ใช้อาการยืดหยุ่น (elastic) หรืออาการแฟบเข้าและโป่งออกเป็นหลัก มิได้ใช้น้ำหนักของๆ ไหล (ปรอท) เป็นบรรทัดฐานอย่างบาโรมิเตอร์แบบปรอท ฉะนั้นจึงไม่มีอัตราผิดในเรื่องส่วนโค้งของผิวปรอท (menissous) และความถ่วงเข้าหาศูนย์กลางโลก (gravity) จะมีความผิดในเรื่องอุณหภูมิบ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพราะเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปย่อมก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามส่วนต่างๆ ของเครื่องกระเดื่องกลไกลได้ และเพื่อแก้ความผิดอันเนื่องมาจากอุณหภูมิให้หมดไป มีวิธีแก้อยู่ ๒ วิธี คือ

๑. ใช้วิธีแก้อากายืดหดของเครื่องกระเดื่องกลไกล วิธีนี้ใช้ทำแขนอันยาวของระบบคันกระเดื่องด้วยโลหะสองชนิด เช่น ทองเหลืองกับเหล็กเชื่อมให้ต่อกันแน่น โดยปกติแขนใช้ทำด้วยทองเหลือง แต่มีเหล็กเชื่อมติดอยู่ข้างบน โดยที่ทองเหลืองมีการขยายตัวมากกว่าเหล็ก ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้แขนงอโค้งขึ้นข้างบน เป็นการชดเชยในเรื่องอุณหภูมิได้เป็นอย่างดี

๒. ใช้วิธีเหลืออากาศไว้ในตลับบ้างเล็กน้อย วิธีนี้นิยมกันแพร่หลายทั่วไป โดยที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ คือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ความกดอากาศในตลับสูงขึ้นด้วย ทำให้ตลับลูกฟูกมีความพยายามในอันที่จะโป่งออก แต่โดยที่เราเหลืออากาศไว้จำนวนเล็กน้อยในตลับ ความพยายามในอันที่จะโป่งออกจึงหมดไปโดยการขยายตัวของความร้อน (thermal expansions) ภายในตลับนั้นเอง จึงทำให้เกิดความพยายามในอันที่จะแฟบเข้า อาการทั้งสองอย่างนี้เท่ากันพอดีในช่วงของอุณหภูมิหนึ่ง จึงเป็นการชดเชยกันไปในตัว เครื่องแอนเนอ-รอยด์ที่ทำแบบนี้เขาจะเขียนเครื่องหมายไว้ที่เครื่องว่า (Compensated aneroid)

แอนเนอรอยด์ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เขาจะทำตลับลูกฟูกไว้เพียงตลับเดียว ความถูกต้องแน่นอนจึงมีไม่มากนัก ดังนั้น จึงได้คิดสร้างแบบที่มีความถูกต้องแม่นยำดียิ่งขึ้น เรียกว่าเครื่องแบบ Precision aneroid โดยทำเป็นตลับลูกฟูกหลายๆ อันซ้อนกันและทำเป็นหลายชุด (อาจมีสองถึงสี่ชุด) ซึ่งใช้อาการยืดหยุ่นอย่างเดียวกัน แต่มีระยะขยายมากกว่า ส่งอาการมารวมที่เข็มชี้อันเดียวกัน ไปชี้แสดงค่าความกดอากาศที่หน้าปัด เครื่องแบบนี้มีความระเอียดถูกต้องดีมาก ค่าของความกดอากาศที่อ่านได้ละเอียดถึง ๑/๑๐๐๐ นิ้ว หรือ ๐.๑ มิลลิบาร์

อ่านค่าความกดอากาศที่สถานีได้	27.450
ค่าแก้ประจำเครื่องที่ความกดอากาศ	27.500
ขณะความกดอากาศเพิ่ม มีค่าแก้	27.490(0.010)
การบันทึกค่าความกดอากาศที่สถานี	27.450+0.010
เท่ากับ	27.460
ขณะความกดอากาศลด มีค่าแก้	27.494(0.006)
การบันทึกค่าความกดอากาศที่สถานี	27.450+0.006
เท่ากับ	27.456

การคำนวณ ค่าแก้ประจำเครื่อง

กล้องทีโอโดไลท์ (Theodolite)

ในยุโรปสมัยก่อนเรียกเครื่องมือวัดมุมว่า transiting theodolite คำว่า transition หมายความว่าตัวกล้องเล็งสามารถกระดกกลับได้ เมื่อมีการอพยพผู้คนจากยุโรปไปตั้งหลักแหล่งใหม่ที่อเมริกา ก็มีผู้นำกล้องชนิดนี้ไปด้วย เมื่อเวลาผ่านไปคนที่อยู่ในอเมริกาก็เรียกกล้องชนิดนี้ว่า transit เฉยๆ ส่วนในยุโรปนิยมคำว่า theodolite มากกว่า จึงเรียกกล้องชนิดนี้ว่า theodolite เฉยๆ ต่อมาได้มีการพัฒนากล้องนี้ออกไปซึ่งความแตกต่างจะค่อยๆ เห็นชัดขึ้นทุกที กล้องทรานสิทนั้นจะมีจานองศาราบ และจานองศาดิ่งทำด้วยโลหะ และใช้เวอร์เนียร์ช่วยในการอ่านค่าทิศทางให้ละเอียดยิ่งขึ้น ส่วนกล้องธีโอโดไลท์นั้นจานองศาจะทำด้วยแก้วผนึกสเกลองศาลงไปบนแก้ว การอ่านทิศทางก็อาศัยระบบสะท้อนของแสงภายในกล้องผ่านจานองศาไปแสดงที่ microscope การอ่านค่าละเอียดของมุมหรือทิศทางทำได้โดยอาศัย micrometer

ส่วนประกอบต่างๆของกล้อง THRODOLITE

ส่วนประกอบใหญ่ๆ ของกล้องจะแบ่งออกได้ดังนี้

1. ตัวกล้อง (TELESCOPES) ในปัจจุบันนี้ตัวกล้องนิยมออกแบบมาให้สามารถส่องเพื่อการวัดมุมและใช้เป็นที่ส่งลำแสงและรับลำแสง Infar-red หรือ Laser เพื่อการวัดระยะ ซึ่งเราเรียกว่า coaxial telescope ซึ่งต้องรักษาคุณสมบัติต่างๆ ไว้อย่างครบถ้วนคือกำลังขยายมาก ตัวกล้องสั้นสามารถที่จะหมุนรอบแกนได้และจะต้องมีความละเอียดในการส่องวัดมุมส่วนประกอบของตัวกล้องมีดังนี้

1.1 เลนส์ปรับความชัด (FOCUSSING LENS)

1.1.1 External focusing หมายถึงกล้องที่ใช้Eyepiece หรือ Objective ทำหน้าที่ปรับภาพให้ชัดเจนแทนเลนส์โฟกัส Eyepiece และ Objective จะเคลื่อนที่ เข้า – ออกเมื่อเวลาปรับภาพ

1.1.2 Internal focusing หมายถึงตัวกล้องที่บรรจุเลนส์โฟกัสเข้าไปข้างในตัวกล้อง ส่วนมากจะเป็นเลนส์เว้า เพื่อทำหน้าที่ปรับภาพให้ชัดเจน

1.2 EYEPIECE ทำหน้าที่ขยายภาพและสายใยให้ชัดเจน

1.3 สายใยกล้อง (CROSS HAIR หรือ HAIR LINE) ปัจจุบันสายใยกล้องจะใช้การขีดลงบนแผ่นแก้วและนำอีกแผ่นหนึ่งมาประกบโดยใช้กาวพิเศษ ทั้งนี้เพื่อป้องกันความสกปรกและการลบเลือน สายใยราบและสายใยดิ่งจะต้องตั้งได้ฉากซึ่งกันและกัน จุดตัดของสายใยก็คือแนวแกนกล้อง สายใยดิ่งจะมีสายใยเล็กๆอีกสองสายใยเรียกว่าสายใยบนและสายใยล่าง (Upper and Lower hair line) ผลต่างของสายใยทั้งสอง ใช้ในการหาระยะราบหรือระยะดิ่ง

2. จานบน (UPPER PLATE) จานบนจะต้องอยู่ในแนวระดับ มีแกนสวมทับแกนของจานองศา ซึ่งจานองศาจะเป็นจานล่าง จานบนจะหมุนรอบแกนดิ่งของกล้อง (Standing axis หรือ Vertical axis) ส่วนประกอบของจานบนมีดังนี้

2.1 หลอดระดับฟองยาว (Tubular level) อาจจะมีหนึ่งหรือสองหลอดซึ่งตั้งได้ฉากซึ่งกันและกัน เราเรียกว่า Plate Level หรือ ระดับตัวล่าง เวลาวัดมุมราบหรือมุมดิ่งจะต้องได้ระดับ

2.2 ระดับตัวบน (Index level) เป็นระดับของจานองศาดิ่ง ตัวระดับจะติดอยู่กับ Vernier แต่ตัวกล้องจะติดอยู่กับจานองศา ซึ่งแนว 0 จะต้องอยู่ในแนวของแกนกล้อง

2.3 ควงสัมผัสทางราบ (Upper tangent screw) ใช้หมุนกล้องให้สายใยไปตัดกับที่ หมายเล็ง

2.4 ควงบังคับจานองศาดิ่ง (Vertical circle clamp screw) เพื่อ Clamp กล้องให้อยู่ ในแนวราบ โดยให้ศูนย์ของจานองศาตรงกับ Index ของ Vernier เพื่อวัดมุมดิ่ง

2.5 ความสัมผัสจานองศาดิ่ง (Vertical circle tangent screw) เป็นควงที่ใช้สำหรับ เลื่อนให้สายใยราบของกล้องสัมผัสจุดที่ต้องการวัดมุมดิ่ง

3. จานล่าง (LOWERPLATE) หรือจานองศาราบของกล้อง ซึ่งจะติดกับแกนเพื่อสวมเข้ากับแกนล่างสุดที่ติดกับ Foot screw

4. ควงตั้งระดับ (LEVELLING SCREW) ชุดของควงตั้งระดับหรือควงสามเส้านี้จะ ประกอบไปด้วย

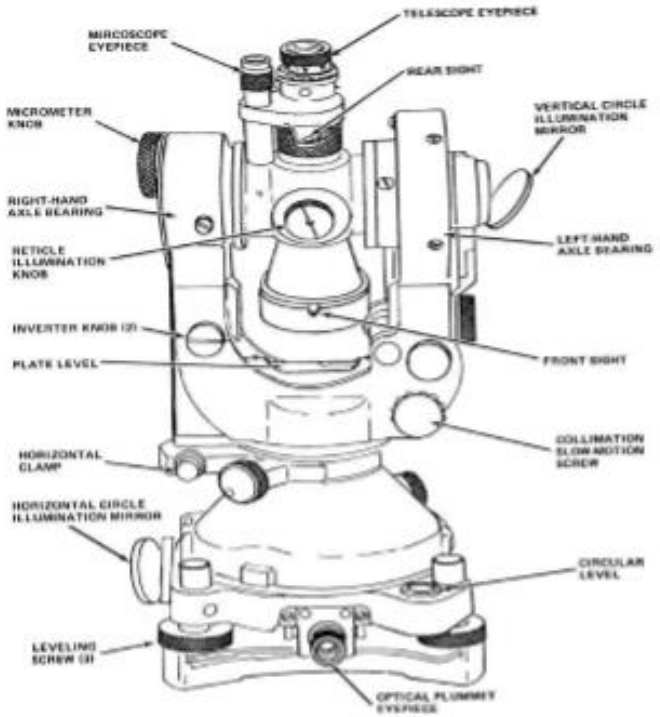
4.1 ควงสามเส้าใช้ตั้งระดับราบของกล้อง (Plate level) ซึ่งควงสามเส้านี้จะเป็นตัว Support แท่นบนของควงสามาเส้า (Tribach)

4.2 แท่นบนของควงสามเส้า (Tribach) จะเป็นโครงสร้างที่รับส่วนต่างๆ ของ กล้อง

4.3 Trivet stage หรือฐานของกล้องเป็นฐานที่ใช้ข้นขากล้องให้ข้ากล้อง ติดกับกล้อง

4.4 ถ้ากล้อง Optical reading theodolite จะมีแผ่นสปริง (Sprimg plate) กด ส่วนล่างของ Foot screw ถ้าขันสกรูขากล้องแน่น แผ่นสปริงจะกดแน่น ทำให้ตั้งระดับบาก

4.5 ควงสัมผัสทางราบของจานล่าง (Lower tangent screw) ใช้หมุนให้สายใยตัดกับที่หมายหรือธงหลังหรือเป้าหลัง



ส่วนประกอบของกล้องวัดมุม

ลักษณะแกนต่างๆ ของกล้อง

1. แกนกล้อง (Telescope axis) คือแนวเส้นตรงที่ผ่านจุดตัดของสายใยราบกับสายใยดิ่ง และจุดศูนย์อ๊อฟติก (Optic center) ของเลนส์ปากกล้อง (Objective)

2. แกนดิ่งของกล้อง (Vertical axis) คือแนวเส้นตรงที่ผ่านแกนของอาการหมุนในทางราบ ของกล้อง

3. แกนราบของกล้อง (Horizontal axis) คือแนวเส้นตรงที่ผ่านแกนของอาการหมุนของตัวกล้อง (Telescope) ในทางดิ่ง

4. แกนของหลอดระดับ (Bubble tube axis) คือแนวเส้นตรงที่สัมผัสกับจุดสูงสุดของส่วน โค้งของหลอดระดับ

5. จุดศูนย์กลางของกล้อง Theodolite คือจุดตัดของแกนราบ แกนดิ่งและแกนกล้องตัดกัน

ลักษณะอันพึงประสงค์ของกล้อง THEODOLITE สำหรับกล้องวัดมุมที่ถูกต้องจะต้องมี ลักษณะดังนี้

1. สายใยดิ่งจะต้องตั้งได้ฉากกับแกนราบของกล้อง จะทำให้จุดต่างๆ บนสายใยดิ่งสามารถ ใช้ในการวัดมุมราบได้อย่างถูกต้อง หรือทำให้วางแนวได้อย่างถูกต้อง

2. แกนของระดับล่าง (Plate level) จะต้องตั้งได้ฉากกับแกนดิ่ง ทั้งนี้เพื่อว่าเมื่อกล้องได้ ระดับแล้ว แกนดิ่งของกล้องจะอยู่ในแนวดิ่งจริง ๆ นั่นคือมุมราบจะถูกวัดอยู่ใน Horizontal plane และมุมดิ่งจะถูกวัดได้โดยปราศจาก Index error เนื่องจากการเอียงของแกนดิ่ง

3. แนวเล็ง (Line of sight) จะต้องตั้งได้ฉากกับแกรนราบที่จุดตัดกับแกนดิ่งและแกนกล้อง แกนกล้องจะต้องเป็นแกนเดียวกับแนวเล็ง ซึ่งถ้าเป็นอย่างนี้แล้ว ถ้าหมุนตัวกล้องรอบๆ แกนราบ แนวเล็งจะอยู่ในลักษณะที่เป็น Plane เมื่อเราปรับโฟกัส ไม่ว่าส่องที่หมายใกล้หรือไกล จุดที่หมาย นั้นก็จะอยู่บน Plane ของแนวเล็ง ซึ่งจะผ่านแนวแกนดิ่ง

4. แกนราบจะต้องตั้งได้ฉากกับแกนดิ่ง ดังนั้นเมื่อกระดกกล้องแนวเล็งจะอยู่ในพื้นดิ่ง (Vertical plane)

5. แกนของหลอดระดับตัวบนจะต้องขนานกับแกนกล้องในกรณีที่ต้องการหาค่าระดับ หรือเพื่อให้การวัดมุมสูงได้ถูกต้อง ปราศจาก Index error

6. ในกรณีที่ระดับดิ่งได้ระดับ แนวกล้องอยู่ในแนวระดับ Vernier ของกล้องจะต้องได้ ศูนย์พอดี เพื่อให้การวัดมุมสูงได้ถูกต้องไม่มีความคาดเคลื่อนจาก Vernier

7. แกนกล้องจะต้องตั้งได้ฉากกับแกนราบ

8. จุดตัดของสายใยราบและสายใยดิ่งจะต้องอยู่กึ่งกลางของ Field of view ที่มองเห็นใน Eyepiece

9. ในกรณีที่กล้องใช้ Striding level เพื่อแก้การเอียงของแกนราบท แกนของ Striding level จะต้องขนานกับแกนราบของกล้อง และถ้าสมมุติว่า หมุนกล้องได้แนวเล็งจะต้องอยู่ใน Vertical Plane

10. ในกล้องที่มี Optical plummet หรือกล้องเล็งหัวหมุด แนวเล็งในทางดิ่งจะต้องอยู่ใน แนวดิ่ง (Plumb line)

ปัจจุบันนี้กล้องธีโอโดไลท์ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างมาก การอ่านมุมสามารถอ่านออกมาเป็นตัวเลขได้โดยตรง เรียกกล้องชนิดนี้ว่า Digitized theodolite

กล้องธีโอโดไลท์ใช้สำหรับตรวจลมชั้นบนโดยการใช้กล้องนี้ส่องตามความเคลื่อนไหวของลูกโป่งที่ปล่อยขึ้นไป แล้วจดบันทึกมุมก้มเงยและทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกโป่งทุก ๑ นาที จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าของทิศทางและความเร็วลมระดับต่างๆ

<u>วิธีการตรวจ</u>

เมื่อได้ติดตั้งกล้องแล้ว ให้ทำการตรวจดูทิศทางความเร็วลมผิวพื้นว่าพัดไปทางทิศทางใดและความเร็วเท่าใด แล้วจึงหมุนเครื่องไปทางทิศนั้น เมื่อปล่อยลูกโป่งแล้ว ในนาทีแรกๆ ให้ใช้กล้องเล็กจับภาพ เมื่อจับภาพไปได้ ๓-๔ นาที แล้วจึงมาใช้กล้องใหญ่ การเปลี่ยนกล้องจะต้องทำไม่เกินนาทีที่ ๑๐ เป็นอย่างช้า แล้วจดค่ามุมก้ม มุมเงยและทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกโป่งทุก ๑ นาที จนกระทั่งมองไม่เห็น แล้วนำค่าที่ได้มาเปิดตารางหาค่าระยะทางของลูกโป่งแต่ละนาที จากนั้นนำไป PLOT ลงใน SCOPE เพื่อหาค่าทิศทางและความเร็วลมชั้นบนต่อไป

.

เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม

การวัดทิศทางลม(WIND DIRECTION MEASUREMENT)

ทิศทางลมนั้นถือเอาทิศที่ลมพัดเข้าหาสถานีเป็นเกณฑ์ โดยใช้วัดเป็นองศาตามเข็มนาฬิกาโดยใช้ทิศเหนือจริงของสถานีเป็นหลัก คือนับจาก ๐ จนถึง ๓๖๐ องศานั่นเอง หรืออาจนับเป็นจุด (POINT) ของเข็มทิศก็ได้ เช่น ๘, ๑๖ และ ๓๒ เป็นต้น แล้วแต่ความละเอียดที่ต้องการ

สำหรับการรายงานทิศทางลมโดยรหัสนั้น ให้รายงานเป็นรหัส 0 ±36 เลขรหัสทิศนับเป็นองศาจริงและพ้อยท์ของเข็มทิศ

ศรลม (WIND VANES)

ศรลมที่ใช้วัดทิศทางลมผิวพื้นนั้นไม่ว่าจะเป็นแบบใดๆ ก็ตามจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

๑. ต้องหมุนรอบแกนได้คล่องโดยมีความฝืดน้อยที่สุด การนี้ควรใช้แบริ่งแบบตลับลูกปืน (BALL BEARING)

๒. ศรลมต้องติดตั้งให้สมดุลแกนจริงๆ มิฉะนั้นอาจเอียงไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งถ้าแนวแกนไม่ตั้งตรงอย่างแท้จริง

๓. ต้องออกแบบให้มีแรงหมุนได้รอบตัวในอัตราสูงสุด เพราะเมื่อลมเปลี่ยนทิศไปย่อมมีความเกี่ยวข้องกับความเฉื่อยของเครื่องด้วย

๔. เมื่อลมเปลี่ยนทิศทางไปตามธรรมชาติศรลมต้องไม่สั่น

๕. การติดตั้งต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อให้แน่ใจว่าแกนของเครื่องตั้งตรงจริงๆ และทิศทางถูกต้องโดยถือทิศเหนือเป็นหลักการกะประมาณทิศทางของลม (ESTIMATION OF DIRECTION)

ศรลมส่วนมากจะไม่เปลี่ยนไปตามทิศทางของลมมีความเร็วน้อยกว่า ๓ นอต ในกรณีนี้หรือไม่มีเครื่องมือตรวจหรือเครื่องมือชำรุดต้องกะประมาณทิศทางลมเองโดยตรวจจากถุงกระบอกผ้าวัดทิศทางลม (ถุงลม) ซึ่งติดไว้ใกล้กับทางวิ่งของสนามบิน (DROGUE) แนวเฉของควันซึ่งออกจากปล่องสูงๆ หรือจากการเคลื่อนไหวของใบไม้ ตามเรือใหญ่ๆ เราจะสังเกตทิศทางลมได้จากธงซึ่งติดอยู่บนยอดเสาได้

ในกรณีเหล่านี้ย่อมมีอัตราผิดอันเกิดจากระยะที่ปรากฏแก่สายตาได้ เว้นเสียแต่ว่าผู้ตรวจจะยืนอยู่ในแนวดิ่งตั้งตรงจากสิ่งเหล่านั้น ต้องระมัดระวังกระแสลมผันผวนอันเกิดจากอาคารสิ่งก่อสร้างและสิ่งอื่นๆ ที่ขวางทิศทางลมเช่นกัน

ผู้ตรวจต้องจดจำไว้ว่าในตำบลที่ใกล้เคียงโดยเฉพาะปลายลมของบ้านเรือน ต้นไม้ ภูเขา หรือสิ่งก่อสร้างขวางทางลม เช่นนั้นลมย่อมเหไปจากทิศทางเดิมของมันให้ถือว่าทิศทางลมนั้นผิด แต่ถ้าทิศทางของลมนั้นไม่เคยพัดอยู่คงที่แต่จะเปลี่ยนไปมาทั้งสองข้างของทิศเฉลี่ย การรายงานทิศทางลมให้รายงานทิศทาง

เฉลี่ย (MEAN DIRECTION) ในที่เปิดโล่งๆการคาดคะเนทิศทางลมผู้ตรวจหันหน้าเข้าหาลมจะได้ทิศทางลมที่ถูกต้องแน่นอนดีกว่าแบบของศรลม (TYPE OF WIND VANES)

แบบของศรลมมีรูปแบบต่างๆ กันที่ใช้ทั่วไปมักทำเป็นรูปศรมีปลายแหลมหรือไม่ก็ทำเป็นรูปทรงกระบอก ดังเช่น เครื่องวัดลมแบบไดน์ ปลายศรหันรับลมได้รอบทิศโดยมีหางบังคับ รูปทรงของหางปลาจะมีหลากหลายรูปแบบตามบริษัทผู้ผลิต โดยวัตถุประสงค์หลักจะต้องไวต่อการตอบสนองของลมทุกทิศทาง ซึ่งส่วนต่อของกลไกต่างๆ จะต้องทำให้มีแรงเสียดทานน้อยที่สุด

การวัดความเร็วลม (WIND SPEED MEASUREMENT)

โดยที่การรายงานลมเพื่อพยากรณ์อากาศนั้น ต้องการค่าของความเร็วลมผิวพื้นเฉลี่ยในช่วงเวลา ๑๐ นาทีก่อนการตรวจหรือระหว่างที่ลมมีความเร็ว ๕ นอต และต้องอ่านค่าให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด ถ้าลมที่มีความเร็วน้อยกว่า ๑ นอต ให้รายงานว่าลมสงบหน่วยที่ใช้ในการวัด (UNIT) หน่วยที่ใช้วัดค่าความเร็วของลมมีหลายหน่วยได้แก่

๑. นอต(ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง)

๒. เมตรต่อวินาที

๓. กิโลเมตรต่อชั่วโมง

๔. ไมล์ต่อชั่วโมง

๕. ฟุตต่อวินาที

หลักการทำงานของเครื่องวัดลม

เครื่องวัดลมถูกออกแบบมาเพื่อที่จะทำให้การรายงานค่าทิศทางและความเร็วลม ถูกต้องมากที่สุด ส่วนหลักการทำงานก็มีรูปแบบที่แตกต่างกันตามแต่ละบริษัทดังต่อไปนี้คือ

๑. เครื่องวัดความเร็วลมจำพวกใช้อาการกระดก (PRESSURE PLATE ANEMOMETER)

เป็นแบบที่ง่ายที่สุดมีความแม่นยำถูกต้องพอประมาณ ส่วนประกอบของเครื่องทำเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมเป็นไม้หรือโลหะอย่างเบาติดที่ยอดศรลม มีบานพับติดห้อยอยู่เพื่อให้หันไปได้กับศรลมและหันทางแบนของแผ่นโลหะหรือไม้ให้ได้ฉากกับศรลม ดังนั้นแผ่นสี่เหลี่ยมนี้จึงหันหน้ารับอยู่เสมอ เมื่อมีลมมาปะทะแผ่นสี่เหลี่ยมนี้ก็กระดกขึ้น มีก้านกำหนดสเกลบอกค่าของความเร็วของลมโดยสามารถมองเห็นได้จัดเจนจากเบื้องล่างตรงโคนเสาวัดลม

การอ่านค่าของสเกลนั้น เนื่องจากไม่ได้มีความเร็วคงที่ตลอดเวลา ดังนั้นแผ่นไม้หรือแผ่นโลหะย่อมแกว่งไปมาให้สังเกตว่าแกว่งอยู่ระหว่างก้านกำหนดสเกลช่องใด ให้ถือเอาก้านกำหนดสเกลเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ พนักงานพึงเข้าใจว่าก้านกำหนดสเกลนี้ไม่ได้อ่านเป็นมาตราโบฟอร์ดแต่อ่านเป็นเมตรต่อวินาที

๒. เครื่องวัดลมจำพวกลูกถ้วย (CUP AND FAN ANEMOMETERS)

เครื่องแบบนี้ใช้อาการหมุนของลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกรวย (SEMI CONICAL SHAPE) ซึ่งใช้ได้ดีกว่ารูปถ้วยครึ่งวงกลม (HEMISPHERICAL SHAPE) โดยปากถ้วยทำเป็นสันขึ้นมา (BEADED EDGE) แบบที่เป็นลูกถ้วยสามใบนั้นมีแรงเหวี่ยงหมุนรอบตัวเองแรงที่สุด โดยใช้ลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกรวยจะลดอัตราผิดได้มากเมื่อลมเปลี่ยนแปลงไป ส่วนขอบที่นูนขึ้นมาจะช่วยให้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความเร็วที่ลูกถ้วยหมุนให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ แบริ่งที่แกนหมุนนั้นต้องออกแบบอย่างดีเพื่อให้ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ และขณะเดียวกันต้องทำให้ง่ายสำหรับการหยอดน้ำมันหล่อลื่นด้วย ได้มีผู้ออกแบบเครื่องวัดลมชนิดนี้ต่างๆ กันโดยใช้การหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก (ELECTRIC GENERATOR) ต่อกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้เข้าไปที่หน้าปัทม์ซึ่งแบ่งสเกลไว้เป็นค่าของความเร็วลม

๓. เครื่องวัดลมแบบใช้ใบพัด (FAN ANEMOMETER)

เครื่องแบบนี้ใช้อาการหมุนของใบพัดสำหรับวัดความเร็วลม ส่วนทิศทางลมนั้นได้ทำศรลมคล้ายรูปเครื่องบิน เครื่องชนิดนี้มีทั้งเครื่องที่ใช้กับไฟฟ้า เรียกว่า “AEROVANE” กับแบบที่ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า แต่ใช้ความกดของอากาศแทนเรียกว่า “AEROLOG” ทั้งสองแบบสร้างโดยอเมริกา

เครื่องแบบแอโรเวนประกอบด้วยใบพัดสามใบลักษณะตัวเครื่องคล้ายเครื่องบินขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นศรลมปักอยู่ปลายยอดเสา เครื่องแบบนี้ใช้อาการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเช่นเดียวกับแบบลูกถ้วย ต่อสายไฟมายังหน้าปัดบอกความเร็วซึ่งแบ่งสเกลไว้เป็นนอต หรือไมล์ทะเลต่อชั่วโมงและเมื่อศรลม (ตัวคล้ายรูปเครื่องบิน) หันไปตามทิศทางของลมในทิศต่างๆ ก็จะส่งอาการของไฟฟ้ามายังหน้าปัดบอกทิศทางลมด้วย

เพื่อต้องการให้จดบันทึกรายการทิศทางและความเร็วต่อเนื่องกันใช้ต่อสายไฟไปเข้าเครื่องจดรายงาน (RECORDER) ซึ่งมีปากกาขีดบนกระดาษกราฟจดบันทึกทิศทางและความเร็วลมให้ต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา เครื่องวัดทิศทางลมจำพวกใช้ความกด (PRESSURE TUBE ANEMOMETERS)

เป็นแบบที่ดีที่สุดและถูกต้องแม่นยำมากกว่าแบบอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือแบบ ”มุนโรไดน์” เครื่องประกอบไปด้วยท่อรับลมซึ่งต่อมาจากหัวศรลมลงมาเบื้องล่างของถังน้ำภายใต้ลูกลอยด์ ดันลูกลอยด์ให้สูงขึ้นตามกำลังของลม ลมเหนือลูกลอยด์ในถังหนีออกไปได้อีกท่อหนึ่งซึ่งเป็นท่อระบาย (SUCTION TUBE) การเลื่อนขึ้นลงของลูกลอยด์ติดต่ออาการไปยังแขนปากกา ปากกาจะขีดบนกระดาษกราฟซึ่งพันอยู่รอบกระบอกนาฬิกา เครื่องแบบนี้ทำได้จากการคำนวณเลขตามความกดขนาดท่อ และอื่นๆได้ทั้งความกดและความเร็วลมและศรลม ยังใช้วัดทิศทางลมได้อีกในคราวเดียวกัน เครื่องแบบนี้ไม่มีอาการเกี่ยวกับไฟฟ้าจึงใช้ได้สะดวกแม้ในสถานที่ห่างไกลการคมนาคม และวัดลมกระโชกได้ดีมากการติดตั้งเครื่องวัดลม

โดยปกติย่อมมีสิ่งรบกวนจากสิ่งแวดล้อมทั้งหลายเสมอมามากก็น้อยซึ่งจะชี้ให้เห็นได้เป็นหัวข้อใหญ่ๆ ๔ ประการคือ

๑. หุบเขา ทางตามยาวบังคับลมให้ผ่าน และเลยตรงไปอีกเป็นระยะไกลตามทิศทางของหุบเขา

๒. บ้านเรือน ย่อมทำให้ทิศทางลมหักเหไปทิศต่างๆ และต้านลมหรือบังคับลมให้เป็นลมหวน ลมกระโชก จึงทำให้เกิดความผิดทั้งทิศทางและความเร็วลม

๓. ลักษณะของพื้นภูมิประเทศ ย่อมไม่สม่ำเสมอกัน ดังนั้นจึงทำให้ความเร็วของลมที่บริเวณพื้นผิวไม่เป็นไปตามจริงเท่าที่ควร

๔. ความสูงของสถานี ในที่สูงๆ ความเร็วของลมย่อมมากกว่า เพราะมีสิ่งต้านทานน้อยกว่าระดับต่ำๆ ลงมาใกล้ผิวดิน

การวัดความเร็วลมและการคาดคะเนความเร็วลม

การวัดความเร็วนั้นโดยทั่วไปใช้หน่วยเป็นเมตรต่อวินาทีหรือนอต (ไมล์ต่อชั่วโมง) แต่ในบางกรณีก็มีบางหน่วยที่ใช้แต่ไม่ค่อยนิยมได้แก่ ฟุตต่อวินาที ก็มี

สำหรับการคาดคะเนความเร็วลมนั้น ประมาณการจากอาการของสิ่งที่รับลมทั้งหลาย ในการนี้ พล.ร.อ.โบฟอร์ท แห่งราชนาวีอังกฤษ ได้เป็นผู้กำหนดการกะประมาณความเร็วลมไว้เป็น ๑๒ มาตรา ตั้งแต่ ค.ศ.๑๘๐๕ โดยถือเอาอาการที่ใบเรือรับลมต่างๆ เป็นหลัก ต่อมาจึงได้มีการปรับเทียบตามกำลังของลมโดยอาการของควัน ธง ต้นไม้ หรืออาคารบ้านเรือนเป็นเครื่องกำหนดโดยประมาณพื้นดิน แล้วเทียบเป็นมาตรา โบฟอร์ท ต่อมาองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) ได้ปรับปรุงการคาดคะเนความเร็วลมจนถึงมาตรา ๑๗ โบฟอร์ท (ตามหนังสือคู่มือว่าด้วยเครื่องมือตรวจอากาศและวิธีการตรวจอากาศ)

เครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม ที่หน่วยข่าวอากาศของ ทอ. มีใช้อยู่ในขณะนี้ส่วนมากสร้างจากประเทศเยอรมัน คือ แบบ LAMBRECHT ใช้ระบบ POTENTIOMETER สำหรับวัดทิศทาง และระบบ AC. หรือ DC. GENERATOR สำหรับวัดความเร็วลม

ส่วนประกอบของเครื่องวัดทิศทางและความเร็วลม มี ๒ ส่วนใหญ่ๆคือ

๑. เครื่องส่ง (TRANSMITTER)

๒. เครื่องรับ (INDICATOR)

เครื่องส่ง (TRANSMITTER) มีด้วยกันหลายแบบ แต่ละแบบมีหลักการทำงานคล้ายคลึงกัน และแบบที่ ทอ. ใช้อยู่เป็นแบบ NO. ๑๔๖๔ และ NO. ๑๔๕๑๒ ตั้งอยู่บนเสาสูงประมาณ ๑๑ ม. โดยแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน ครึ่งล่างโต ส่วนตอนบนจะเล็กกว่า

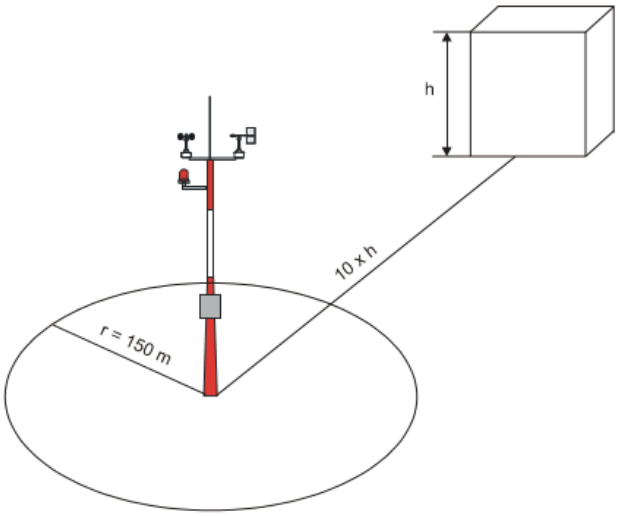
๑. ส่วนบนสุดของเครื่องมีลูกถ้วย ๓ ใบ ติดอยู่บนแกน โดยแก่นนี้จะต่อลงมาและต่อกับ ROTOR ของ AC.GENERATOR เมื่อมีลมพัดมากระทบลูกถ้วย ลูกถ้วยจะหมุนจึงทำให้ ROTOR ของ AC.GENERATOR หมุนตามไปด้วย จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า AC. ส่งต่อไปยัง MOVING COIL ที่เครื่องรับ ทำให้เข็มที่เครื่องรับชี้ความเร็วลมในขณะนั้น ความเร็วลมจะมากหรือน้อยจึงขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น หากลมแรงกระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้น เข็มที่เครื่องรับก็จะชี้ค่าความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

๒. ส่วนถัดลงมาสามารถหมุนได้รอบตัว ตรงกึ่งกลางมีศรลมที่ทำหางให้กว้างเป็นพิเศษ เพื่อให้มีความไวต่อลมที่มาปะทะ ปลายศรลมจะหันหรือชี้ไปทางทิศที่ลมพัดเข้ามาสู่สถานี แกนของศรลมจะต่อไปยังแกนของ POTENTIOMETER ที่มีแรงไฟประมาณ ๑๖ DC. ๑.๖ W. ๑๐๐ MA. (สูงสุด)

เมื่อศรลมหมุนจะทำให้ค่าความต้านทานของ POTENTIOMETER เปลี่ยนไป จึงทำให้ค่าแรงไฟที่ตกคร่อมเปลี่ยนตามไปด้วย สาเหตุนี้จะส่งผลต่อไปยังเครื่องรับ จึงทำให้เข็มที่เครื่องรับบอกทิศทางที่ลมพัดเข้าสู่สถานีต่อไป

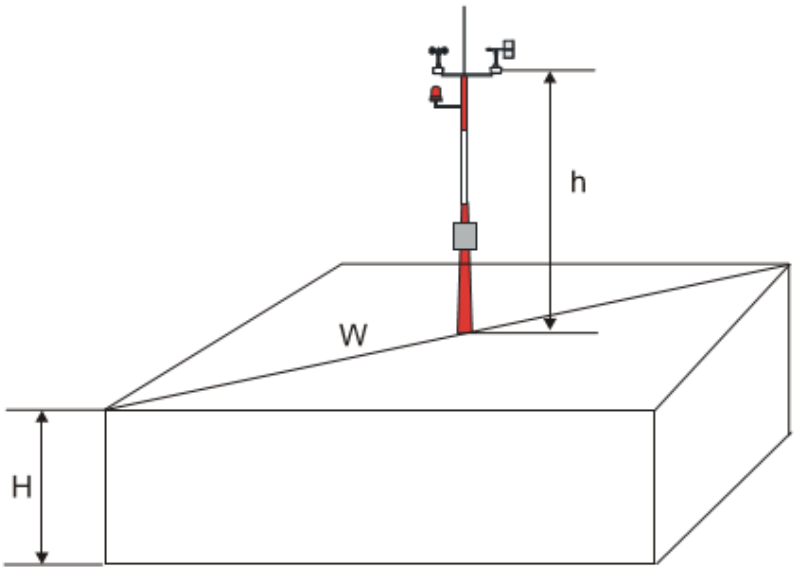
การติดตั้งเครื่องส่ง

ควรเลือกบริเวณที่โล่งเตียนและห่างจากสิ่งกีดขวางอย่างน้อย ๑๐ เท่าของความสูง (ดังรูป) นั่นคือ เมื่อวัดลมผิวพื้นที่ความสูงของเสา ๑๐ เมตร สิ่งกีดขวางต้องห่างอย่างน้อย ๑๕๐ เมตร



ติดตั้งเสาในที่โล่ง

ในกรณีที่ต้องติดตั้งบนอาคารและเส้นทแยงมุม(W) ของอาคาร น้อยกว่าความสูงของตึก (H) ความสูงของเสาจะต้องสูงอย่างน้อย ๑.๕ เท่าของความสูงอาคาร (ดังรูป) จากรูป ความสูงของเสา (h) เท่ากับ 1.5H



ติดตั้งเสาบนอาคาร

เครื่องรับ (INDICATOR) ประกอบด้วย หน้าปัดของ METER ๒ ตัว คือ หน้าปัทม์วัดทิศทางลมกับหน้าปัดวัดความเร็วลม

๑. หน้าปัดสำหรับวัดทิศทางลม จะมี SYNCHRO อีกตัวหนึ่งสำหรับรับแรงไฟที่เปลี่ยนแปลงที่ส่งมาจากเครื่องส่ง ที่หน้าปัทม์นี้จะมีเข็มชี้ทิศทางหมุนได้รอบตัว ๓๖๐ องศา และเข็มนี้จะชี้ทิศทางลมที่พัดเข้าหาเครื่องส่งหรือสถานี

๒. หน้าปัดวัดความเร็วลม มี MOVING COIL เป็นตัวสำคัญ จะมีเสกลแบ่งไว้ ๐-๗๐ นอต หรือ ๐-๑๒๐ นอต MOVING COIL จะทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจาก GENERATOR จากเครื่องส่ง

หลักการทำงาน

เมื่อ ON. SW. ที่เครื่องรับ กระแสไฟ (AC.) ๒๒๐ V. จะไหล่ผ่าน PIN.๑๔,๑๕ เข้ายัง TRANSMITTER เพื่อปรับแรงไฟให้เหลือประมาณ ๑๒-๑๖ V.AC. จากนั้นจะไหล่ผ่านวงจร BRIDGE RECTIFEIR เพื่อเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นไฟ DC. เพื่อส่งผ่าน PIN ๑,๕ เพื่อส่งไปเลี้ยง POTENTIOMETER ที่เครื่องส่ง เมื่อลมพัดศรลมจะหันหัวลูกศรไปทางทิศที่กระแสลมพัดเข้าหาเครื่องส่งหรือสถานี เมื่อลมเปลี่ยนทิศจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ส่งไปเลี้ยง POTENTIOMTER แรงไฟที่เปลี่ยนแปลงจะถูกส่งไปยัง PIN ๒, ๓ และ ๔ ที่เครื่องรับ ทำให้เข็มที่หน้าปัดชี้สัมพันธ์กับศรลม จึงทำให้รู้ว่าลมพัดมาทางทิศทางใด

ส่วนแรงไฟที่เกิดจาก AC.GENERATOR เมื่อลมพัดรูปถ้วยหมุนจะส่งต่อไปยัง PIN ๙ และ ๑๐ ที่หน้าปัดเครื่องรับผ่านไปยัง VOLT METER เข็มที่หน้าปัทม์จะชี้บอกค่าความเร็วลมที่พัดผ่านมายังเครื่องส่งหรือสถานี

<u>หมายเหตุ</u>

๑. เครื่องส่งแบบ ๑๔๖๔ สามารถต่อหน้าปัดเครื่องรับวัดทิศทางลมได้ ๗ ตัวหรือ ต่อแบบบันทึกได้ ๑ ตัว กับหน้าปัทม์วัดทิศทางลมได้อีก ๕ ตัว (ต่อแบบขนาน)

๒. สำหรับเครื่องส่ง (๑๔๖๔) GENERATOR เป็นแบบ DC.GENERATOR มีพิเศษคือ สามารถต่อหน้าปัทม์วัดความเร็วลมได้หลายตัว รวมทั้งต่อหน้าปัดแบบบันทึกได้ด้วย (ต่อแบบอันดับ)

บทที่ ๓
เครื่องมือสื่อสาร

วิทยุซิงเกิลไซด์แบนด์ (SSB.) AN/URC – 94 (RF-280), AN/PRC-130

คุณสมบัติ

ระบบวิทยุ	HF-VHF TRANCEIVER (HF/SSB)
ความถี่	1.5 – 79.9999 MHz
CHANNEL	785,000
POWER I/P	115/230 VAC 50/60 Hz
	12/24 VDC (เพิ่มวงจรพิเศษ)
POWER O/P	1.5 – 29.9999 MHz 100 WATTS
	30 – 79.9999 MHz 50 WATTS
SENSITIVITY	SSB 0.5 uV
	FM 0.6 uV (เพิ่ม Ant. พิเศษ)
MODE	USB, LSB, AM, FM, CW

การตั้งค่าตำแหน่งต่างๆขณะใช้งาน **AN/URC – 94**

๑. ความถี่	TUNE ให้ตรง (มีเสียงดัง)
๒. MODE	อยู่ที่ตำแหน่ง USB
๓. VFO	อยู่ที่ตำแหน่ง OFF
๔. SPEAKER	อยู่ที่ตำแหน่ง ON
๕ NOISE BLANKER	อยู่ที่ตำแหน่ง OFF
๖. RECIVER AUDIO (VOLUME)	อยู่ที่ตำแหน่ง MIDDLE
๗. RECIVER RF GAIN	อยู่ที่ตำแหน่ง MAX
๘. TRANSMIT AUDIO	อยู่ที่ตำแหน่ง MAX. AUTO
๙. SQUELCH	อยู่ที่ตำแหน่ง TONE (NO OFF)
๑๐. KEYLINE	อยู่ที่ตำแหน่ง LOCAL

<u>วิธีการใช้งาน</u>

๑. เตรียมการตรวจสอบสายอากาศ สายส่งกำลังและสวิตซ์เลือกตำแหน่งให้ตรงกับแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนเข้าเครื่อง การปรับปุ่มต่างๆ ขณะใช้งานตามตารางข้างบน

๒. ปิดสวิตซ์ MODE ไปตำแหน่งใช้งาน USB

๓. ตั้งความถี่ใช้งาน (8.083 MHz)

๔. กดสวิตซ์ RECIVER TUNE SIGNAL ปรับแต่งจนมีเสียงดังชู่ ดังออกทางลำโพงมากที่สุดหรือดูเข็มที่เครื่องวัดตีแรงสุด แล้วปล่อยมือจากการกดสวิตซ์

๕. เมื่อใช้ VOICE พูดใส่ MIC ต้องให้ริมฝีปากห่างจาก MIC ประมาณ ๑ นิ้ว

๖. ถ้าใช้ CW MODE ต้องเสียบคันเคาะเข้าที่ CW KEY JACK

๗. ขณะรับ อย่ากด MIC หรือเคาะสัญญาณ

๘. อย่าสับเปลี่ยนสวิตซ์เลือกใช้กระแสไฟ ก่อนที่ MODE SW อยู่ที่ตำแหน่งOFF

๙. ถ้าหลอด RESET สว่างขึ้นขณะทำการปรับแต่งหรือใช้งาน ต้องบิด MODE ไปตำแหน่ง OFF นาน ประมาณ 5 วินาที แล้วเริ่มข้อ ๒ ใหม่ ถ้าหลอด RESET ยังสว่างอีก แสดงว่าเกิดสภาวะ OVER LOAD ต้องส่งเครื่องไปซ่อมบำรุง

๑๐. ให้ตรวจ FILTER กรองอากาศ (ใต้เครื่อง) ทุก ๑ เดือน

๑๑. เมื่อใช้กับ ANT. COUPLER กดสวิตซ์ ไมโครโฟนจะมีเสียงดังออกทางลำโพง ANT. COUPLER จะปรับแต่งตัวเอง รอจนเสียงดังเงียบไปแสดงว่าเครื่องวิทยุพร้อมใช้งาน ถ้า TONE ดังกว่า ๑ นาที แสดงว่าเครื่องเกิดขัดข้อง ต้องบิด SW MODE ไปไว้ที่ OFF เป็นเวลา ๕ วินาที แล้วเริ่มข้อ ๒ ใหม่

๑๒. เมื่อเลิกใช้งานให้ดำเนินการตามข้อ ๑ เก็บ MIC หรือคันเคาะ ถอดสายอากาศและเคเบิลต่างๆ ออกแล้วเก็บเครื่องดังนี้

ปุ่มปรับ	ตำแหน่งปกติ
MODE	OFF
VFO	OFF
SPEAKER	ON
NOISE BLANKER	OFF
ปุ่มปรับ	ตำแหน่งปกติ
RECIVER RF GAIN	MAX
RECIVER AUDIO	MID RANGE
TRANSMIT AUDIO	AUTO
SQUELCH	ทวนเข็มนาฬิกา (ไม่ใช้ TONE)

AN/PRC – 130

คุณสมบัติ

ระบบวิทยุ	HF/SSB
ความถี่	2 – 3 MHz
PRESET CHANNEL	9 PROGRAM
POWER I/P	12 VDC
POWER O/P	5 หรือ 12 WATTS
SENSITIVITY	0.5 uV
MODE	USB LSB CW FSK ECCM (HOPPING)
ANT.	DIPOLE, LONG WIRE, WHIP WIR

ตำแหน่งต่างๆ ที่ควรทราบ

๑. MIC อยู่ที่ AUD.RMT.

๒. ANT. อยู่ที่DIPOLE (สัญลักษณ์ ⧫)

๓. TX.PWR. อยู่ที่ HIGH (20 W.)

๔. AUD/CHG สามารถชาร์จได้ ขณะใช้งาน (ต้องมีเครื่องชาร์จ ๒๒๐ VAC)

๕. LIGHT ให้สว่างบนจอภาพ (โดยการผลักลงมาข้างล่าง ๑ ครั้ง ถ้าจะให้ดับก็ผลักลงล่างอีก ๑ ครั้ง)

๖. สัญญาณตัวเลขต่างๆ จะกระพริบ ๓ วินาที

๗. SELECT มี ๘ ตำแหน่ง นับจากซ้ายมือ โดย

- ตำแหน่ง ๑ - ๖ เป็น FREQ.
- ตำแหน่งที่ ๗ เป็น MODE
- ตำแหน่งที่ ๘ เป็น PROGRAM CHANNEL

วิธีการใช้งาน (MANUAL)

๑. เปิดสวิตซ์ ON

๒. บิด SELECT ตั้งความถี่ใช้งาน โดยผลักปุ่ม STEP UP หรือ STEP DOWN เป็นตัวเลขความถี่ที่ต้องการ (๒ หลักแรกหน่วยเป็น MHz ๔ หลักหลังหน่วยเป็น KHz)

๓. บิด SELECT ไปตำแหน่งที่ ๗ ตั้ง MODE (USB) โดยผลัก STEP UP ขึ้น

๔. ติดต่อใช้งานได้

การโปรแกรม CHANNEL

๑. บิด SELECT ไปตำแหน่งที่ ๘ (ขวามือสุด)

๒. ตั้ง CHAN. ตามต้องการเป็นตัวเลข ๑ ถึง ๙ โดยผลัก STEP UP หรือ STEP DOWN

๓. ผลัก PROG METER ขึ้นค้างไว้จนกว่า คำว่า “PROG” จะกระพริบบนจอภาพ

๔. บิด SELECT กลับมาเริ่มตั้ง PROG ที่ใช้งานใหม่พร้อมกับเลือก MODE ให้ถูกต้อง

๕. ผลัก PROG METER ขึ้นโดยให้คำว่า “PROG” และ FREQ หายไป

๖. FREQ. จะเข้าไปในโปรแกรมที่ถูกตั้งไว้

การตั้ง ANT ให้ถูกต้อง

▲ = WHIP WIRE

▼ = LONG WIRE

▲▼ = DIPOLE

๑. ปิด SELECT ไปตำแหน่งที่ ๗

๒. ผลัก STEP UP ขึ้นไปจนกว่าคำว่า FSK ปรากฏบนจอภาพ

๓. พูดที่ MIC แถบสัญญาณจะสวิงแสดงว่าเครื่องส่งดี

หมายเหตุ อ้างอิงคำสั่ง ส.ทอ.บนอ.เทคนิคที่ ๒/๑๒ NICKLE CADMIUM BATT. ใช้ได้ ๘ ชั่วโมง (เกินควรชาร์จใหม่)

มัลติมิเตอร์ ซิมป์สัน 260

กล่าวทั่วไป

มัลติมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดที่สามารถวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง ไฟฟ้ากระแสสลับและความต้านทาน โดยการบิดสวิตซ์ไปในตำแหน่ง (Function Switch) และย่าน (Range Switch) ที่ต้องการใช้งาน

วิธีการใช้งานมัลติมิเตอร์

๑. วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

มัลติมิเตอร์แนบนี้สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับตั้งแต่ ๒.๕ โวลต์ ถึง ๕๐๐๐ โวลต์

๑.๑ เมื่อจะวัดแรงดันไม่เกิน ๑๐๐๐ โวลต์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๑.๑.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไปที่ AC

๑.๑.๒ สวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ย่านวัดใดๆ ที่ต้องการวัด เช่น ๒.๕, ๑๐, ๕๐, ๒๕๐ หรือ ๑๐๐๐ โวลต์เป็นต้น ถ้าไม่แน่ใจว่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่าใดก็ให้บิดสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ย่านสูงๆ ก่อน

๑.๑.๓ เสียบสายวัดสีดำเข้าที่รูเสียบสาย Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบขั้วบวก (+)

๑.๑.๔ ต่อปลายสายวัดที่เหลือทั้งสองเข้าที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจรที่ต้องการวัดแรงดันไฟฟ้า แล้วอ่านค่าจากสเกลสีแดง (AC) ถ้าวัดแรงดันด้วยย่านวัด ๑๐, ๕๐, ๒๕๐ โวลต์ สามารถอ่านค่าจากสเกลได้โดยตรง แต่ถ้าวัดแรงดันย่านวัด ๒.๕, ๑๐๐๐ โวลต์ ให้อ่านค่าจากย่านวัด ๐-๒๕๐ และ ๐-๑๐ ตามลำดับ ในสเกลสีแดง (AC) แล้วนำค่าที่อ่านหารหรือคูณด้วย ๑๐๐ ตามลำดับ

๑.๒ เมื่อต้องการวัดแรงดันที่สูงกว่า ๑๐๐๐ โวลต์ แต่ไม่เกิน ๕๐๐๐ โวลต์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๑.๒.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ AC

๑.๒.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๕๐๐๐ โวลต์

๑.๒.๓ เสียบสายวัดสีดำเข่าที่รูเสียบสาย Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบ AC ๑๐๐๐ โวลต์

๑.๒.๔ ต่อปลายสายวัดที่เหลือทั้งสองเข้าที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจรที่ต้องการวัดแรงดันไฟฟ้า แล้วอ่านค่าจากย่านวัด ๐-๕๐ โวลต์ บนสเกลสีแดง แล้วเอาค่าที่ได้คูณด้วย ๑๐๐

๒. วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

มัลติมิเตอร์แบบนี้วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ตั้งแต่ย่านวัด ๒๕๐ มิลลิโวลต์ ถึง ๕๐๐๐ โวลต์

๒.๑ เมื่อทำการวัดแรงดันย่านวัด ๒.๕-๑๐๐๐ โวลต์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๒.๑.๑ ปรับสวิตซ์เลือกแรงดันไว้ที่ +DC

๒.๑.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ย่านวัดใดๆ ที่ต้องการวัด เช่น ๒.๕, ๑๐, ๕๐, ๒๕๐ หรือ ๑๐๐๐ โวลต์ เมื่อไม่แน่ใจว่าแรงดันที่วัดมีค่าเท่าใดให้บิดสวิตซ์ไว้ที่ย่านสูงๆ ก่อนเสมอ

๒.๑.๓ เสียบสายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบสายบวก (+)

๒.๑.๔ ต่อปลายสายวัดเข้าที่ขั้วลบของวงจรและต่อปลายสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วบวกของวงจร แล้วอ่านค่าจากสเกลสีดำ (DC) ถ้าแรงดันที่วัดย่าน ๑๐, ๕๐, ๒๕๐ โวลต์ สามารถอ่านค่าจากสเกลได้โดยตรง แต่ถ้าวัดแรงดันย่าน ๒.๕ หรือ ๑๐๐๐ โวลต์ ให้อ่านค่าจากสเกล ๐-๒๕๐ และ ๐-๑๐ ตามลำดับแล้วนำค่าที่อ่านได้ไปหารหรือคูณด้วย 100 ตามลำดับในกรณีที่เข็มบ่ายเบนผิดทางแสดงว่าสายวัดผิดขั้วให้ทำการสลับสายวัดหรือบิดตำแหน่งของสวิตซ์ไปที่ –DC อย่างใดอย่างหนึ่ง

๒.๒ เมื่อจะวัดแรงดันที่สูงกว่า ๑๐๐๐ โวลต์ แต่ไม่เกิน ๕๐๐๐ ให้ปฏิบัติดังนี้

๒.๒.๑ ปรับสวิตซ์เลือกแรงดันไว้ที่ +DC

๒.๒.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๕๐๐๐ โวลต์

๒.๒.๓ สายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบ +DC ๕๐๐๐ โวลต์

๒.๒.๔ ต่อปลายสายวัดเข้าที่ขั้วลบของวงจรและต่อปลายสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วบวกของวงจร แล้วอ่านค่าจากย่านวัด ๐-๕๐ โวลต์ บนสเกลดำ และอ่านค่าที่ได้คูณด้วย ๑๐๐

๒.๓ เมื่อต้องการวัดแรงดันย่านวัด ๐-๒๕๐ มิลลิโวลต์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๒.๓.๑ ปรับสวิตซ์เลือกแรงดันไว้ที่ +DC

๒.๓.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๕๐ ไมโครแอมป์ หรือ ๕๐ โวลต์

๒.๓.๓ สายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบ ๕๐ ไมโครแอมป์

๒.๓.๔ ต่อปลายสายวัดเข้าที่ขั้วลบของวงจรและต่อปลายสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วบวกของวงจร แล้วอ่านค่าจากย่านวัด ๐-๒๕๐ โวลต์ บนสเกลดำ และอ่านค่าที่ได้มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์

๓. วัดกระแสตรง

วัดกระแสตรงได้ตั้งแต่ย่านวัด ๕๐ ไมโครแอมป์ ๑, ๑๐, ๑๐๐, ๕๐๐ มิลิแอมป์ และ ๑๐ แอมป์

๓.๑ เมื่อต้องการวัดกระแสไฟตรงได้ไม่เกิน ๕ ไมโครแอมป์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๓.๑.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ +DC

๓.๑.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๕๐ ไมโครแอมป์ หรือ ๕๐ โวลต์

๓.๑.๓ เสียบสายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบ ๕๐ ไมโครแอมป์ (uA)

๓.๑.๔ เปิดวงจรที่ต้องการวัดกระแสต่อมิเตอร์ โดยต่ออันดับ (อนุกรม) กับวงจร สายวัดสีดำเข้ารูเสียบ ขั้วลบและเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วบวกของวงจร แล้วต่อวงจรให้กระแสไหลเข้า ถ้าเข็มชี้เบี่ยงเบนผิดทางให้สลับปลายสายวัดใหม่หรือบิดสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ –DC อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วอ่านค่าจากสเกลสีดำในย่านวัด ๐-๕๐ กระแสที่วัดได้มีหน่วยเป็นไมโครแอมป์

๓.๒ เมื่อต้องการวัดกระแสไฟตรงไม่เกิน 500 มิลลิแอมป์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๓.๒.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ +DC

๓.๒.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านใดๆที่ต้องการวัด เช่น ๑, ๑๐, ๑๐๐, ๕๐๐ มิลลิแอมป์ เป็นต้น

๓.๒.๓ เสียบสายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบสายบวก

๓.๒.๔ เปิดวงจรที่ต้องการวัดกระแสต่อมิเตอร์ โดยต่ออันดับ(อนุกรม)กับวงจร สายวัดสีดำเข้ารูเสียบ ขั้วลบและเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วบวกของวงจร แล้วต่อวงจรให้กระแสไหลเข้า ถ้าวัดกระแสในย่าน ๑, ๑๐ หรือ ๑๐๐ มิลลิแอมป์ โดยให้อ่านค่าจากสเกลจากสเกลสีดำได้โดยตรงในย่านวัด ๐-๑๐ มิลลิแอมป์ สำหรับย่านวัด ๑ มิลลิแอมป์ ให้นำค่าที่อ่านได้หารด้วย ๑๐ สำหรับย่านวัด ๑๐๐ มิลลิแอมป์ ให้นำค่าที่อ่านได้คูณด้วย ๑๐ ซึ่งค่าทั้งหมดที่อ่านได้มีหน่วยเป็นมิลลิแอมป์

๓.๓ เมื่อต้องการวัดกระแสไฟตรงสูงกว่า ๕๐๐ มิลลิแอมป์ แต่ไม่เกิน ๑๐ แอมป์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๓.๓.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ +DC

๓.๓.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านวัดไว้ที่ ๑๐ แอมป์ (๑๐ มิลลิแอมป์)

๓.๓.๓ เสียบสายวัดสีดำเข้ารูเสียบ -๑๐ มิลลิแอมป์ และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบ +๑๐ แอมป์

๓.๓.๔ เปิดวงจรต่อมิเตอร์อันดับกับวงจร โดยต่อปลายสีดำเข้ากับขั้วลบและปลายสีแดงเข้ากับขั้วบวก แล้วอ่านค่าจากย่านวัด ๐-๑๐ ของสเกลสีดำ กระแสที่ได้มีหน่วยเป็นแอมป์

๔. วัดแรงดันเอาท์พุท

แรงดันเอาท์พุทหรือที่เรียกว่าเอาท์พุทโวลท์เตจของเครื่องขยายเสียงจะเป็นไฟฟ้าสลับ (ถ้าเอาท์พุทโวลท์เตจมีทั้งไฟตรงและไฟสลับ ส่วนที่เป็นไฟตรงจะถูกกั้นโดยคาปาซิเตอร์ที่ต่ออยู่ภายในตัวมิเตอร์ แต่คาปาซิเตอร์จะปล่อยส่วนที่เป็นไฟสลับให้ปรากฏบนหน้าปัทม์ของมิเตอร์)

๔.๑ เมื่อต้องการวัดให้ปฏิบัติดังนี้

๔.๑.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ AC

๔.๑.๒ เสียบสายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบสาย Out Put

๔.๑.๓ ปรับสวิตซ์เลือกย่านใดๆที่ต้องการวัด เช่น ๒.๕, ๑๐, ๕๐, ๒๕๐ โวลต์

๔.๑.๔ ต่อปลายสายวัดสีดำเข้ากับกราวด์ของวงจรที่ต้องการวัด และต่อปลายสีแดงเข้าที่ขั้วบวกของวงจร

๔.๑.๕ สับสวิตซ์ต่อวงจรให้ไฟเข้าสู่วงจรที่ต้องการวัด แล้วอ่านค่าเอาท์พุทโวลท์เตจจากย่านวัดสีแดง AC ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๒.๕ โวลต์ ให้อ่านค่าจากย่านวัด ๐-๒.๕ V AC ONLY ได้โดยตรง ถ้าปรับ

สวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๑๐, ๕๐, ๒๕๐ โวลต์ ให้อ่านค่าจากย่านสีแดง ๐-๑๐, ๐-๕๐, ๐-๒๕๐ ที่เป็นตัวเลขสีดำได้ตามลำดับ

๔.๒ วัดเดซิเบล (ความดังเสียง) เอาท์พุทโวลท์เตจหรือโวลท์เตจความดังของเสียงอาจวัดออกมามีหน่วยเป็นเดซิเบลก็ได้ เมื่อจะวัดระดับความดังของเสียงเป็นเดซิเบล ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับข้อ ๔.๑ และอ่านค่าจากสเกล dB สีดำล่างสุดบนหน้าปัด (-๒๐ ถึง +๑๐) ค่า dB ที่อ่านได้จะถูกต้องก็ต่อเมื่อใช้มาตรฐาน ๐ dB ที่ ๖๐๐ โอห์ม ๐.๐๐๑ วัตต์ (หมายความว่า ถ้าเอาท์พุทมีอิมพีแดนซ์ ๖๐๐ โอห์ม เมื่อเอามิเตอร์วัดเข็มชี้ชี้ที่ ๐ dB จะได้เอาท์พุทออกมา ๐.๐๐๑ วัตต์)

๔.๒.๑ ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๑๐ โวลต์ เมื่ออ่านค่า dB ได้เท่าไรแล้วให้เอา +๑๒ dB บวก จึงจะเป็นค่า dB ที่ถูกต้อง

๔.๒.๒ ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๕๐ โวลต์ เมื่ออ่านค่า dB ได้เท่าไรแล้วให้เอา +๑๒ dB บวก จึงจะเป็นค่า dB ที่ถูกต้อง

๔.๒.๓ ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๒๕๐ โวลต์ เมื่ออ่านค่า dB ได้เท่าไรแล้วให้เอา +๑๒ dB บวก จึงจะเป็นค่า dB ที่ถูกต้อง

๕. วัดความต้านทาน

มัลติมิเตอร์แบบนี้ใช้วัดความต้านทานได้ 3 ขนาดคือ R×1,R×100, R×10,000 ก่อนที่จะลงมือวัดความต้านทานแต่ละย่านจะต้องปรับเข็มชี้ให้ตรงศูนย์เสียก่อน (Zero Adjust)

๕.๑ การปรับเข็มชี้ให้ตรงศูนย์ (Zero Adjust) ทำได้ดังนี้

๕.๑.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ +DC หรือ –DC

๕.๑.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่คือ Rx๑,Rx๑๐๐ หรือ Rx๑๐๐๐ ตามที่ต้องการ

๕.๑.๓ เสียบสายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบสายบวก (+)

๕.๑.๔ ต่อปลายสายวัดที่เหลือทั้งสองเข้าด้วยกัน ถ้าเข็มไม่ชี้ที่ศูนย์ให้ปรับปุ่ม Zero Adjust จนกระทั่งเข็มชี้เลขศูนย์

๕.๑.๕ เมื่อปรับ Zero Adjust แล้วให้แยกปลายสายออกจากกันและพร้อมที่จะวัดค่าความต้านทานแล้ว

๕.๒ เมื่อจะวัดความต้านทานให้ปฏิบัติดังนี้

๕.๒.๑ ปรับสวิตซ์เลือกชนิดไว้ที่ +DC หรือ –DC

๕.๒.๒ ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่คือ Rx~๑๐๐ เมื่อต้องการวัดความต้านทานไม่เกิน ๒๐๐ โอห์ม ปรับไว้ที่ Rx๑๐๐ เมื่อต้องการวัดความต้านทานไม่เกิน ๒๐๐๐ โอห์มหรือตั้งแต่ ๒๐๐ ถึง ๒๐๐๐๐ โอห์ม ปรับไว้ที่ Rx๑๐๐๐๐ เมื่อต้องการวัดความต้านทานตั้งแต่ ๒๐๐๐ โอห์ม ขึ้นไป

๕.๒.๓ เสียบสายวัดสีดำเข้ารูเสียบ Common (-) และเสียบสายวัดสีแดงเข้าที่รูเสียบสายบวก (+)

๕.๒.๔ ต่อปลายสายวัดที่เหลือทั้งสองเข้าด้วยกันแล้วปรับเข็มให้ชี้ที่เลขศูนย์ แล้วแยกปลายสายออกจากกันต่อจากนี้ปลายสายวัดทั้งสองไปต่อเข้ากับปลายทั้งสองของความต้านทานที่ต้องการ

<u>หมายเหตุ</u> เมื่อเลิกใช้ติมิเตอร์แล้วต้องบิดสวิตซ์เลือกตำแหน่งไว้ที่ AC ปรับสวิตซ์เลือกย่านไว้ที่ ๒๕๐ หรือ ๑๐๐๐ โวลต์ เมื่อใดก็ตามถ้าจะใช้ติมิเตอร์แต่เข็มชี้ไม่ชี้ที่เลขศูนย์ ต้องปรับเข็มชี้ให้ตรงศูนย์เสียก่อน โดยปรับที่สกรูปรับศูนย์ (ADJUST ZERO SACREW) ด้วยไขควง

๖. ข้อควรระวัง

๖.๑ เมื่อใช้แอมมิเตอร์ ต้องระมัดระวังและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

๖.๑.๑ ให้ต่อแอมมิเตอร์อนุกรมกับวงจรที่วัดเสมอ โดยจะนำกระแสที่ไหลผ่านวงจรนั้นๆ มาวัด

๖.๑.๒ อย่านำแอมมิเตอร์มาต่อคร่อมกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่หรือเย็นเนอเรเตอร์ (Generator) จำไว้ว่าความต้านทานภายในของแอมมิเตอร์ โดยเฉพาะเมื่อตั้งไว้ในย่านวัดสูงมากๆ จะมีค่าต่ำมากโวลท์เตจเพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้มิเตอร์ชำรุดได้ อันเนื่องมาจากกระแสไหลผ่านมิเตอร์มากเกินไป

๖.๑.๓ ตั้งย่านวัดให้สูงกว่ากระแสที่ต้องการวัดเสมอ เพื่อให้เข้มชี้ไม่เกินขีดเต็มสเกล (Full Scale) ดังนั้นก่อนที่จะทำการวัดกระแส ให้คำนึงถึงค่ากระแสก่อนหรือจะเริ่มวัดจากย่านวัดที่สูงกว่าก็ได้แล้ว จึงลดต่ำลงมาจนสามารถอ่านค่าได้ โดยค่าจะแน่นอนที่สุดเมื่อเข็มของมิเตอร์ชี้ที่กึ่งกลางสเกล มิลลิแอมป์มิเตอร์ จะชำรุดทันทีถ้าทำการวัดกระแสที่มีค่าถึง ๑ แอมป์ ดังนั้นต้องแน่ใจว่าได้ตั้งสวิตช์สำหรับย่านวัด ก่อนที่จะทำการต่อสายเข้ากับวงจรที่ต้องการวัด

๖.๑.๔ สังเกตขั้วให้ถูกต้องก่อนที่จะทำการต่อเข้ากับวงจร กระแสที่ไหลผ่านขดลวด (Moving Coil) อาจจะอยู่ในทิศทางที่ทำให้เข็มชี้ลงข้างล่างแทนที่จะชี้ขึ้นข้างบน ที่เป็นเช่นนี้เพราะการวัดโดยใช้ขั้วไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เข็มเสียบ่อยๆ ซึ่งเราสามารถหลีกเลี่ยงโดยดูอักษรที่เขียนอยู่บนมิเตอร์และจำไว้เสมอว่าสายสีดำจะต้องเป็นสายลบ (Negative) และสายสีแดงจะต้องเป็นสายบวก (Positive)

๖.๒ เมื่อใช้เป็นโวลต์มิเตอร์ จะต้องระมัดระวังและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

๖.๒.๑ ให้ต่อโวลต์มิเตอร์ ขนานกับวงจรที่วัด

๖.๒.๒ จะต้องใช้ย่านวัดสูงโดยไม่ทำให้เข็มชี้เต็มสเกล

๖.๒.๓ สำหรับไฟกระแสตรงสังเกตขั้วให้ถูกต้องก่อนที่จะต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับวงจร

๖.๓ เมื่อใช้เป็นโอห์มมิเตอร์ ให้ปฏิบัติดังนี้

๖.๓.๑ เลือกใช้สเกลที่สามารถทำการวัดค่าความต้านทานนั้นได้ โดยให้ค่าที่อ่านได้นั้นอยู่บริเวณเลยกึ่งกลางของสเกลเล็กน้อย (แต่ไม่ใช่ที่สุดสเกล) เพราะที่บริเวณนี้ค่าที่อ่านได้จะแน่นอนกว่าและอ่านค่าได้สะดวกกว่า

๖.๓.๒ แตะสายมิเตอร์ทั้งสองเข้าด้วยกันและตั้งให้เข็มมิเตอร์ชี้ที่ศูนย์ โดยการปรับ Zero Adjust และต้องทำการปรับใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยนย่านการวัด

๖.๓.๓ ต่อความต้านทานที่ต้องการหาค่าเข้าที่สายทั้งสองของมิเตอร์ และอ่านค่าที่ได้นั้นจากหน้าปัด อย่าพยายามทำการวัดค่าความต้านทายในวงจรขณะที่ยังต่ออยู่ภายในวงจรในขณะที่วงจรนั้นยังต่ออยู่กับแหล่งกำเนิดแรงดัน และจะต้องทำการวัดโดยที่ปลายข้างหนึ่งของความต้านทานถูกตัดออกจากวงจร

****