

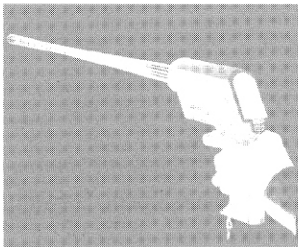
เครื่องมือสำหรับการศึกษาและวิจัย

ด้านการอนุรักษ์พลังงานและการเลือกใช้งาน

Instruments for Studies and Research in Energy Conservation and
Considerations for Choosing Proper Instruments

อาจารย์ ดร.พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์

อาจารย์ประจำภาควิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร



บทคัดย่อ

ในการศึกษาและวิจัยทางด้านการอนุรักษ์พลังงานนั้น จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือเพื่อประกอบการค้นคว้ารวบรวมข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยหรือนักศึกษาจึงต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องมือต่างๆพอสมควร สามารถเลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการศึกษาวิจัยที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ และยังเป็นการช่วยรักษาให้เครื่องมือมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ในบทความนี้ได้เลือกกล่าวรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปร 4 ประเภท ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ ทั้งที่เป็นรังสีรวม รังสีตรง และรังสีกระจาย และหลักการเลือกเครื่องมือเพื่อใช้งาน โดยเครื่องมือบางส่วนนี้ทางคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรได้นำมาใช้ในการเรียน การสอนทั้งในระดับปริญญาตรี และปริญญาโทแล้ว ตั้งแต่ปีการศึกษา 2543 โดยได้รับการสนับสนุน ด้านเครื่องมือจาก สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.)

Abstract

Studies and research in the fields related to energy conservation essentially require proper instruments to collect data. Thus, it is necessary for researchers or students to understand the basic principles of such instruments in order to ensure that the right instruments are selected, which in turn resulting in the reliable research conclusions. In addition, proper use and good care also help in prolonging the instrument conditions. This article deals with the instruments for measuring the four variables which are temperature, humidity, air velocity, and solar radiation including global, direct, and diffuse radiation and considerations for choosing the proper instruments. Some instruments mentioned in this article have been used in undergraduate and graduate degree courses in the School of Architecture, Silpakorn University since 2000. These instruments were sponsored by National Energy Policy Office (NEPO).

ความสำคัญของเครื่องมือ

การศึกษาในปัจจุบัน ได้เน้นความสำคัญของการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองมากขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจน และนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้เกิดขึ้น สำหรับการศึกษาและวิจัยทางด้านอนุรักษ์พลังงานนั้น อาจจะแตกต่างจากสาขาวิชาอื่นๆ ที่มีการสอนในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ในแง่ความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษา เพราะมักเกี่ยวข้องกับการวัดตัวแปรด้านภูมิอากาศ ด้านสภาพแวดล้อมในอาคาร ซึ่งผลของการศึกษาและวิจัยที่ได้ จะมีผลถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ด้วย ดังนั้นผู้ที่ทำการศึกษาและวิจัยในสาขานี้ จำเป็นจะต้องมีความรู้ด้านการใช้เครื่องมือต่างๆพอสมควร โดยอย่างน้อยจะต้องสามารถเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับลักษณะงาน เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องมือ ตลอดจนรู้จักวิธีดูแลรักษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และรักษาเครื่องมือเหล่านี้ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เพราะเครื่องมือเหล่านี้เป็นเครื่องมือที่มีราคาสูงมีความบอบบาง อาจเสียได้โดยง่ายถ้าใช้ไม่ถูกวิธี

เครื่องมือสำหรับการศึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงาน อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. **เครื่องมือวัดและบันทึกข้อมูล** โดยจะเป็นเครื่องมือที่วัดค่าของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ภูมิอากาศ สภาพแวดล้อมภายในอาคาร เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ เครื่องวัดความเร็วลม เครื่องวัดความชื้น เครื่องวัดความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง เป็นต้น

2. **เครื่องมือจำลองปรากฏการณ์ (simulation)** มักใช้เพื่อจำลองผลที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากลักษณะงานตามที่ได้ออกแบบ เช่น อุปกรณ์จำลองเงาที่เกิดจากมุมของดวงอาทิตย์ เครื่องมือจำลองทิศทางการไหลของกระแสลม อุโมงค์ลม กล้องจำลอง

สภาพท้องฟ้า เป็นต้น โดยอาจใช้ในขั้นการออกแบบร่างเพื่อนำผลที่ได้มาพัฒนาปรับปรุงแบบต่อไป

เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้เพื่อศึกษา และวิจัยด้านการอนุรักษ์พลังงาน มีอยู่หลายชนิด ดังนั้นในบทความนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะเครื่องมือในกลุ่มแรกที่ใช้วัดตัวแปร 4 ประเภท คือ

- อุณหภูมิ
 - ความชื้น
 - ความเร็วลม
 - ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์
- โดยมีลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดข้อมูลข้างต้นดังนี้

1. อุณหภูมิ

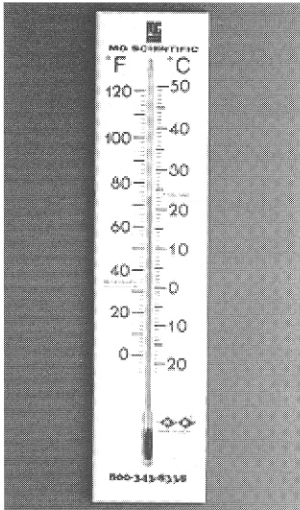
ตัวแปรด้านอุณหภูมิที่มีการเก็บข้อมูล มักได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิที่ผิววัสดุหรือผิวโดยรอบห้อง เป็นต้น เครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิเพื่อการศึกษาทางด้านอนุรักษ์พลังงาน จะมีหลายแบบซึ่งอาจแบ่งตามหลักการทำงานในการวัดของเครื่องมือได้ดังนี้

1.1 เทอร์โมมิเตอร์หลอดแก้ว (Glass Thermometer)

ลักษณะเป็นหลอดแก้วปิด ที่ปลายด้านหนึ่งทำเป็นกระเปาะภายในบรรจุแอลกอฮอล์ เป็นเทอร์โมมิเตอร์ที่พบเห็นติดทั่วไปตามผนังห้องต่างๆ สำหรับวัดอุณหภูมิอากาศในห้อง

เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้เหมาะสำหรับใช้อ่านค่าอุณหภูมิอากาศอย่างคร่าวๆ ไม่สามารถอ่านละเอียดเป็นจุดทศนิยมได้ เหมาะที่จะใช้วัดอุณหภูมิอากาศในอาคารเท่านั้น ไม่ควรนำไปวัดอุณหภูมิอากาศนอกอาคาร หรือ ติดไว้ ณ ตำแหน่งที่ถูกแดด เพราะจะดูดกลืนความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ทำให้อ่านค่าอุณหภูมิอากาศได้สูงกว่าค่า

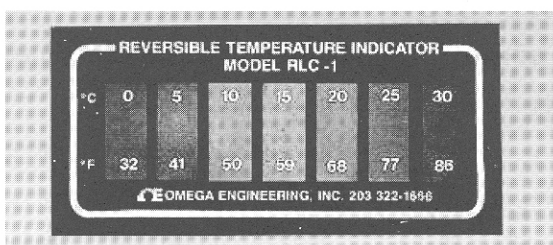
ที่เป็นจริง ถ้าจะใช้ภายนอก ต้องมีที่ป้องกันไม่ให้ถูกแดด



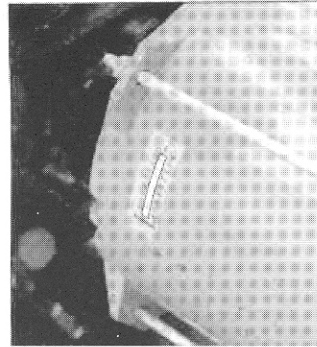
รูปที่ 1 เทอร์โมมิเตอร์หลอดแก้ว
(ที่มา : <http://www.mgscientific.com>, 2002)

1.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบแผ่น (Strip Thermometer)

ลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ภายในบรรจุสารที่มีความไวต่อความร้อน และสามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อความร้อนเปลี่ยนแปลง มีผลเป็นรูปร่างต่างๆ เช่น แถบยาว หรือ กลม บางทีทำเป็นสติ๊กเกอร์ในตัวสำหรับติดลงบนวัตถุที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยตรง เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้มีช่วง



รูปที่ 2 เทอร์โมมิเตอร์แบบแผ่นชนิด liquid crystal ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงสีได้ตามอุณหภูมิที่เพิ่มหรือลด(reversible) อาจใช้วางบนโต๊ะทำงานต่างๆ เพื่อวัดอุณหภูมิอากาศบริเวณโต๊ะในการศึกษาเรื่องภาวะน่าสบาย
(ที่มา : Omega, 1986)



รูปที่ 3 เทอร์โมมิเตอร์แบบแผ่น ชนิดสารเคมีใช้ติดที่วัตถุ เช่น เครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อวัดอุณหภูมิสูงสุดที่เกิดขึ้น โดยสีที่บอกค่าอุณหภูมิจะไม่สามารถเปลี่ยนกลับเมื่ออุณหภูมิลดลง (irreversible)

(ที่มา: Testo, 2001)

อุณหภูมิที่สามารถวัดได้ไม่กว้างนัก แต่มีผลผลิตหลายช่วงต่างกัน เช่น 30 °C – 40 °C, 70 °C -110 °C, 250 °C-280 °C เป็นต้น โดยในแต่ละช่วงวัดอาจจะแบ่งเป็นช่องหรือขีดย่อย อีกเพียงประมาณ 5-10 ช่อง ซึ่งจะเห็นว่าค่าที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้จะไม่ละเอียด เพราะแต่ละช่องย่อยบางทีอาจมีค่าเท่ากับ 4-5°C โดยมีช่องที่ละเอียดที่สุดของเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้คือ 1°C ข้อควรระวังในการใช้งานคือไม่ควรให้เทอร์โมมิเตอร์ถูกแดดหรือรังสียูวีเพราะจะเสื่อมสภาพ มีอายุการใช้งานที่จำกัด แม้เก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อช่วยยืดอายุใช้งาน

1.3 อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ (Infrared Thermometer)

สำหรับใช้วัดอุณหภูมิที่ผิววัสดุโดยไม่ต้องสัมผัส เหมาะกับพื้นที่ซึ่งเข้าไปทำการวัดไม่ได้เช่น เพดานสูงๆ ผิวที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคที่ไม่ควรไปสัมผัส หรือ วัตถุที่กำลังหมุนหรือเคลื่อนที่เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ทำงานโดยอาศัยหลักการที่ว่าวัตถุต่างๆจะเปล่งรังสีความร้อนหรือคลื่นอินฟราเรดออกมาตลอดเวลา โดยความยาวของคลื่นที่แผ่ออกมาจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ดังนั้นการวัดความยาว

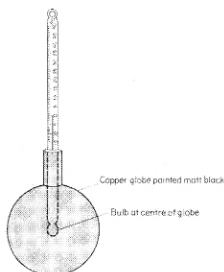


รูปที่ 4 การใช้อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์
วัดอุณหภูมิของผนัง

คลื่นรังสีความร้อนที่แผ่ออกมาจากวัตถุ จึงสามารถ
หากลับเป็นค่าอุณหภูมิของวัตถุได้ สิ่งสำคัญของ
การใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ที่ควรคำนึงถึง คือ จะต้อง
ทราบค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งรังสี (emissivity) ของ
วัตถุที่ต้องการวัด และปรับตั้งค่า emissivity ที่ตัว
เทอร์โมมิเตอร์ให้ใกล้เคียงกับค่า emissivity ของวัตถุ
ที่จะวัดด้วยด้วย มิฉะนั้นแล้วเทอร์โมมิเตอร์ จะอ่าน
ค่าอุณหภูมิคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง เพราะ
วัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างจะมีค่าemissivity ที่แตกต่างกัน
มากพอสมควร เช่น ผิวทาสีดำ (emissivity = 0.96)
อลูมิเนียม (emissivity = 0.09) (ที่มา ASHRAE, 1997)
เป็นต้น นอกจากนี้ควรตรวจดูให้หน้าเลนส์สะอาด
และผิววัสดุวัดที่ใช้ต้องสะอาดด้วย มิฉะนั้นค่าอุณหภูมิ
ที่วัดได้จะคลาดเคลื่อน

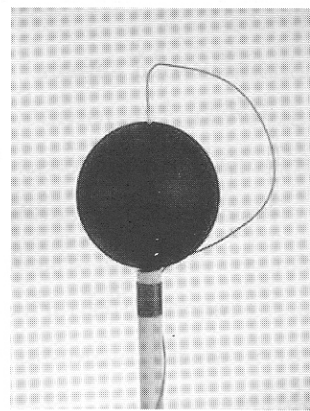
1.4 โกลบเทอร์โมมิเตอร์ (Globe Thermometer)

สำหรับใช้หาอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่รังสีจากพื้น
ผิวโดยรอบห้อง (Mean radiant temperature)



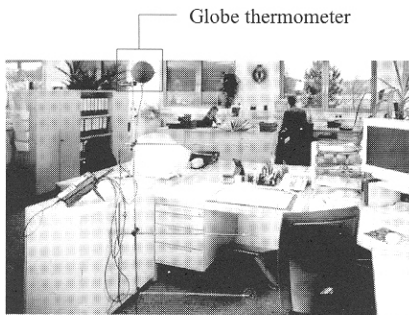
รูปที่ 5 globe thermometerที่ใช้เทอร์โมมิเตอร์หลอดแก้ว
(ที่มา : Clark and Edholm, 1985)

มักใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะน่าสบาย โกลบ-
เทอร์โมมิเตอร์ (GlobeThermometer) มีลักษณะ
เป็นลูกบอลกลมสีดำด้าน ทำด้วยทองแดงขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 มม.ทาสีดำ โดย
จะมีเทอร์โมมิเตอร์หลอดแก้วเสียบเข้าไปในลูก
ทรงกลมสีดำนี้ โดยจะต้องให้ปลายของกระเปาะ
เทอร์โมมิเตอร์จะอยู่ตรงจุดศูนย์กลางของทรงกลม
หรืออาจจะใช้เทอร์โมมิเตอร์เปิดใส่เข้าไปตรงศูนย์กลาง
ก็ได้ (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 globe thermometer แบบใช้เทอร์โมมิเตอร์เปิด
(อนุเคราะห์ภาพถ่าย โดย ผศ.ปรีชา รัชสิริภค)

ในกรณีที่อุณหภูมิของผิวห้องสูงกว่าอุณหภูมิ
อากาศโกลบเทอร์โมมิเตอร์จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่
แผ่ออกมาจากผิวห้องที่อยู่โดยรอบทำให้ค่าอุณหภูมิ
ที่วัดได้สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ และในทางกลับกัน
หากอุณหภูมิผิวห้องเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศอุณหภูมิ
ที่วัดได้จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศอุณหภูมิที่วัดได้จาก
โกลบเทอร์โมมิเตอร์นอกจากเป็นผลของการแผ่รังสี
ของผิวห้องโดยรอบ (ผนัง เพดาน พื้น) แล้วยังรวม
อิทธิพลจากความเร็วลมไว้ด้วย ค่าที่ได้จากโกลบ-
เทอร์โมมิเตอร์ของห้องเดียวกันอาจไม่เท่ากันขึ้น
กับตำแหน่งที่วางเครื่องมือด้วยเพราะ angle factor
ระหว่างเครื่องมือไปยังผิวต่างๆ ของห้องจะเปลี่ยนไป
ดังนั้นควรคำนึงตำแหน่งในการตั้งเครื่องมือที่สามารถ
ให้ข้อมูลได้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นๆ
มากที่สุดด้วย



รูปที่ 7 การใช้ Globe thermometer เพื่อวัดอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีของพื้นผิวโดยรอบที่เกิดในตำแหน่งบริเวณนั่งทำงาน
(ที่มา : Testo, Measuring Instrument for Measuring Sytem, 2001)

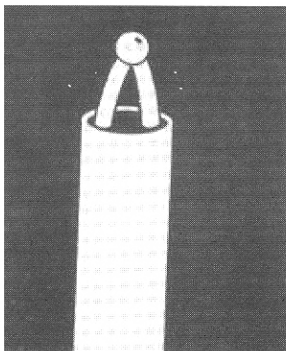
1.5 เทอร์โมมิเตอร์แบบใช้ sensor ที่ทำงานโดยใช้ไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่

เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้มี sensor วัดอุณหภูมิอยู่ที่ปลายหัววัด(probe)สามารถวัดอุณหภูมิได้หลายชนิด ทั้งอากาศ ที่ผิววัสดุ ในเนื้อวัสดุ ในของเหลว ขึ้นอยู่กับชนิดของหัววัด(probe)ที่ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ข้อดีคือสามารถแสดงผลเป็นทศนิยมได้บางเครื่องสามารถบันทึกข้อมูลในตัวด้วย

sensor ที่ใช้ส่วนมากจะมีอยู่ 3 ชนิดคือเทอร์มอคัปเปิล (thermocouples), เซนเซอร์แบบความต้านทาน (resistant sensors), เทอร์มิสเตอร์ (thermistors)

1.5.1 เทอร์มอคัปเปิล (Thermocouples)

เป็น sensor ในการวัดอุณหภูมิที่เกิดจากการนำเส้นลวดสองเส้นที่ทำจากโลหะที่แตกต่างกันมา



รูปที่ 8 การเชื่อมต่อของหัวเทอร์มอคัปเปิล
(ที่มา : Omega, 1986)

เชื่อมต่อกันที่ปลายข้างหนึ่ง เมื่ออุณหภูมิที่ปลายนี้เปลี่ยนแปลง จะส่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า (electromotive force, emf) ผ่านไปตามสาย โดยขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยแปลงค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ มาเป็นอุณหภูมิ

เทอร์มอคัปเปิล อาจออกแบบให้บรรจุไว้ในหัววัด (probe) ของเทอร์โมมิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น หรือนำสายเทอร์มอคัปเปิลด้านที่เชื่อมปลายแล้วไปติดกับผิววัตถุที่ต้องการวัดอุณหภูมิ และนำปลายด้านที่ไม่เชื่อม ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล (data logger) ก็ได้

เทอร์มอคัปเปิลมีหลายชนิด (type) ขึ้นกับโลหะสองเส้นที่นำมาทำ ซึ่งแต่ละแบบจะมีช่วงกว้างของอุณหภูมิที่สามารถวัดได้ และค่าความคลาดเคลื่อนต่างกัน (Testo, 2001) เช่น

- Thermocouple Type T

ทำจากลวดทองแดงกับคอนสตันแทน (constantan) ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่าง นิเกิล 40% และทองแดง 60% ช่วงอุณหภูมิที่วัดได้อยู่ที่ -40°C ถึง 350°C ความคลาดเคลื่อน $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

- Thermocouple Type J

ทำจากเหล็ก กับ คอนสตันแทน มีช่วงวัดอยู่ที่ -40°C ถึง 750°C ความคลาดเคลื่อน $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$

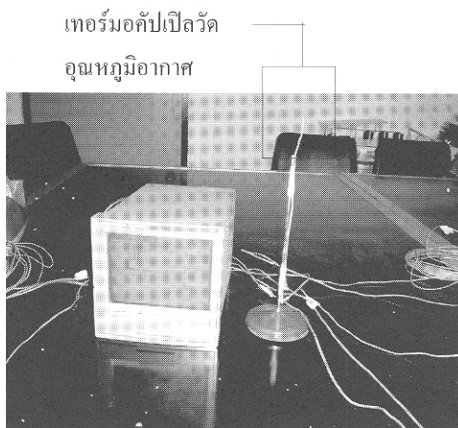
- Thermocouple Type K

ทำจากนิเกิลผสมโครเมียมกับนิเกิลผสมอลูมิเนียม มีช่วงวัดอยู่ที่ -40°C ถึง 1200°C ความคลาดเคลื่อน $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$

- และยังมีอีกหลายชนิด เช่น Type E, Type R, Type S, Type B เป็นต้น

สำหรับการศึกษาทางด้านการถ่ายเทความร้อนในอาคาร ซึ่งมีช่วงกว้างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในการศึกษาไม่สูงมาก อาจเลือกใช้ Type T เพราะค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบอื่นๆ

ในการศึกษาวิจัยทางด้านพลังงานในอาคาร



รูปที่ 9 เทอร์มอคัปเปิล ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล เพื่อวัดอุณหภูมิอากาศและส่วนต่างๆ ของห้อง

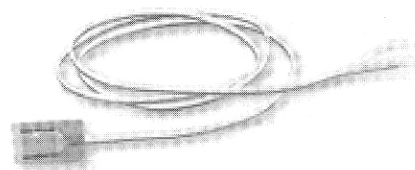
มักนิยมการใช้เทอร์มอคัปเปิลต่อร่วมกับเครื่องบันทึกข้อมูล(datalogger) เพราะมีข้อดีคือสามารถตั้งเวลาให้วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิได้อัตโนมัติตามความถี่ที่ต้องการได้ต่อเนื่องเป็นเวลานานได้หลายวัน และสามารถวัดอุณหภูมิของจุดต่างๆ ที่อยู่ห่างไกลกันหลายจุดได้พร้อมกัน โดยการโยงสายเทอร์มอคัปเปิลไปยังจุดที่ต้องการวัด นอกจากนี้ยังมีข้อดี คือ ทนทาน ราคาถูก วัดอุณหภูมิได้ช่วงกว้าง ใช้เวลาในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสั้น จึงเป็นเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้ในการวัดอุณหภูมิสำหรับการศึกษาและวิจัยด้านสภาพแวดล้อม

1.5.2 เซนเซอร์แบบความต้านทาน

(Resistant Sensor or Resistant Temperature Detector, RTD)

เป็นเครื่องมือที่วัดอุณหภูมิ ที่ทำงานโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้าและอุณหภูมิโดยเป็นความสัมพันธ์แบบ positive temperature resistance คือ ความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนมากจะใช้ทองคำขาว (platinum) เป็น sensor เครื่องมือแบบนี้มีข้อดีเหนือเทอร์มอคัปเปิล และเทอร์มิสเตอร์ คือ มีความคลาดเคลื่อนของการวัดน้อย โดยเฉพาะเมื่อใช้ในการวัดอุณหภูมิสูงๆ โดย sensor แบบนี้มีช่วงอุณหภูมิที่วัดได้ประมาณ

ตั้งแต่ -200°C ถึง $+600^{\circ}\text{C}$ ค่าความคลาดเคลื่อนเพียง $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$ แต่มีราคาสูง



รูปที่ 10 sensor RTD แบบวัดอุณหภูมิพื้นผิว (ที่มา : <http://www.omega.com>)

1.5.3 เทอร์มิสเตอร์ (Thermistors)

เป็นเครื่องมือในการวัดอุณหภูมิที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ(semiconductor)เป็นsensorที่วัดอุณหภูมิ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิแต่เป็นแบบ negative temperature resistance คือ ความต้านทานไฟฟ้าจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เทอร์มิสเตอร์สามารถวัดอุณหภูมิได้ช่วงแคบกว่าเทอร์มอคัปเปิล และ RTD คือ เทอร์มิสเตอร์แบบธรรมดาวัดได้ในช่วงประมาณ -50°C ถึง 150°C และแบบที่ใช้กับอุณหภูมิสูงวัดได้ประมาณ -30°C ถึง $+275^{\circ}\text{C}$ เทอร์มิสเตอร์มีข้อดีเหนือกว่าเทอร์มอคัปเปิล และ RTD คือ มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากกว่าสามารถบอกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพียงเล็กน้อยที่ไม่สามารถวัดโดยใช้เทอร์มอคัปเปิลและ RTD ได้ แต่มีข้อเสียคือ จะมีความบอบบาง ทนทานน้อยกว่าเทอร์มอคัปเปิล และ RTD



รูปที่ 11 ลักษณะของ Thermistor (ที่มา : <http://www.omega.com>, 2002)

2. ความชื้น

การวัดค่าความชื้นของอากาศส่วนใหญ่จะนิยมวัดในรูปของความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายถึงค่าสัดส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีในอากาศต่อปริมาณไอน้ำสูงสุดที่สามารถมีได้จนอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์สามารถแบ่งตามหลักการทำงานของการทำงานได้เป็น 4 ประเภท คือ

2.1 เครื่องวัดความชื้นที่ใช้เทอร์โมมิเตอร์ กระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง (Wet and Dry Bulb Hygrometer)

ลักษณะของเครื่องวัดความชื้นแบบนี้จะประกอบไปด้วยเทอร์โมมิเตอร์สองอัน อันหนึ่งวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ส่วนเทอร์โมมิเตอร์อีกอันหนึ่งจะใช้

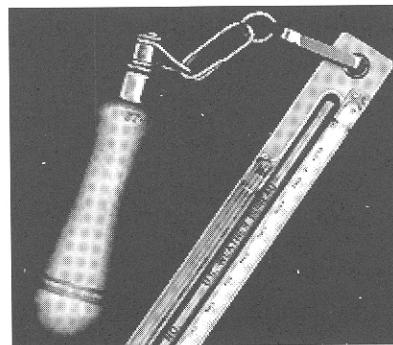


รูปที่ 12 เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก
สังเกตเทอร์โมมิเตอร์อันขวาหุ้มด้วยผ้าเปียก ปลายอีก
ข้างของผ้าจะแขวนอยู่ที่เส้นข้างล่าง
(ที่มา : http://www.perret_optic.ch, 2002)

ผ้าเปียกน้ำหุ้มปลาย ใช้เป็นเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งจะอ่านค่าอุณหภูมิอากาศ ส่วนเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกจะแสดงค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่า 100 % ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองอันจะเท่ากัน แต่ถ้าความชื้นในอากาศยังน้อย

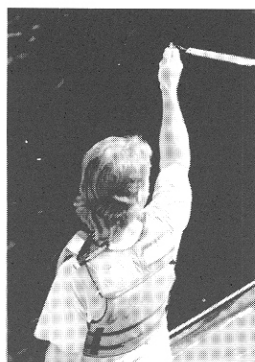
ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกจะยิ่งต่ำ โดยเมื่อทราบค่าอุณหภูมิทั้งสองอันนี้แล้ว จะสามารถหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ จากตารางประกอบการใช้งานหรือ Psychrometric chart เครื่องมือแบบนี้มีข้อด้อยในเรื่องความคลาดเคลื่อนสูง เพราะค่าของอุณหภูมิกระเปาะเปียกจะขึ้นกับความเร็วลมในบริเวณที่วางเครื่องมือด้วย ซึ่งมักมีความเร็วไม่แน่นอน ดังนั้นจึงพัฒนาโดยทำเป็นพัดลมที่มีความเร็วแน่นอน สำหรับเป่าที่อุณหภูมิกระเปาะเปียก ทำให้มีราคาสูงขึ้น

เครื่องวัดความชื้นอีกแบบหนึ่งที่มีหลักการทำงานแบบเดียวกัน คือ สลิงไซโครมิเตอร์ (sling psychrometer) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองแบบติดบนแผ่นที่สามารถหมุนได้รอบแกนในแนวดิ่ง ซึ่งทำเป็นด้ามจับ เวลาวัดจะใช้วิธีเหวี่ยงให้เทอร์โมมิเตอร์หมุนเร็ว ๆ รอบแกนนี้หลายรอบ เพื่อให้เทอร์โมมิเตอร์สัมผัสอากาศด้วยความเร็วแทนการใช้พัดลมเป่า ทำให้ราคาถูกลงและขนาดเล็กเหมาะกับการพกพา



รูปที่ 13 sling psychrometer
(ที่มา : <http://www.sln.edu>, 2002)

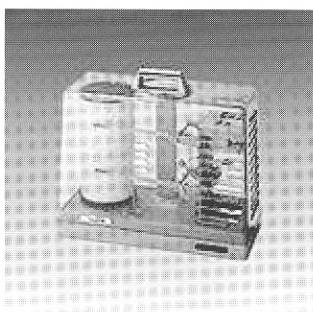
อย่างไรก็ตามปัจจุบันไม่นิยมใช้เครื่องวัดเหล่านี้แล้ว เพราะมีข้อด้อยในเรื่องความล่าช้า ถ้าต้องการวัดหลายจุด เพราะต้องรอให้เทอร์โมมิเตอร์ปรับอุณหภูมิให้เท่ากับอุณหภูมิอากาศก่อนทุกครั้ง และควรต้องเปลี่ยนผ้าที่หุ้มใหม่ด้วย



รูปที่ 14 การใช้ sling psychrometer โดยหมุนเหรียญเป็นวงกลมให้สัมผัสอากาศอย่างรวดเร็ว ประมาณ 2-3 นาที (ที่มา : <http://www.calcofi.org>, 2002)

2.2 เครื่องวัดความชื้นที่ใช้เส้นผมหรือเส้นขนเป็นกลไกในการวัด (Hair Hygrometer)

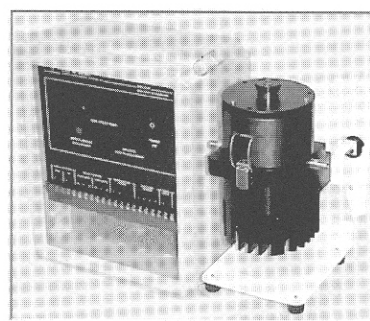
เครื่องมือชนิดนี้เป็นเครื่องวัดความชื้นที่เก่าแก่แบบหนึ่ง ซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักที่ว่าความยาวของเส้นผมหรือขนยาวๆจะเปลี่ยนแปลงโดยสัมพันธ์กับความชื้น ดังนั้นจึงใช้ขนหางม้าผูกกับหลอดสปริง ซึ่งหลอดสปริงจะยึดติดกับส่วนที่เป็นกลไกยึดปากกาสำหรับเขียนกราฟ สามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงความชื้นของอากาศได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายวัน ซึ่งมีข้อดีคือสามารถอ่านหาภาพรวม (profile) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ได้ทันทีตลอดเวลา เป็นเครื่องมือราคาถูกแต่ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้แล้วเพราะมีความคลาดเคลื่อนสูง และสามารถบันทึกความชื้นได้ในช่วง 15% ถึง 85% เท่านั้น และเส้นผมหรือขนหางม้าอาจเสื่อมสภาพเร็วถ้าดูแลรักษาไม่ดี



รูปที่ 15 เครื่องวัดความชื้นแบบใช้เส้นขน (ที่มา : <http://www.kweather.co.kr>, 2002)

2.3 เครื่องวัดความชื้นที่ใช้การควบแน่นเป็นหยดน้ำบนผิวกระจก (Dew Point Mirror)

เครื่องวัดแบบนี้ทำงานโดยทำให้กระจกเย็นจนเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำแล้ววัดค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างเป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้องดี ช่วงการวัดความชื้นกว้าง ต้องใช้เวลาในการวัดนาน ตัวเครื่องมือขนาดใหญ่ไม่เหมาะกับงานสนาม และมีราคาแพง



รูปที่ 16 เครื่องวัดความชื้นแบบ Dew point mirror (ที่มา : <http://www.yesinc.com>, 2002)

2.4 เครื่องวัดความชื้นที่ใช้ คาปาซิทีฟเซนเซอร์ (Capacitive Sensor)

เครื่องแบบนี้จะมี condensator ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงค่าของประจุไฟฟ้าโดยสัมพันธ์กับความชื้นในอากาศ ในอดีตเครื่องชนิดนี้จะไม่เป็นที่นิยมใช้เพราะมีความคลาดเคลื่อนมาก ปัจจุบันได้รับการพัฒนาให้มีความถูกต้องในการวัดมากขึ้น



รูปที่ 17 เครื่องวัดความชื้นแบบ capacitive sensor (ที่มา : Testo, 2001)

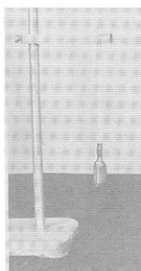
เครื่องวัดความชื้นที่ใช้ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ จะเป็นแบบนี้ เป็นเครื่องมือซึ่งการวัดกว้างสามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ตั้งแต่ 0-100% บางเครื่องสามารถแสดงผลค่าอื่นๆที่เกี่ยวกับความชื้นได้ด้วย เช่น อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ค่าความชื้นสมบูรณ์ (absolute humidity)

3. ความเร็วลม (Air Velocity)

การวัดความเร็วลมในงานอาคารส่วนใหญ่จะวัดเป็น เมตร/วินาที เครื่องวัดความเร็วลมจะมีหลายลักษณะ ดังนี้

3.1 กาทาเทอร์โมมิเตอร์ (Kata Thermometer)

เป็นเครื่องมือเก่าแก่ประดิษฐ์ขึ้นมาตั้งแต่ ค.ศ.1914 โดย เซอร์ ลีโอนาร์ด ฮิลล์ (Sir Leonard Hill) (Cowan,1983) ซึ่งเป็นผู้หนึ่งที่บุกเบิกการศึกษาเรื่อง สภาวะน่าสบาย ลักษณะของกาทาเทอร์โมมิเตอร์จะมีกระเปาะขนาดใหญ่โดยมีช่วงขีดบนสุดและขีดล่างสุดของอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างแคบ เช่น มีขีดบนอยู่ที่ 37.8 °C ซึ่งสูงกว่า อุณหภูมิของร่างกายคนปกติ เพียงเล็กน้อย และมีขีดล่างอยู่ที่ 35 °C ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายเพียงเล็กน้อย ในการใช้งานจะนำกาทาเทอร์โมมิเตอร์ไปแช่ในน้ำร้อน แล้ววัดเวลาที่เทอร์โมมิเตอร์เย็นลงจาก 37.8 °C เป็น 35 °C จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าความเร็วลมโดยหาจากแผนภูมิประกอบการใช้งานของเครื่องมือ



รูปที่ 18 kata thermometer
(ที่มา : Cowan, 1983)

ปัจจุบันเครื่องมือชนิดนี้ไม่มีการใช้แล้ว โดยจะใช้เครื่องมือที่สามารถวัดความเร็วลมได้โดยตรง เรียกว่า แอนนิโมมิเตอร์ (anemometer) ซึ่งมีลักษณะของหัววัดแตกต่างกันหลายแบบดังในข้อที่จะกล่าวต่อไป

3.2 เครื่องวัดความเร็วลมแบบเส้นลวดร้อน (hot wire anemometer)

เครื่องมือที่ใช้หัววัดแบบนี้จะสามารถวัดความเร็วลมที่ต่ำมากได้ เหมาะสำหรับการวัดความเร็วลมในอาคาร โดยเฉพาะอาคารปรับอากาศ ซึ่งบางครั้งความเร็วลมอาจจะต่ำกว่า 0.2 ม/วินาที หัววัดแบบนี้จะทำงานโดยการทำให้เส้นลวดที่มีขนาดบางมากร้อนโดยกระแสไฟฟ้า โดยมีเทอร์มอคัปเปิลวัดอุณหภูมิของขดลวดติดอยู่ภายในเครื่องจะทำการเปรียบเทียบระหว่างเวลาที่ขดลวดเย็นตัวลงขณะมีกระแสลมกับเวลาที่ขดลวดเย็นตัวลงในขณะที่อากาศนิ่งหรือไม่มีลม [ซึ่งค่าหลังนี้ปรับเทียบ(calibrate) จากโรงงาน] การใช้เครื่องวัดความเร็วลมชนิดนี้มีข้อควรระวังคือ จะต้องหันหัววัดให้ช่องรับลมตรงกับแนวที่กระแสลมไหลผ่าน มิฉะนั้นค่าที่อ่านได้จะคลาดเคลื่อนสูง หัววัดชนิดนี้มีขนาดประมาณ 10 มม. หัววัดแบบลวดร้อนเหมาะสำหรับการวัดความเร็วลม ในช่วง 0 - 5 ม/วินาที (Testo,2001)

การใช้เครื่องมือวัดความเร็วลมแบบลวดร้อนจำเป็นต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะเป็นเครื่องมือที่มีความบอบบาง อาจเสียจากการตกหรือถูกกระแทกได้ง่ายมาก และต้องระวังมิให้หัววัดถูกน้ำ



รูปที่ 19 เครื่องวัดความเร็วลมแบบลวดร้อน
(ที่มา : Testo, 2001)

3.3 เครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัด (vane anemometer)

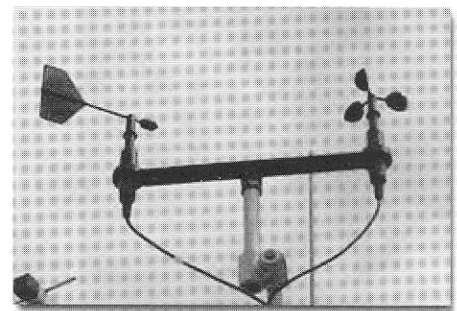
ที่ตรงปลายของหัววัดชนิดนี้จะทำเป็นใบพัดคล้ายใบพัดลม โดยเครื่องจะแปลงรอบการหมุนของใบพัดมาเป็น สัญญาณไฟฟ้า เครื่องวัดแบบนี้เหมาะกับการวัดลมที่มีความเร็วในช่วง 5-40 ม./วินาที (testo, 2001) โดยจะมีหัววัดหลายขนาดตั้งแต่ ϕ 12 มม. จนถึง 100 มม. ซึ่งควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับช่วงความเร็วลมที่ต้องการวัด และลักษณะการไหลของกระแสลม โดยดูว่าไหลแบบเป็นกระแส (laminar flow) หรือแบบปั่นป่วน (turbulent flow) หัววัดที่มีใบพัดขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 60-100 มม. เหมาะที่จะวัดลมที่มีความเร็วลมต่ำ หรือปานกลาง และไหลแบบ turbulent เพราะจะได้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยดีกว่าหัววัดเล็ก เช่น ในการวัดลมที่หน้าตะแกรง (grill) ของช่องลมออก ส่วนหัววัดที่มีใบพัดขนาดเล็กเหมาะสำหรับวัดลมที่มีความเร็วสูง เช่น ลมในท่อ



รูปที่ 20 เครื่องวัดความเร็วลมแบบหัวใบพัด
(ที่มา : <http://www.airflow>, 2002)

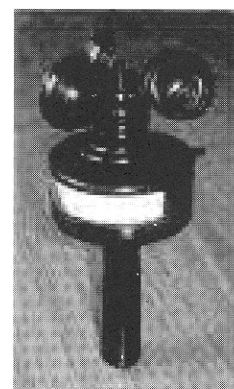
3.4 เครื่องวัดความเร็วลมแบบถ้วย (cup anemometer)

ลักษณะหัววัดเป็นรูปครึ่งทรงกลม ซึ่งมักจะมีสามอันหมุนรอบแกนในแนวตั้ง โดยเครื่องจะใช้จำนวนรอบของการหมุนของถ้วยรอบแกนต่อ



รูปที่ 21 เครื่องวัดความเร็วลมแบบถ้วย
และมีใบกังหันแสดงทิศทางลม ติดบนเสา
(ที่มา : <http://www.ncnerr.org>, 2002)

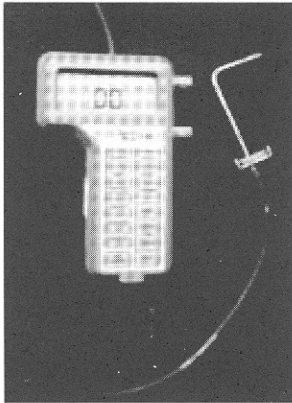
นาที มาแปลงเป็นความเร็วลม เป็นเมตร/นาที หัววัดชนิดนี้ มักใช้วัดความเร็วลมนอกอาคาร โดยติดตั้งบนหลังคา หรือ ติดกับเสาสูงๆ มักใช้ร่วมกับใบกังหันบอกทิศทางลม เพื่อเก็บข้อมูลสถิติภูมิอากาศ ทั้งความเร็วและทิศทางลม



รูปที่ 22 เครื่องวัดความเร็วลมแบบถ้วย ชนิดมือถือ
(ที่มา : <http://www.plaspencelli.co.uk>, 2002)

3.5 เครื่องวัดความเร็วลมแบบพิทอท (Pitot Tube Anemometer)

ซึ่งมีหัววัดเป็นหลอดยาว ตรงปลายหักงอ เป็นรูปตัวแอล (L) เป็นเครื่องวัดความเร็วลมที่ใช้หลักการทำงานของ การเปรียบเทียบแรงดันลมระหว่าง

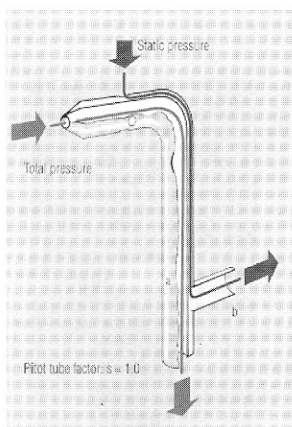


รูปที่ 23 เครื่องวัดความเร็วลมแบบ pitot tube

แรงดันของกระแสลมขณะไหล (dynamic wind pressure) กับแรงดันของอากาศนิ่ง (static wind pressure) เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับการวัดกระแสลมที่มีลักษณะการไหลแบบปั่นป่วน (turbulent flow) และมีรูที่ปลายหลอดหนึ่งรู และมีรูที่ด้านข้างๆ ของหลอดให้ลมไหลเข้าและออกคนละทางกัน การใช้

เครื่องวัดความเร็วลมชนิดนี้ จะต้องหันปลายหลอดเข้าหากระแสลม โดยรูที่ปลายหลอดจะเป็นตัวรับแรงดันลมขณะไหล และรูที่ด้านข้างของหลอดจะเป็นตัววัดแรงดันสถิต (static pressure) แล้วเครื่องจะแปลงความแตกต่างของแรงดันทั้งสอง (differential pressure) เป็นค่าความเร็วลม ข้อควรระวังในการใช้งานคือควรสังเกตว่ารูเปิดต่างๆ ที่ตัวหลอดไม่มีสิ่งอุดตัน เครื่องวัดความเร็วลมแบบนี้ มักใช้กับงานวัดความเร็วลมของอากาศในท่อ หรือปล่องโดยเฉพาะที่ซึ่งลมร้อนมาก เพราะเป็นหัวที่สามารถใช้ในที่ซึ่งมีความร้อนสูงมากๆ ได้ถึง 600 °C และวัดความเร็วลมได้สูงถึง 100 เมตร/วินาที ซึ่งมักใช้กับงานอุตสาหกรรมมากกว่า

ปัจจุบัน เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม จะพัฒนา โดยให้เครื่องมือเดียววัดค่าได้มากกว่า 1 ตัวแปร คือ วัดความชื้นและอุณหภูมิ หรือวัดได้ทั้งความเร็วลมและอุณหภูมิ (รูปที่ 19) หรือ วัดได้ทั้ง 3 ค่าในเครื่องเดียวกัน (เช่น เครื่องมือรูปที่ 23) ทำให้การเก็บข้อมูลมีความสะดวกมากขึ้น



รูปที่ 24 ลักษณะหัวแบบ pitot ซึ่งเป็นหัว 2 ชั้น สำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแรงดัน (ที่มา : Testo, 2001)

4. ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์

การวัดรังสีดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย การวัดรังสีรวม (global radiation) รังสีกระจาย (diffuse radiation) และรังสีตรง (direct radiation) มีหน่วยในการวัดเป็น วัตต์/ตร.ม. ซึ่งจะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดแตกต่างกันดังนี้

4.1 เครื่องวัดรังสีรวม

ส่วนใหญ่ในการศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร จะวัดรังสีรวม โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ไพราโนมิเตอร์ (pyranometer) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

4.1.1 ไพราโนมิเตอร์แบบใช้ photoelectric sensor

ซึ่งเป็นไพราโนมิเตอร์ที่ใช้ silicon cell เป็น sensor ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำแบบ n และ แบบ p ต่อกันในลักษณะเดียวกับในโซลาเซลล์เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบสารกึ่งตัวนำ จะเกิดปรากฏการณ์ photo-voltaic และเกิดกระแสไหลในวงจร ค่ากระแสที่เกิดขึ้นสามารถนำกลับมาหาปริมาณความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์(กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2542)

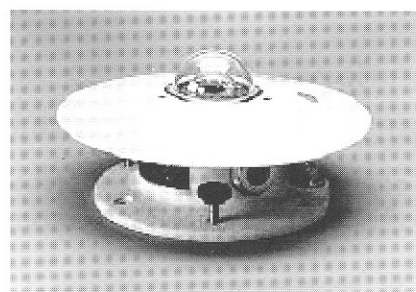


รูปที่ 25 pyranometer แบบ photoelectric sensor
(ที่มา : <http://www.novalyx.com>, 2002)

ไพราโนมิเตอร์แบบนี้มีข้อด้อยคือจะสามารถตอบสนองต่อแถบคลื่นของดวงอาทิตย์ในช่วงที่แคบคือ ช่วงความถี่ ประมาณ 0.4-1.1 ไมครอน และตอบสนองช่วงคลื่นสีม่วงและเขียวได้ต่ำ แต่แถบอาทิตย์คลื่นรังสีดวงอาทิตย์มีความยาว 0.3 – 3 ไมครอน ดังนั้นการใช้เครื่องมือชนิดนี้จึงเป็นการวัดรังสีดวงอาทิตย์ได้เพียงบางส่วน ข้อมูลที่เก็บจากไพราโนมิเตอร์แบบนี้ อาจจะมีปัญหาเมื่อนำข้อมูลที่เก็บได้ไปประยุกต์ใช้กับที่ตั้งอื่น ซึ่งมีภูมิประเทศต่างกัน เช่น ภูเขา ทะเลสาบ แต่เป็นไพราโนมิเตอร์ที่ราคาไม่แพงและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ได้รวดเร็ว

4.1.2 ไพราโนมิเตอร์แบบที่ใช้ thermoelectric sensor

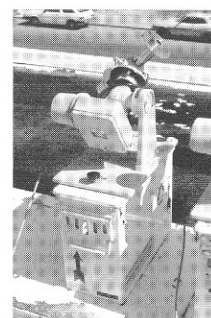
เป็นไพราโนมิเตอร์ที่ใช้ thermopile เป็น sensor ซึ่งเป็นการนำเทอร์โมคัปเปิลหลายๆเส้นมาต่อกันแบบอนุกรม ไพราโนมิเตอร์แบบนี้มีข้อดีคือ สามารถตอบสนองต่อแถบคลื่นดวงอาทิตย์ได้ในช่วง 0.3-3 ไมครอนมีความละเอียดแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ดี อย่างไรก็ตามไพราโนมิเตอร์แบบนี้มีราคาแพง ต้องอาศัยเครื่องบันทึกสัญญาณที่รับค่าความต่างศักย์ต่างๆได้ (ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2542)



รูปที่ 26 pyranometer แบบ thermopile sensor
(ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2542)

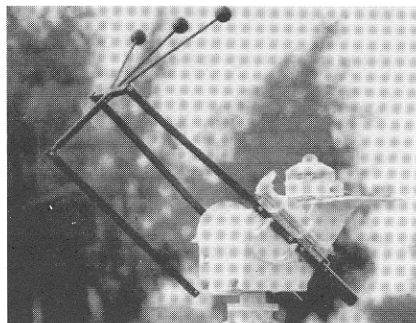
4.2 เครื่องวัดรังสีตรง

ส่วนใหญ่ข้อมูลรังสีตรง จะนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการออกแบบอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์แบบรวมแสง (concentrating system) (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2542) ซึ่งจะวัดโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ไพเรโอมิเตอร์ (pyrheliometer)



รูปที่ 27 ไพเรโอมิเตอร์ที่ใช้วัดรังสีตรง แบบติดตาม solar tracker
(ที่มา : <http://www.gong.noao.edu>, 2002)

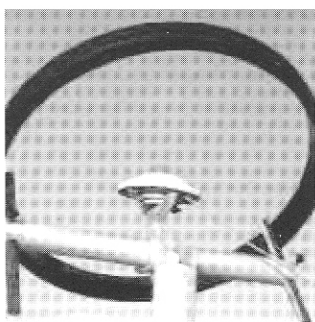
meter) เครื่องมือนี้มีลักษณะเป็นกระบอกรูป มีช่องแคบๆ ที่ด้านบนหันรับรังสีดวงอาทิตย์ ให้ตกกระทบบังคับจากกับด้านบนกระบอกรูปผ่านเข้าไปข้างในกระบอกรูป และที่ตอนล่างของกระบอกรูปจะมี thermopile เป็นตัวรับสัญญาณต่อเชื่อมอยู่ ตัวกระบอกรูปนี้อาจจะติดตั้งร่วมกับอุปกรณ์ที่มีการขับเคลื่อนให้สามารถหันกระบอกรูปตามการโคจรของดวงอาทิตย์ (solar tracker) ได้ตลอดเวลา เพื่อประโยชน์ในการวัดแบบต่อเนื่อง นอกจากการวัดโดยตรง โดยใช้เครื่องมือแล้ว อาจหาค่าของรังสีตรงได้จากการคำนวณถ้าทราบค่าของรังสีรวม และรังสีกระจาย



รูปที่ 29 ไพราโนมิเตอร์แบบใช้ลูกบอลบ่งสร้างรังสีตรง (ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2542)

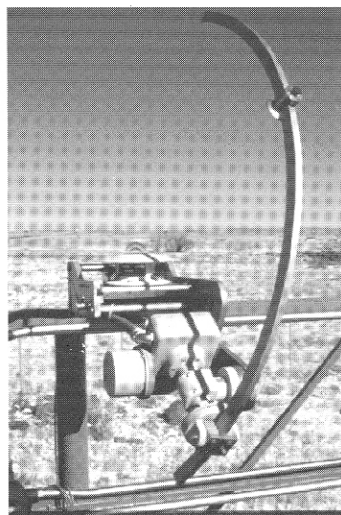
4.3 เครื่องวัดรังสีกระจาย

การวัดรังสีกระจาย จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเรื่องของการออกแบบใช้แสงสว่างธรรมชาติในอาคาร การหาค่ารังสีกระจายอาจได้



รูปที่ 28 อุปกรณ์บังรังสีตรงชนิดที่ต้องปรับมุมด้วยมือ ทุก 2-3 วัน เพื่อให้เงาบังรังสี ไม่ให้ตกกระทบบังไพราโนมิเตอร์ (ที่มา : <http://www.paslink.org>, 2002)

ค่าจากการคำนวณ ถ้าทราบค่าของรังสีรวมและรังสีตรง หรือจะใช้ ไพราโนมิเตอร์แบบ thermoelectric sensor โดยติดตั้งอุปกรณ์เสริม เพื่อบังรังสีดวงอาทิตย์ไม่ให้ตกกระทบบังไพราโนมิเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์บังรังสีนี้อาจจะมีรูปร่างต่างๆกัน เช่น ลักษณะเป็นแถบเพื่อสร้างเงาบัง (shadow band) หรือ ลักษณะเป็นลูกบอล (solar tracker) ให้เคลื่อนบังรังสีตลอดเวลา



รูปที่ 30 เครื่องวัดรังสีกระจาย ที่มีอุปกรณ์บังรังสีตรง ที่มี solar tracker ไม่ให้กระทบบังไพราโนมิเตอร์ (ที่มา : <http://redc.nrel.gov>, 2002)

หลักในการเลือกเครื่องมือเพื่อการใช้งาน

การเลือกใช้เครื่องมือควรพิจารณาจากคุณสมบัติของเครื่องมือ และความจำเป็น หรือวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- พิจารณาช่วงความสามารถในการวัดของเครื่องมือซึ่งจะต้องครอบคลุมช่วงข้อมูลที่ต้องบันทึกได้
- พิจารณาค่าความละเอียดของข้อมูลที่เครื่องมือสามารถวัดได้ เช่น วัดค่าทศนิยมหรือไม่
- ดูค่าเวลาหรือความรวดเร็ว ในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ต้องบันทึก
- การบำรุงรักษา ความถี่หรือความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับเทียบ (calibrate) เครื่องมือ และผู้ที่จะสามารถทำการปรับเทียบได้รวมทั้งค่าใช้จ่าย
- รูปร่างของเครื่องมือเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการวัดหรือไม่ เช่น ขนาดของหัววัดความเร็วลม สามารถใช้กับขนาดของหุ่นจำลองที่ต้องการได้หรือไม่
- ความทนทานต่อการใช้งาน
- ความสามารถ ในการเป็นเครื่องบันทึกข้อมูล จำนวนข้อมูลที่สามารถเก็บได้
- ความยืดหยุ่น ในการใช้งาน การใช้ร่วมกับเครื่องมือชนิดอื่นหรือสลับเปลี่ยนหัววัด
- ความสามารถ ในการโอนถ่ายข้อมูลเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อนำผลไปวิเคราะห์ต่อ

ปัจจุบัน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรได้นำเครื่องมือหลายชนิด ดังกล่าวข้างต้น มาใช้ในการวิจัยและการเรียนการสอน ทั้งระดับปริญญาโท และปริญญาตรีโดยได้รับการสนับสนุนด้านเครื่องมือจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ซึ่งนับเป็นโอกาสอันดีที่ทำให้นักศึกษาได้มีโอกาสหาความรู้โดยการค้นคว้าทดลองตามความสนใจของตนเองได้มากขึ้น ดังนั้นความเข้าใจในเรื่องเครื่องมือต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นนอกจากจะช่วยให้นักศึกษา หรือ ผู้วิจัยผลิตผลงานที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือแล้ว ยังเป็นประโยชน์ในการช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องมืออันเป็นสมบัติส่วนรวมที่ต้องใช้ร่วมกันให้ยาวนานที่สุดด้วย

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียมสำหรับประเทศไทย. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2542.

“เอกสารประกอบการสัมมนา หลักการวัดและเทคโนโลยีเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม”. บริษัท เอ็นเทค แอสโซซิเอท จำกัด, เอกสารถ่ายสำเนา, 2544.

“เอกสารประกอบการสัมมนา เทคโนโลยีของเครื่องมือวัดและหลักการเลือกใช้งาน”. บริษัท เอ็นเทค แอสโซซิเอท จำกัด, เอกสารถ่ายสำเนา, 15 กันยายน 2544.

ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์ทางพลังงาน อังกฤษ-ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน, 2541.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 1997 ASHRAE Handbook Fundamentals SI Edition. 1997.

Clark, R.P., and O.G.Edholm. Man and His Thermal Environment. London: Edward Arnold (Publishers), 1985.

Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory, U.S.Department of Commerce. Measured Radiation Quantities [Online]. Accessed 6 April 2002. Available from <http://www.cmdl.noaa.gov/star/starmeas.html>

Cowan, Henry J., and John Dixon. Building Science Laboratory Manual. London: Applied Science Publishers, 1978.

Cowan, Henry J., and Peter R. Smith. Environmental Systems. New York: Van Nostrand Reinhold., 1983.

Omega. Complete Temperature Measurement Handbook and Encyclopedia. Omega Engineering, 1986.

Solar Radiation Monitoring Laboratory, University of Oregon. Calculating Diffuse Radiation Values [Online]. Accessed 6 April 2002. Available from <http://solarat.uoregon.edu/DiffuseCalculation.html>

Testo. Testo Portable Measuring Instruments 2001. Lenzkirch, Germany, 2001.

ที่มาของรูปภาพจากสื่อคอมพิวเตอร์

รูปที่1 <http://www.mgsscientific.com/promotions/>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่10,11 <http://www.omega.com>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่12 <http://www.perret-optic.ch>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่13 <http://www.slln.fi.edu/ga99/attic1/inline/Bar01c.jpg>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่14 http://www.calcofi.org/photos/equip/sling_psychrometer.jpg. Accessed 30 April 2002.

รูปที่15 <http://www.kweather.co.kr/equipment/images/pg-522-1.jpg>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่16 <http://www.yesinc.com/products/data/dph2020>. Accessed 5 May 2002.

รูปที่20 <http://www.airflow.com/avg.jpg>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่21 http://www.ncnerr.org/.../current/wthr-descr/weather_desc.htm. Accessed 30 April 2002.

รูปที่22 <http://www.plaspencelli.co.uk/fieldstudies/equipment.htm>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่25 <http://www.novalyx.com/images/240-120-2.jpg>. Accessed 30 April 2002.

รูปที่27 <http://www.gong.noao.edu/sites/pyrheliometer.html>. Accessed 17 July 2002.

รูปที่29 <http://www.paslink.org/cell/climate.htm>. Accessed 17 July 2002.

รูปที่30 http://redc.nrel.gov/solar/new_data/srml/pictures/srr105.jpg. Accessed 30 April 2002.