หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

วังอักษร

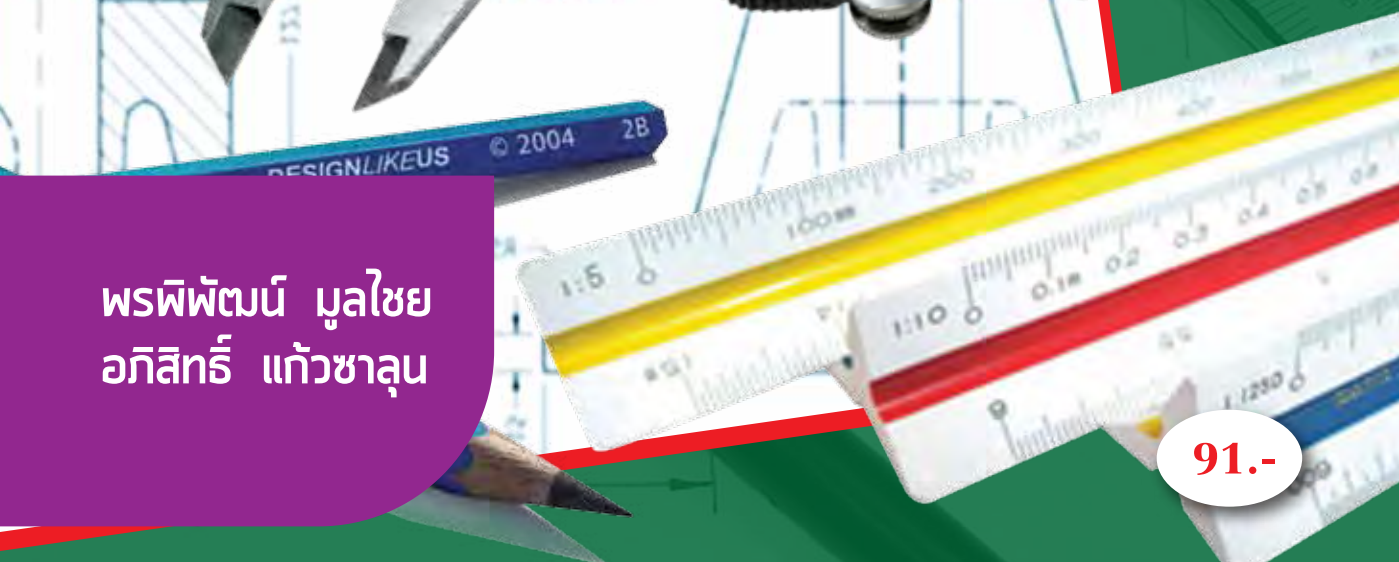
รหัสวิชา 20110-2108

(ประเภทวิชาอุตสาหกรรม)

ได้ผ่านการตรวจการประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ครั้งที่ 2
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก ประกาศลำดับที่ 349

งานวัดละเอียด

Precision Measurements



พรพิพัฒน์ มูลไชย
อภิสิทธิ์ แก้วซาลุน

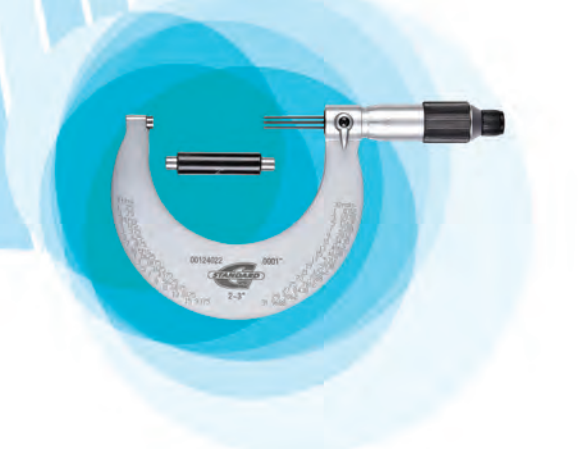
91.-

งานวัดละเอียด

(Precision Measurements)

รหัสวิชา 20110-2108

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย
พรพิพัฒน์ มูลไชย
คอ.บ. (เครื่องกล)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
อภิสิทธิ์ แก้วซาลุน
คอ.บ. (อุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมวัน

งานวัดละเอียด

(Precision Measurements)

ISBN 978-616-495-065-8

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย..
บริษัทวังอักษร จำกัด
69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่
กรุงเทพฯ 10600
โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile : 08-8585-1521
Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร E-mail Address : wangaksorn9@gmail.com

วังอักษร

http://www.wangaksorn.com

ID Line : @wangaksorn

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2562

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537
โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน
ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทวังอักษร จำกัด เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้เป็นสิทธิ์โดยชอบด้วยกฎหมายของ
เจ้าของแต่ละราย โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

งานวัดละเอียด

(Precision Measurements)

รหัสวิชา 20110-2108

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบ
2. มีทักษะในการปฏิบัติงานด้านเครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบ สอบเทียบ (Calibration) จัดเก็บและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด
3. มีเจตคติและกิจนิสัยในการทำงานที่มีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบ
2. ใช้เครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบ ตามหลักการและกระบวนการ
3. บำรุงรักษาเครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบหลังการใช้งานตามคู่มือ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับชนิด หน้าที่ การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียดทั้งแบบมีขีดมาตราและไม่มีขีดมาตรา รวมถึงวิธีการสอบเทียบเครื่องมือวัดตามข้อกำหนดในมาตรฐาน การจัดเก็บและการบำรุงรักษา

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

วิชางานวัดละเอียด รหัสวิชา 20110-2108

ท-ป-น 1-2-2 จำนวน 3 คาบ/สัปดาห์ รวม 54 คาบ

สมรรถนะรายวิชา / หน่วยที่	แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องมือวัด และเครื่องมือตรวจสอบ	ปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	วัดและทดสอบค่าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
1.หน่วยการวัดและเครื่องมือวัดขนาด	✓		
2.เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา	✓	✓	✓
3.เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา	✓	✓	✓
4.เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้	✓	✓	✓
5.เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่	✓	✓	✓
6.งานตรวจสอบและการสอบเทียบเครื่องมือวัด	✓		✓

คำชี้แจงของผู้เรียบเรียง

วิชางานวัดละเอียด รหัสวิชา 20110-2108 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 6 บทเรียน **ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated)** ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวนเพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co–investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใดเป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมเข้าสู่อาชีพประชาคมระดับอาเซียน

พรพิพัฒน์ มูลไชย
อภิสิทธิ์ แก้วซาลุน

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 หน่วยการวัดและเครื่องมือวัดขนาด	**1**
ความหมายของเครื่องมือวัดและการวัด	2
ระบบหน่วยในงานวัดละเอียด	3
การวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบ	9
ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด	10
ค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียด	12
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	13
บทที่ 2 เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา	**16**
คาลิเปอร์ (วงเวียนถ่ายขนาด)	17
เทเลสโคปิกเกจ	23
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	27
ใบงานที่ 2.1	31
ใบงานที่ 2.2	35
ใบงานที่ 2.3	39
บทที่ 3 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา	**43**
บรรทัดเหล็ก	44
ใบวัดมุมและบรรทัดวัดมุมแบบยูนิเวอร์แซล	54
ฉากช่างกลและฉากผสม	65
ขาตั้งคอมพาเรเตอร์และนาฬิกาวัดผิว	72
หวีวัดเกลียวและระดับน้ำช่างกล	77
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	81
ใบงานที่ 3.1	85
ใบงานที่ 3.2	88
ใบงานที่ 3.3	91
ใบงานที่ 3.4	95
ใบงานที่ 3.5	99

หน้า

บทที่ 4 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้ **103**

เวอร์เนียคาลิเปอร์ 104

ไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์ 119

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 126

ใบงานที่ 4.1 132

ใบงานที่ 4.2 136

ใบงานที่ 4.3 140

ใบงานที่ 4.4 144

ใบงานที่ 4.5 148

ใบงานที่ 4.6 152

บทที่ 5 เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่ **156**

เกจบล็อก 157

เกจสวม 163

เกจก้ามปู 165

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 168

ใบงานที่ 5.1 170

ใบงานที่ 5.3 173

ใบงานที่ 5.3 177

บทที่ 6 งานตรวจสอบและการสอบเทียบเครื่องมือวัด **180**

งานตรวจสอบ 181

การสอบเทียบเครื่องมือวัด 186

แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ 190

ใบงานที่ 6.1 193

ใบงานที่ 6.2 196

ใบงานที่ 6.3 199

ใบงานที่ 6.4 202

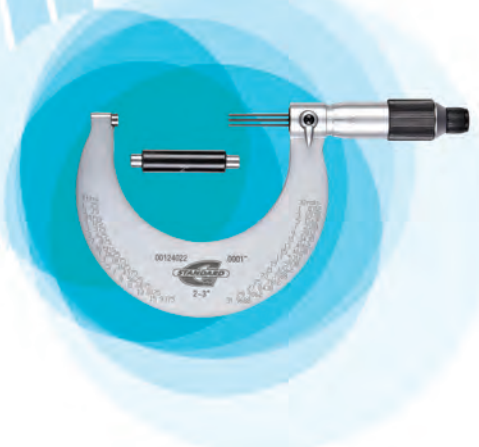
ใบงานที่ 6.5 205

คำถามเพื่อทบทวน 209

คำศัพท์ 211

บรรณานุกรม **214**

งานวัดละเอียด

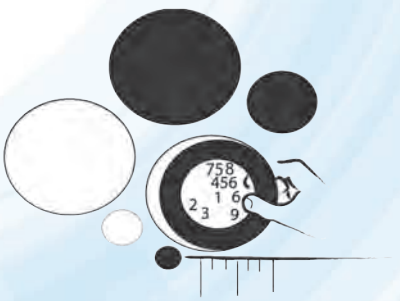


บทที่ 1

หน่วยการวัดและเครื่องมือวัดขนาด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)
หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. เข้าใจและอธิบายความหมายของเครื่องมือวัดและการวัดได้
2. บอกหน่วยการวัดระบบอังกฤษและระบบเมตริกได้
3. อธิบายการวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบได้
4. อธิบายถึงลักษณะของเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตราได้
5. อธิบายถึงลักษณะของเครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราได้
6. บอกค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียดได้



บทที่ 1 หน่วยการวัดและเครื่องมือวัดขนาด

ความหมายของเครื่องมือวัดและการวัด

เครื่องมือวัด (Measurement Tools) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างหรือออกแบบมาเพื่อใช้วัดมิติของชิ้นงาน

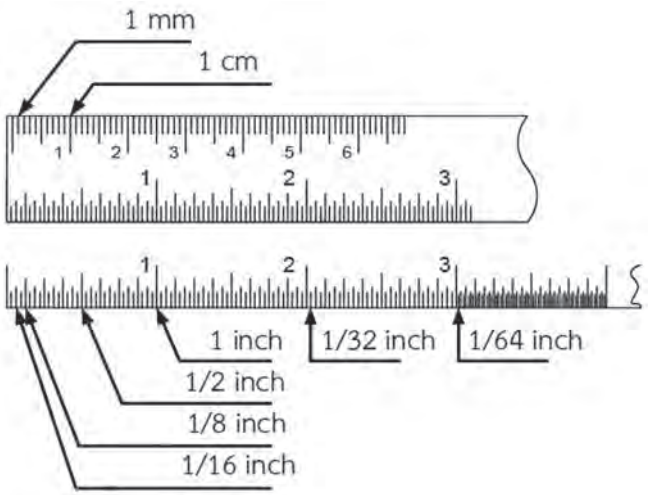
การวัดขนาด (Measurement) มีความหมายถึง วิธีการเปรียบเทียบขนาดกับตัววัดหรือเครื่องมือวัดที่กำหนดไว้กับมาตรฐานในการบอกขนาด เพื่อให้ทราบมิติของชิ้นงานนั้นว่าเป็นเท่าใด อธิบายความหมายของการวัดขนาดให้เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้เชือกพันรอบท่อกลม 1 รอบ ตัดเชือกออก แล้วคลายเชือกนั้นไปวางทาบบนไม้บรรทัดเพื่อหาขนาดของเส้นรอบวงของท่อกลม เป็นต้น

จุดมุ่งหมายของการวัดขนาด คือ การให้ได้มาซึ่งข้อมูลของขนาด เพื่อการควบคุมและตรวจสอบขนาดและรูปทรงของชิ้นงาน ความละเอียดในการวัดจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อคงความเที่ยงตรงทั้งการสร้างและการประกอบชิ้นงานต่าง ๆ

ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้พื้นฐานของการวัดละเอียดไม่ว่าจะเป็น ประเภทของเครื่องมือวัด ระบบหน่วยที่ใช้ในการวัด การอ่านค่าบนสเกลของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการปฏิบัติงาน การนำเครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ ไปใช้งานให้ถูกต้องตามลักษณะของเครื่องมือวัดและเหมาะสมกับลักษณะงาน

ระบบหน่วยในงานวัดละเอียด

งานวัดละเอียดนั้นมีหน่วยการวัดที่นิยมใช้กันหลายระบบ โดยแต่ละระบบนั้นสามารถที่จะปรับค่าหน่วยข้ามไปมาระหว่างระบบได้โดยขนาดที่แท้จริงยังคงเท่าเดิม ระบบในการวัดที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 2 ระบบ คือ ระบบอังกฤษ (British System, BS) และระบบเมตริก (Metric System, SI) หรือเรียกง่าย ๆ ว่า **ระบบวัดเป็นนิ้ว (inch)** กับ **วัดเป็นมิลลิเมตร (mm)** ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบการวัดความยาวของระบบอังกฤษและระบบเมตริก

ระบบอังกฤษเป็นระบบที่ใช้กันในสหรัฐอเมริกา ซึ่งใช้หน่วยของการวัดเป็นนิ้ว ฟุต ไมล์ ไพน์ ควอตซ์ และแกลลอน พวกเขาจะเข้าใจในความหมายของคำว่า “ลูกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว” ซึ่งช่างบางประเทศกลับคุ้นเคยกับขนาด 76.2 มิลลิเมตรมากกว่า 3 นิ้ว เพราะหนึ่งนิ้วเท่ากับ 25.4 mm รูปที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบการวัดของทั้ง 2 ระบบ

ระบบเมตริกจะเป็นระบบที่นิยมใช้กันมากกว่า ซึ่งจะอ้างอิงกับการวัดมูลฐาน 3 อย่าง คือ ความยาวเป็นเมตร (m) ปริมาตรเป็นลิตร (L) และน้ำหนักเป็นกรัม (g) โดยทั่วไป ระบบเมตริกจะเป็นระบบที่นิยมใช้กันมากกว่า เพราะง่ายต่อการเข้าใจ เนื่องจากระบบนี้อ้างอิงกับการคูณ 10 แล้วใช้ตัวอุปสรรคนำหน้าแทน เช่น 10 มิลลิเมตร (mm) มีค่าเท่ากับ 1 เซนติเมตร (cm) หรือ 100 เซนติเมตรเท่ากับ 1 เมตร (m) เป็นต้น ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอังกฤษ เช่น 12 นิ้วเท่ากับ 1 ฟุต หรือ 3 ฟุตเท่ากับ 1 หลา และ 1760 หลา เท่ากับ 1 ไมล์ (5280 ฟุต หรือ 63,360 นิ้ว) แล้ว จะเห็นว่าระบบเมตริกเข้าใจได้ง่ายกว่า

ในการวัดขนาดที่มีขนาดเล็กในระบบอังกฤษ จะใช้เป็นสัดส่วนของนิ้ว (รูปที่ 1.1) เช่น 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 และ 1/64 ซึ่งในบางครั้งปริมาณเหล่านี้อาจจะเล็กไม่เพียงพอ เพราะสำหรับที่มีความละเอียดสูงนั้นอาจจะขนาดวัดเป็นเศษส่วนพัน เช่น ระยะหลวมของลูกปืนเป็น 0.002 นิ้ว (สองส่วนพันนิ้ว) เป็นต้น

1 ระบบอังกฤษ

หน่วยวัดระบบอังกฤษเป็นหน่วยวัดที่เป็นที่นิยมในโรงงานต่าง ๆ เช่น อู่ โรงกลึง หรือโรงงาน เป็นต้น หน่วยการวัดของระบบอังกฤษมีการอ่านค่าเป็นนิ้ว และแบ่งออกเป็นส่วน ๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ (″) ข้างหลังตัวเลข เช่น 1″ หมายถึง 1 นิ้ว และ (′) หมายถึง ฟุต

มาตรส่วนระบบอังกฤษ

12″	เป็น	1	ฟุต
36″	เป็น	1	หลา
3 ฟุต	เป็น	1	หลา
5,280 ฟุต	เป็น	1	ไมล์
1,760 หลา	เป็น	1	ไมล์

และใน 1″ (หนึ่งนิ้ว) จะถูกแบ่งส่วนออกเป็น

1/2″	เท่ากับ	0.5	นิ้ว
1/4″	เท่ากับ	0.25	นิ้ว
1/8″	เท่ากับ	0.125	นิ้ว
1/16″	เท่ากับ	0.0625	นิ้ว
1/32″	เท่ากับ	0.03125	นิ้ว
1/64″	เท่ากับ	0.015625	นิ้ว

2 ระบบเมตริก

ระบบหน่วยเมตริกนั้นเป็นที่นิยมและเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้งานทั่วโลก เป็นหน่วยวัดที่สามารถวัดขนาดชิ้นงานได้ละเอียด เหมาะสำหรับการวัดชิ้นงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง และยังเป็นระบบหน่วยที่ได้รับการยอมรับจากองค์มาตรฐานนานาชาติ (ISO) อีกด้วย ระบบเมตริกจะมีหน่วยฐานทั้งหมด 7 หน่วย ดังตารางที่ 1.1 ได้แก่

ตารางที่ 1.1 หน่วยฐานของระบบเมตริก

ปริมาณฐาน (Base Quantities)	หน่วย (Units) ที่ใช้	สัญลักษณ์ (Symbols)
1) ความยาว	เมตร	m
2) มวล	กิโลกรัม	kg
3) เวลา	วินาที	s
4) กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A
5) อุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์	เคลวิน	K
6) ปริมาณของสาร	โมล	mol
7) ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	cd

ปริมาณที่ 1 ถึง 3 ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในเรื่องกลศาสตร์ รวมถึงการผสมกันเพื่อกลายเป็นหน่วยอนุพันธ์ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

การใช้ระบบเมตริกวัดขนาดนั้นมักจะใช้ร่วมกับการคูณด้วยเลข 10 ยกกำลัง แล้วใช้คำอุปสรรค (Prefix) นำหน้าแทน คำอุปสรรคเป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวพหุคูณ ใช้วางหน้าหน่วย เพื่ออธิบายปริมาณที่มีค่ามากหรือน้อย คำอุปสรรคที่จะพบบ่อย ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 คำอุปสรรค

คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวพหุคูณ	คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวพหุคูณ
เทระ (tera)	T	10^{12}	เดซิ (deci)	d	10^{-1}
จิกะ (giga)	G	10^{9}	เซนติ (centi)	c	10^{-2}
เมกะ (mega)	M	10^{6}	มิลลิ (milli)	m	10^{-3}
กิโล (kilo)	K	10^{3}	ไมโคร (micro)	μ	10^{-6}
เฮกโต (hecto)	h	10^{2}	นาโน (nano)	N	10^{-9}
เดคะ (deca)	da	10	พิโค (pico)	p	10^{-12}

ตัวอย่างเช่น ถ้าสมมุติให้ความยาวของคลื่นมีค่า 0.000 000 005 เมตร จะเห็นได้ว่าค่านั้นมีขนาดเล็กมาก ดังนั้น การเขียนค่าโดยใช้คำอุปสรรคจะสะดวกกว่า ดังนี้

ความยาวคลื่น = 0.000 000 005 m = 5×10^{-9} m = 5 nm เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 1.1 ระยะทางระหว่างดวงอาทิตย์กับโลกมีค่าประมาณ 149,600,000,000 เมตร คิดเป็นกี่เมกะเมตร

วิธีทำ

ระยะทาง = 149 600 000 000 m

= $149\,600 \times 10^{6}$ m = 149 600 Mm

ตัวอย่างที่ 1.2 หินก้อนหนึ่งมีมวล 5320 กรัม คิดเป็นกี่กิโลกรัม

วิธีทำ

มวล = 5320 g

= 5320 kg/k

= $5320/10^{3}$ kg = 5.320 kg

3 หน่วยอนุพันธ์

หน่วยอนุพันธ์ เป็นการนำหน่วยฐานในระบบเมตริกหลาย ๆ หน่วยมารวมกัน ตัวอย่างเช่น แรง ซึ่งมีหน่วยเป็นนิวตัน (N) เกิดจากผลคูณของมวลกับความเร่ง ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

$$\begin{array}{ccccc} F & = & m & \times & a \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ N & = & kg & \times & (m/s^2) \end{array}$$

ดังนั้น N จึงเป็นหน่วยอนุพันธ์ ซึ่งเกิดจากการรวมกันของ kg, m และ s ซึ่งเป็นหน่วยฐาน ตารางที่ 1.3 เป็นตัวอย่างของหน่วยอนุพันธ์ที่จะพบได้บ่อย

ตัวอย่างที่ 1.3 ตัวอย่างหน่วยอนุพันธ์ที่พบได้บ่อย

ปริมาณฐาน (Base Quantities)	หน่วย (Units) ที่ใช้	สัญลักษณ์ (Symbols)
พื้นที่	ตารางเมตร	m^2
ปริมาตร	ลูกบาศก์	m^3
ความเร็ว	เมตร/วินาที	m/s
ความเร่ง	เมตร/วินาที^{2}	m/s^2
แรง	นิวตัน	N => $kg \cdot m/s^2$
งาน	จูล	J => $N \cdot m$
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz => s^{-1}
ความดัน	ปาสคาล	Pa => N/m^2

4 การแปลงหน่วย

การแปลงหน่วยการวัดก็ถือเป็นอีกหนึ่งเรื่องที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างกว้างขวาง การแปลงหน่วยนั้นสามารถที่จะแปลงจากหน่วยการวัดระบบหนึ่งมาเป็นหน่วยการวัดอีกระบบหนึ่งได้ เช่น การแปลงหน่วยการวัดจากระบบอังกฤษมาเป็นระบบเมตริก หรือการแปลงหน่วยจากหน่วยใหญ่ลงมาหาหน่วยเล็กหรือหน่วยเล็กขึ้นไปหาหน่วยใหญ่ เป็นต้น โดยจะมีการใช้ตารางเปลี่ยนหน่วย (Conversion Factor) ดังตัวอย่าง ในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ตัวอย่างตารางแปลงหน่วย

ตารางแปลงหน่วย

จาก	แปลงเป็น	ตัวคูณ
ปริมาตร		
แกลลอน (อังกฤษ)	แกลลอน (อเมริกา)	1.2
แกลลอน (อเมริกา)	แกลลอน (อังกฤษ)	0.83
แกลลอน (อังกฤษ)	ลิตร	4.5
ลิตร	แกลลอน (อังกฤษ)	0.22
ลิตร	ลูกบาศก์เมตร	0.001
ลูกบาศก์ฟุต	ลิตร	28.32
ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์ฟุต	35.31
ลูกบาศก์หลา	ลูกบาศก์เมตร	0.7641
ปริมาณการไหลของน้ำ		
แกลลอน (อเมริกา)/นาที	ลูกบาศก์เมตร/วินาที	0.0000631
แกลลอน (อังกฤษ)/นาที	ลูกบาศก์เมตร/วินาที	0.0000523
แกลลอน (อังกฤษ)/นาที	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	0.272
ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	แกลลอน/นาที	3.67
ความเร็ว		
ฟุต/นาที	เมตร/วินาที	0.00508
ฟุต/วินาที	เมตร/วินาที	0.3048
กิโลเมตร/ชั่วโมง	เมตร/วินาที	0.2778
ไมล์/ชั่วโมง	เมตร/วินาที	0.4470
ไมล์/นาที	เมตร/วินาที	26.8224

ตัวอย่างที่ 1.3 กล่องใบหนึ่งมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เมตร จะมีปริมาตรเป็นกี่ลูกบาศก์ฟุต

วิธีทำ จากตารางที่ 1.4

ลูกบาศก์เมตร แปลงเป็นลูกบาศก์ฟุตให้คูณด้วย 35.31

ดังนั้น 50 ลูกบาศก์เมตร = 50 × 35.31 = 1765.5 ลูกบาศก์ฟุต

ตัวอย่างที่ 1.4 รถยนต์มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จะมีความเร็วกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

วิธีทำ จากตารางที่ 1.4

กิโลเมตรต่อชั่วโมง แปลงเป็นเมตรต่อวินาทีให้คูณด้วย 0.2778

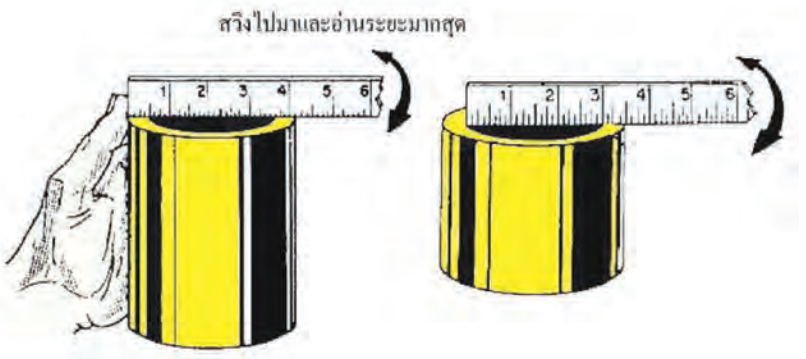
ดังนั้น เมตรต่อวินาที แปลงเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมงให้หารด้วย 0.2778

10 เมตรต่อวินาที = 10 / 0.2778 = 36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตารางแปลงหน่วยสามารถดูเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก

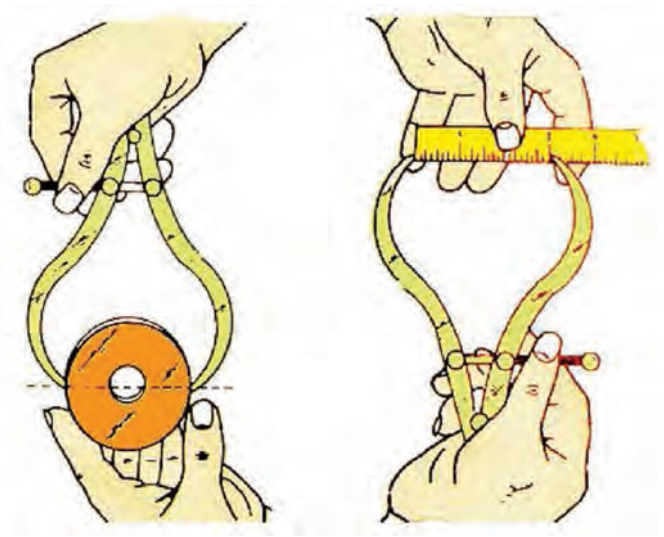
การวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบ

เครื่องมือวัดความยาวประเภทบรรทัดเหล็กหรือตลับเมตร จะมีการระบุสเกลไว้บนเครื่องมือเลย หลักการวัดคือ การนำอุปกรณ์เหล่านี้ไปทาบกับสิ่งที่ต้องการวัด และอ่านค่าขนาดโดยสายตา วิธีนี้เรียกว่า "การวัดโดยตรง" ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การวัดโดยตรง

การวัดโดยตรงความแม่นตรงจะมีข้อจำกัดอยู่ที่ตำแหน่งในการมอง ยิ่งไปกว่านั้นถ้าการวัดกระทำกับสิ่งที่ไม่แบนราบ เช่น ชิ้นงานทรงกลม ความคลาดเคลื่อนยิ่งมากขึ้น วิธี **"การวัดเพื่อเปรียบเทียบ"** จึงถูกนำมาใช้เพื่อลดข้อผิดพลาดเหล่านี้ การวัดเพื่อเปรียบเทียบจะใช้เครื่องมือพิเศษอื่น ๆ มาทำหน้าที่ **"ถ่ายทอดขนาดจริงของสิ่งที่จะวัด"** แล้วนำไปอ่านค่าขนาดกับมาตรวัดมาตรฐาน ตัวอย่าง เช่น การใช้ขาของคาลิเปอร์วัดสัมผัสกับชิ้นงาน แล้วจึงนำไปทาบกับสเกลของบรรทัดเหล็กเพื่ออ่านค่า ดังรูปที่ 1.3 คาลิเปอร์จึงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือถ่ายทอดขนาด และบรรทัดเหล็กเป็นมาตรวัดมาตรฐาน เป็นต้น



รูปที่ 1.3 การวัดเปรียบเทียบ

ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด

เครื่องมือวัดละเอียดที่นิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมนั้น มีอยู่หลากหลายรูปแบบและลักษณะของการใช้งาน รวมทั้งความละเอียดในการบอกค่าด้วย โดยจำแนกได้ดังนี้

1 เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา (Non-Scale Measuring Tools)

เครื่องมือวัดแบบที่ไม่มีขีดมาตรา คือ เครื่องมือวัดที่ไม่มีตัวเลขบอกขนาดปรากฏอยู่บนเครื่องมือ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อเปรียบเทียบ ใช้สำหรับถ่ายทอดขนาดของชิ้นงานไปยังอีกชิ้นหนึ่งหรือไปยังเครื่องมือวัดที่มีขีดมาตรา หากต้องการทราบค่าขนาดที่ทำการวัดที่ใช้กันมาก คือ คาลิเปอร์ (Caliper) ซึ่งมี 2 ชนิด ดังรูปที่ 1.4 คือ คาลิเปอร์วัดนอก (Outside Caliper) และคาลิเปอร์วัดใน (Inside Caliper)

รูปที่ 1.4 คาลิเปอร์

2 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา (Scale Measuring Tools)

เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา เป็นเครื่องมือวัดที่มีความสะดวกรวดเร็วในการทำงานมากกว่าเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา เพราะว่าสามารถอ่านตัวเลขบนขีดสเกลของเครื่องมือวัดได้เลย แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่ (Fixed Scale) และเครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้ (Sliding Scale)

ก) เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่ คือ เครื่องมือวัดที่มีขีดมาตราประทับอยู่ที่เรือนของเครื่องมือวัดโดยไม่สามารถขยับหรือเลื่อนขีดมาตราเหล่านั้นได้ เช่น บรรทัดเหล็ก ตลับเมตร หวีวัดเกลียว ฉากผสม ฟีลเลอร์เกจ เกจวัดรัศมี ดังรูปที่ 1.5 เป็นต้น

รูปที่ 1.5 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่แบบต่างๆ

ข) เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้ คือ เครื่องมือวัดที่สามารถขยับหรือเลื่อนขีดมาตราที่อยู่บนตัวของเครื่องมือวัดตามขนาดต่าง ๆ ของชิ้นงานได้ เช่น เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ไมโครมิเตอร์ ดังรูปที่ 1.6 เป็นต้น

รูปที่ 1.6 เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์และไมโครมิเตอร์