

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพหนังสือเรียนอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ครั้งที่ 1 ประกาศลำดับที่ 367



รหัสวิชา 20101-2009

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

งานวัดละเอียดช่างยนต์

Auto-mechanic Precision Measurements Job



ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิสร

128.-

งานวัดละเอียดช่างยนต์

(Auto-mechanic Precision Measurements Job)

รหัสวิชา 20101-2009

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย

ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิรส

วท.บ. (ทอ. วิศวกรรมเครื่องกล)

M.Sc. (Mechanical Engineering)

งานวัดละเอียดช่างยนต์

(Auto-mechanic Precision Measurements Job)

ISBN 978-616-495-037-5

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย....

บริษัทวังอักษร จำกัด



69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile 08-8585-1521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

ID Line : @wangaksorn

<http://www.wangaksorn.com>



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2563

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
ไปทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางบริษัทฯ เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้
เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

งานวัดละเอียดช่างยนต์

(Auto-mechanic Precision Measurements Job)

รหัสวิชา 20101-2009



จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการอ่าน การใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียด
2. สามารถใช้เครื่องมือวัดละเอียดตรวจวัดชิ้นส่วนในงานช่างยนต์
3. มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม



สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและวิธีการใช้เครื่องมือวัดละเอียดในงานช่างยนต์
2. ปรับตั้ง บำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียดในงานช่างยนต์
3. ตรวจวัดชิ้นส่วนในงานช่างยนต์
4. วิเคราะห์สภาพของชิ้นส่วนในงานช่างยนต์ตามคู่มือ



คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดละเอียด การอ่านค่า การตรวจวัดและวิเคราะห์สภาพชิ้นส่วน การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียดในงานช่างยนต์

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

วิชา งานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 20101 - 2009

ท-ป-น 1-3-2 จำนวน 4 คาบ/สัปดาห์ รวม 72 คาบ

หน่วยที่	สมรรถนะรายวิชา	แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและวิธีการใช้เครื่องมือวัดละเอียดในงานช่างยนต์	ปรับตั้ง บำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียดในงานช่างยนต์	ตรวจวัดชิ้นส่วนในงานช่างยนต์	วิเคราะห์สภาพของชิ้นส่วนในงานช่างยนต์ตามคู่มือ
1. หน่วยการวัดและเครื่องมือวัดขนาด		✓	✓		
2. เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา		✓	✓		
3. เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้		✓	✓		
4. การวัดขนาดกระบอกสูบ ลูกสูบ และแหวนลูกสูบ				✓	✓
5. การวัดขนาดเพลาลูกเบี้ยว				✓	✓
6. การวัดขนาดฝาสูบและวาล์ว				✓	✓
7. การวัดและปรับตั้งระยะห่างวาล์ว				✓	✓
8. การวัดขนาดเพลาช้อเหวี่ยง				✓	
9. การวัดขนาดดิสก์เบรกและตรัมเบรก			✓	✓	✓

คำนำ

วิชาการวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 20101-2009 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพกลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 9 บทเรียน **ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated)** ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวน เพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ **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) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

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

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสาวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือที่ใช้ประกอบในการเรียบเรียงไว้ ณ โอกาสนี้

ผศ. น.อ. รามจิตติ ฤทธิศร

สารบัญ

บทที่ 1 หน่วยการวัดและเครื่องมือวัดขนาด	1
ความหมายของเครื่องมือวัดและการวัด	2
ระบบหน่วยในงานวัดละเอียด	2
การวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบ	8
ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด	9
ค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียด	11
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	12
บทที่ 2 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา	14
บรรทัดเหล็ก	15
ใบวัดมุมและบรรทัดวัดมุมยูนิเวอร์แซล	25
ฉากข้างกลและฉากผสม	33
ขาตั้งคอมพารเตอรฺ์และนาฬิกาวัดผิว	38
หัววัดเกลียวและระดับน้ำข้างกล	42
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	46
บทที่ 3 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้	49
เวอร์เนียร์คาลิเปอร์	50
ไมโครมิเตอร์คาลิเปอร์	63
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	70
บทที่ 4 การวัดขนาดกระบอกสูบ ลูกสูบ และแหวนลูกสูบ	75
ความสำคัญของบริการกระบอกสูบ ลูกสูบ และแหวนลูกสูบ	76
การวัดขนาดกระบอกสูบ	78
โครงสร้างของ ลูกสูบ	83
การวัดขนาดความโตลูกสูบ	84
การวัดระยะห่างปากแหวนลูกสูบ (Piston Ring End Gap)	85
การวัดระยะห่างช่องว่างแหวนลูกสูบ (Piston Ring Ring Groove Clearance)	87
การวัดความโก่งเสียลูกสูบ (Inspect Cylinder Block for Warp)	89
การวัดระยะโผล่หัวลูกสูบ (Piston Protrusion)	91
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	93

ใบงานที่ 4.1 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ	96
ใบงานที่ 4.2 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ	98
ใบงานที่ 4.3 งานวัดความเร็วรอบกระบอกสูบ	100
ใบงานที่ 4.4 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักลูกสูบ	103
ใบงานที่ 4.5 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบูชสลักลูกสูบ	105
ใบงานที่ 4.6 งานวัดความคดงอและบิดเบี้ยวของก้านสูบ	107
ใบงานที่ 4.7 งานวัดการสึกหรอแบริ่งก้านสูบ	109
ใบงานที่ 4.8 งานวัดระยะรุนก้านสูบ	111
ใบงานที่ 4.9 งานวัดระยะปากแหวนลูกสูบ	113
ใบงานที่ 4.10 งานวัดระยะห่างร่องแหวนลูกสูบกับแหวนลูกสูบ	115

บทที่ 5 การวัดขนาดเพลาลูกเบี้ยว 118

ลักษณะและหน้าที่เพลาลูกเบี้ยว	119
ระยะโค้งเพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft Run-out)	120
การวัดความโตลูกเบี้ยว (Cam Lobe Height)	121
การวัดความโตเพลาลูกเบี้ยวที่จุดรองรับ (Camshaft Journal)	122
ระยะช่องว่างน้ำมันหล่อลื่นเพลาลูกเบี้ยว (Oil Clearance)	123
ระยะขยับเพลาลูกเบี้ยวตามแกนเพลาลูกเบี้ยว (Camshaft Trust Clearance)	125
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	126
ใบงานที่ 5.1 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาลูกเบี้ยว	128
ใบงานที่ 5.2 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเจอร์นัลของเพลาลูกเบี้ยว	131
ใบงานที่ 5.3 งานวัดความคดงอของเพลาลูกเบี้ยว	134
ใบงานที่ 5.4 งานวัดความสูงลูกเบี้ยวของเพลาลูกเบี้ยว	136
ใบงานที่ 5.5 งานวัดระยะรุนเพลาลูกเบี้ยว	138

บทที่ 6 การวัดขนาดฝาสูบและวาล์ว 140

ฝาสูบโค้ง	141
การวัดขนาดวาล์ว	144
การวัดช่องว่างน้ำมันหล่อลื่นวาล์วไอดี - ไอดีเสีย (Valve Guide Bush Oil Clearance)	148
การวัดขนาดสปริงวาล์ว	151
ลูกถ้วยยกวาล์ว	153
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	157
ใบงานที่ 6.1 งานวัดความโค้งฝาสูบ	160
ใบงานที่ 6.2 งานวัดความโค้งเสื้อสูบ	163
ใบงานที่ 6.3 งานวัดความโค้งหน้าแปลนท่อร่วมไอดีและไอดีเสีย	166

ใบงานที่ 6.4 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านลิ้นไอดีและไอลี	168
ใบงานที่ 6.5 งานวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในปลอกนำลิ้น	170
ใบงานที่ 6.6 งานวัดความเอียงสปริงลิ้น	172
ใบงานที่ 6.7 งานวัดความสูงสปริงลิ้น	174
บทที่ 7 การวัดและปรับตั้งระยะห่างวาล์ว	176
กลไกการกดวาล์ว	177
การวัดและปรับตั้งระยะห่างวาล์วแบบมีกระเดื่องกดวาล์ว	177
การวัดระยะห่างวาล์วแบบขับตรง	180
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	190
ใบงานที่ 7.1 งานวัดระยะช่องว่างปลอกนำลิ้นกับลิ้น	193
ใบงานที่ 7.2 การปรับระยะกระเดื่องกดลิ้น	195
บทที่ 8 การวัดขนาดเพลาค้อเหวี่ยง	197
ลักษณะและหน้าที่เพลาค้อเหวี่ยง	198
การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาค้อเหวี่ยง	199
การวัดระยะโก่งเพลาค้อเหวี่ยง	202
การวัดระยะรุนเพลาค้อเหวี่ยงตามแนวแกนเพล	203
ระยะช่องว่างน้ำมันหล่อลื่นเพลาค้อเหวี่ยง	205
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	208
ใบงานที่ 8.1 งานวัดความคดงอของเพลาค้อเหวี่ยง	211
ใบงานที่ 8.2 งานวัดการสึกหรอของแบร็ลงเพลาค้อเหวี่ยง	213
ใบงานที่ 8.3 งานวัดระยะรุนของเพลาค้อเหวี่ยง	215
บทที่ 9 การวัดขนาดดิสก์เบรกและดรัมเบรก	217
การวัดขนาดดิสก์เบรก	218
การวัดขนาดดรัมเบรก	224
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	229
ใบงานที่ 9 การวัดความหนาของจานเบรก	231
คำถามเพื่อการทบทวน	234
คำศัพท์	238
บรรณานุกรม	243

หน่วยการวัด และเครื่องมือวัดขนาด

บทที่
1

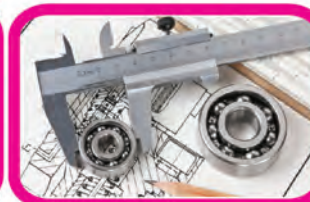
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (BEHAVIORAL OBJECTIVES)
หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถดังนี้

1. อธิบายความหมายของเครื่องมือวัดและการวัดได้
2. จำแนกและใช้งานระบบหน่วยได้
3. แปลงหน่วยการวัดได้
4. อธิบายการวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบได้
5. จำแนกเครื่องมือวัดละเอียดและลักษณะการใช้งานได้ถูกต้อง
6. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียดในงานอุตสาหกรรมได้



บทที่ 1

หน่วยการวัด และเครื่องมือวัดขนาด



ความหมายของเครื่องมือวัดและการวัด

เครื่องมือวัด (Measurement Tools) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างหรือออกแบบมาเพื่อใช้วัดมิติของชิ้นงาน

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

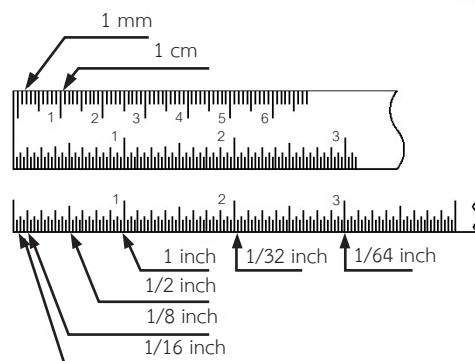
จุดมุ่งหมายของการวัดขนาด คือ การให้ได้มาซึ่งข้อมูลของขนาด เพื่อการควบคุมและตรวจสอบขนาดและรูปทรงของชิ้นงาน ความละเอียดในการวัดจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อคงความเที่ยงตรงทั้งการสร้างและการประกอบชิ้นงานต่าง ๆ

ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้พื้นฐานของการวัดละเอียดไม่ว่าจะเป็นประเภทของเครื่องมือวัด ระบบหน่วยที่ใช้ในการวัด การอ่านค่าบนสเกลของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการปฏิบัติงาน การนำเครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ ไปใช้งานให้ถูกต้องตามลักษณะของเครื่องมือวัดและเหมาะสมกับลักษณะงาน



ระบบหน่วยในงานวัดละเอียด

งานวัดละเอียดนั้นมีหน่วยการวัดที่นิยมใช้กันหลายระบบ โดยแต่ละระบบนั้นสามารถที่จะปรับค่าหน่วยข้ามไปมาระหว่างระบบได้โดยขนาดที่แท้จริงยังคงเท่าเดิม ระบบในการวัดที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 2 ระบบ คือ **ระบบอังกฤษ (British System, BS)** คือ ระบบวัดเป็นนิ้ว (inch) และ **ระบบเมตริก (Metric System)** คือ วัดเป็นมิลลิเมตร (mm) ซึ่งได้มีการพัฒนาหลายครั้งจนได้เป็นระบบวัดแบบเมตริกซ์ SI ย่อมาจากคำว่า (“The International System of Units”) เป็นที่ยอมรับทางการค้าระหว่างประเทศทั่วโลก



รูปที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบการวัดความยาวของทั้งสองระบบวัด

ระบบอังกฤษ

หน่วยวัดระบบอังกฤษเป็นหน่วยวัดที่เป็นที่นิยมในโรงงานต่าง ๆ เช่น อู่ โรงกลึง หรือโรงงาน เป็นต้น หน่วยการวัดของระบบอังกฤษมีการอ่านค่าเป็นนิ้ว และแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ (") ข้างหลังตัวเลข เช่น 1" หมายถึง 1 นิ้ว และ (') หมายถึง ฟุต

การวัดขนาดที่มีขนาดเล็กในระบบอังกฤษ จะใช้เป็นสัดส่วนของนิ้ว (รูปที่ 1.1) เช่น 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 และ 1/64 ซึ่งในบางครั้งปริมาณเหล่านี้อาจจะเล็กไม่เพียงพอ เพราะสำหรับที่มีความละเอียดสูง นั้นอาจจะวัดขนาดเป็นเศษส่วนพัน เช่น ระยะหลวมของลูกปืนเป็น 0.002 นิ้ว ($\frac{2}{1,000}$ นิ้ว) เป็นต้น

มาตรฐานระบบอังกฤษ

12 นิ้ว	เป็น	1	ฟุต
36 นิ้ว	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 นิ้ว	เท่ากับ	0.5	นิ้ว
1/4 นิ้ว	เท่ากับ	0.25	นิ้ว
1/8 นิ้ว	เท่ากับ	0.125	นิ้ว
1/16 นิ้ว	เท่ากับ	0.0625	นิ้ว
1/32 นิ้ว	เท่ากับ	0.03125	นิ้ว
1/64 นิ้ว	เท่ากับ	0.015625	นิ้ว

ระบบหน่วยวัดระหว่างประเทศ SI : International System of Units

ระบบหน่วยวัดระหว่างประเทศ หรือ ระบบ SI เป็นระบบการวัดที่ปรับปรุงมาจากระบบเมตริก โดยเน้นการสร้างมาจากหน่วยฐานทั้งเจ็ดหน่วยและใช้ระบบเลขฐานสิบ ระบบหน่วยเมตริกถือว่าเป็นระบบการวัดที่ใช้แพร่หลายที่สุดในโลกทั้งในชีวิตประจำวันและทางวิทยาศาสตร์ เป็นหน่วยวัดที่สามารถวัดขนาดชิ้นงานได้ละเอียด เหมาะสำหรับการวัดชิ้นงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงและยังเป็นระบบหน่วยที่ได้รับการยอมรับจากองค์การมาตรฐานนานาชาติ (ISO) อีกด้วย หน่วยฐาน SI มีทั้งหมด 7 หน่วย ดังตารางที่ 1.1 ได้แก่

ตารางที่ 1.1 หน่วยพื้นฐานในระบบ SI (SI Base Units)

ปริมาณฐาน (Base Quantities)	หน่วย (Units) ที่ใช้	สัญลักษณ์ (Symbols)
1) ความยาว (Length)	เมตร	m
2) มวล (Mass)	กิโลกรัม	kg
3) เวลา (Time)	วินาที	s
4) กระแสไฟฟ้า (Electric Current)	แอมแปร์	A
5) อุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamic Temperature)	เคลวิน โมล	K mol
6) ปริมาณของสาร (Amount of Substance)	แคนเดลา	cd
7) ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity)		

ปริมาณที่ 1 ถึง 3 ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในเรื่องกลศาสตร์ รวมถึงการผสมกันเพื่อกลายเป็นหน่วยอนุพัทธ์ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

คำนำหน้าหน่วยหรือคำอุปสรรคในระบบเอสไอ (SI Prefixes)

คำนำหน้าหน่วยเป็นสัญลักษณ์ที่ถูกนำมาวางไว้หน้าหน่วย มีจุดประสงค์เพื่อให้การแสดงผลมีความกะทัดรัดมากขึ้นมักจะใช้ร่วมกับการคูณด้วยเลข 10 ยกกำลัง แล้วใช้**คำอุปสรรค (Prefix)** นำหน้าแทน คำอุปสรรคเป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวพหุคูณ ใช้วางหน้าหน่วย เพื่ออธิบายปริมาณที่มีค่ามากหรือน้อย คำอุปสรรคที่จะพบบ่อย ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 คำนำน้าหน่วยหรือคำอุปสรรคในระบบ SI (SI Prefixes)

คำอุปสรรค (Prefix)	สัญลักษณ์ (Symbol)	ตัวพหุคูณ (Factor)	คำอุปสรรค (Prefix)	สัญลักษณ์ (Symbol)	ตัวพหุคูณ (Factor)
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}
เดคา (deca)	da	10	พิโค (pico)	p	10^{-12}

ตัวอย่างเช่น ถ้าสมมุติให้ ความยาวของคลื่นมีค่า 0.000 000 005 เมตร จะเห็นได้ว่าค่านี้มีขนาดเล็กมาก ดังนั้น การเขียนค่าโดยใช้คำอุปสรรคจะสะดวกกว่า ดังนี้

$$\text{ความยาวคลื่น} = 0.000\ 000\ 005\ \text{m} = 5 \times 10^{-9}\ \text{m} = 5\ \text{N}$$

เป็นต้น

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

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{ระยะทาง} &= 149\ 600\ 000\ 000\ \text{m} \\ &= 149\ 600 \times 10^6\ \text{m} = 149\ 600\ \text{Mm}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.2 หินก้อนหนึ่งมีมวล 5,320 กรัม คิดเป็นกิโลกรัม

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\text{มวล} &= 5,320 \frac{1\ \text{kg}}{1,000} \\ &= \frac{5,320}{1,000}\ \text{kg} \\ &= 5.320\ \text{kg}\end{aligned}$$

หน่วยอนุพัทธ์เอสไอ (SI Derived Units)

หน่วยอนุพัทธ์ เป็นการนำหน่วยฐานในระบบ SI หลาย ๆ หน่วยมารวมกัน ตัวอย่างเช่น แรงซึ่งมีหน่วยเป็นนิวตัน (N) เกิดจากผลคูณของมวลกับความเร่ง ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

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

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

ตารางที่ 1.3 หน่วยอนุพันธ์เอสไอ (SI Derived Units)

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	$N \Rightarrow kg \cdot m/s^2$
งาน	จูล	$J \Rightarrow N \cdot m$
ความถี่	เฮิรตซ์	$Hz \Rightarrow s^{-1}$
ความดัน	ปาสคาล	$Pa \Rightarrow N/m^2$

การแปลงหน่วย

การแปลงหน่วยการวัดก็ถือเป็นอีกหนึ่งเรื่องที่มีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างกว้างขวาง การแปลงหน่วยนั้นสามารถที่จะแปลงจากหน่วยการวัดระบบหนึ่งมาเป็นหน่วยการวัดอีกระบบหนึ่งได้ เช่น การแปลงหน่วยการวัดจากระบบอังกฤษมาเป็นระบบ SI หรือการแปลงหน่วยจากหน่วยใหญ่ลงมามีหน่วยเล็กหรือหน่วยเล็กขึ้นไปหาหน่วยใหญ่ เป็นต้น โดยจะมีการใช้ **ตารางเปลี่ยนหน่วย (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	4.6
ลิตร	แกลลอน (อังกฤษ)	0.22
ลิตร	ลูกบาศก์เมตร	0.001
ลูกบาศก์ฟุต	ลิตร	28.32
ลูกบาศก์เมตร	ลูกบาศก์ฟุต	35.31
ลูกบาศก์หลา	ลูกบาศก์เมตร	0.7641

ตารางที่ 1.4 ตัวอย่างตารางแปลงหน่วย (ต่อ)

ตารางแปลงหน่วย		
จาก	แปลงเป็น	ตัวคูณ
ปริมาณการไหลของน้ำ		
แกลลอน (อเมริกา)/นาที่	ลูกบาศก์เมตร/วินาที	0.0000631
แกลลอน (อังกฤษ)/นาที่	ลูกบาศก์เมตร/วินาที	0.0000523
แกลลอน (อังกฤษ)/นาที่	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	0.272
ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง	แกลลอน/นาที่	3.67
ความเร็ว		
ฟุต/นาที่	เมตร/วินาที	0.00508
ฟุต/วินาที	เมตร/วินาที	0.3048
กิโลเมตร/ชั่วโมง	เมตร/วินาที	0.2778
ไมล์/ชั่วโมง	เมตร/วินาที	0.4470
ไมล์/นาที่	เมตร/วินาที	26.8224

ตัวอย่างที่ 1.3 ถังหนึ่งมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เมตร (m^3) จะมีปริมาตรเป็นกี่ลูกบาศก์ฟุต (ft^3)

วิธีทำ จากตารางที่ 1.4

ลูกบาศก์เมตร (m^3) แปลงเป็นลูกบาศก์ฟุต (ft^3) ให้คูณด้วย 35.31

ดังนั้น $50 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 50 \times 35.31 = 1765.5 \text{ ลูกบาศก์ฟุต} (\text{ft}^3)$

ตัวอย่างที่ 1.4 รถยนต์มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที (m/s) จะมีความเร็วกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

วิธีทำ จากตารางที่ 1.4

กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h) แปลงเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) ให้คูณด้วย 0.2778

ดังนั้น เมตรต่อวินาที (m/s) แปลงเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h) ให้หารด้วย 0.2778

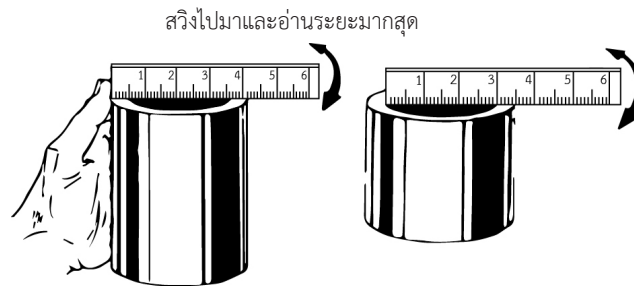
$10 \text{ เมตรต่อวินาที} (\text{m/s}) = 10 / 0.2778 = 36 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง} (\text{km/h})$

ตารางแปลงหน่วยสามารถดูเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก



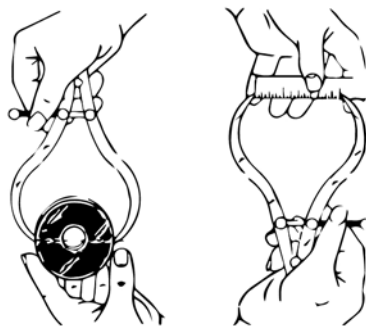
การวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบ

เครื่องมือวัดความยาวประเภทบรรทัดเหล็กหรือตลับเมตรจะมีการระบุเกลวบนเครื่องมือเลย หลักการวัด คือ การนำอุปกรณ์เหล่านี้ไปทาบกับสิ่งที่ต้องการวัดและอ่านค่าขนาดโดยสายตา วิธีนี้เรียกว่า **“การวัดโดยตรง”** ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 การวัดโดยตรง

การวัดโดยตรงความแม่นยำจะมีข้อจำกัดอยู่ที่ตำแหน่งในการมอง ยิ่งไปกว่านั้นถ้าการวัดกระทำกับสิ่งที่ไม่แบนราบ เช่น ชิ้นงานทรงกลม ความคลาดเคลื่อนยิ่งมากขึ้น วิธี **“การวัดเพื่อเปรียบเทียบ”** จึงถูกนำมาใช้ เพื่อลดข้อผิดพลาดเหล่านี้ การวัดเพื่อเปรียบเทียบจะใช้เครื่องมือพิเศษอื่น ๆ มาทำหน้าที่ **“ถ่ายทอดขนาดจริงของสิ่งที่จะวัด”** แล้วนำไปอ่านค่าขนาดกับมาตรวัดมาตรฐาน ตัวอย่าง เช่น การใช้ขาของคาลิเปอร์วัดสัมผัสกับชิ้นงานแล้วจึงนำไปทาบกับสเกลของบรรทัดเหล็กเพื่ออ่านค่า ดังรูปที่ 1.3 คาลิเปอร์จึงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือถ่ายทอดขนาด และบรรทัดเหล็กเป็นมาตรวัดมาตรฐาน เป็นต้น



รูปที่ 1.3 การวัดเปรียบเทียบ



ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด

เครื่องมือวัดละเอียดที่นิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมนั้นมืออยู่หลากหลายรูปแบบและลักษณะของการใช้งาน รวมทั้งความละเอียดในการบอกค่าด้วย โดยจำแนกได้ดังนี้

1. **เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา (Non-Scale Measuring Tools)** คือ เครื่องมือวัดที่ไม่มีตัวเลขบอกขนาดปรากฏอยู่บนเครื่องมือ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อเปรียบเทียบ ใช้สำหรับถ่ายทอดขนาดของชิ้นงานไปยังอีกชิ้นหนึ่งหรือไปยังเครื่องมือวัดที่มีขีดมาตราหากต้องการทราบค่าขนาดที่ทำการวัดที่ใช้กันมาก คือ คาลิเปอร์ (Caliper) ซึ่งมี 2 ชนิด ดังรูปที่ 1.4 คือ **คาลิเปอร์วัดนอก (Outside Caliper)** และ **คาลิเปอร์วัดใน (Inside Caliper)**



คาลิเปอร์วัดนอก

คาลิเปอร์วัดใน

รูปที่ 1.4 คาลิเปอร์

2. **เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา (Scale Measuring Tools)** เป็นเครื่องมือวัดที่มีความสะดวกรวดเร็วในการทำงานมากกว่าเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา เพราะสามารถอ่านตัวเลขบนขีดสเกลของเครื่องมือวัดได้เลย แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ **เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่ (Fixed Scale)** และ **เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้ (Sliding Scale)**

2.1 **เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่** คือ เครื่องมือวัดที่มีขีดมาตราประทับอยู่ที่เรือนของเครื่องมือวัดโดยไม่สามารถขยับหรือเลื่อนขีดมาตราเหล่านั้นได้ เช่น บรรทัดเหล็ก ตลับเมตร หัววัดเกลียว ฉากผสม ฟิลเลอร์เกจ เกจวัดรัศมี ดังรูปที่ 1.5 เป็นต้น

2.2 **เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้** คือ เครื่องมือวัดที่สามารถขยับหรือเลื่อนขีดมาตราที่อยู่บนตัวของเครื่องมือวัดตามขนาดต่าง ๆ ของชิ้นงานได้ เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ ไมโครมิเตอร์ ดังรูป 1.6 เป็นต้น



บรรทัดเหล็ก



ตลับเมตร



ฉากผสม



หัววัดเกลียว



ฟิลเลอร์เกจ



เกจวัดรัศมี

รูปที่ 1.5 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่แบบต่าง ๆ



เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์



ไมโครมิเตอร์

รูปที่ 1.6 เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์และไมโครมิเตอร์

นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือวัดอีกประเภทหนึ่งที่ไม่ได้กล่าวถึงนั่นคือ เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่ หรือ **เกจบล็อก (Gauge Block)** ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ ดังรูปที่ 1.7 ซึ่งเครื่องมือวัดประเภทนี้จะกล่าวในรายละเอียดต่อไป



รูปที่ 1.7 เกจบล็อก



ค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียด

ค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียดเป็นค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการวัดขนาดของชิ้นงาน ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว มักมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้เสมอไม่ว่าจะเป็นในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หรือโรงงานขนาดเล็ก สาเหตุที่ทำให้เกิดค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

1. ค่าผิดพลาดที่เกิดจากตัวผู้ปฏิบัติงานเอง เช่น สภาพร่างกายไม่พร้อมในการปฏิบัติงาน อ่านค่าบนสเกลผิดพลาด หรือใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกวิธีและไม่เหมาะสมกับลักษณะงาน
2. ค่าผิดพลาดที่เกิดจากตัวของเครื่องมือวัดเอง เช่น สเกลบนเครื่องมือวัดไม่ถูกต้อง เนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิต การปรับแต่งของผู้ใช้งานโดยไม่มีความรู้ความชำนาญ เครื่องมือวัดได้รับการกระแทก ทำให้สเกลคลาดเคลื่อน หรือเครื่องมือวัดมีอายุการใช้งานมากเกิดการชำรุดตามอายุการใช้งาน
3. ความผิดพลาดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อเครื่องมือวัดบางชนิด แสงสว่างที่ไม่เพียงพอในขณะที่ทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูง เป็นต้น



ตอนที่ 1 เลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุด

1. บรรทัดเหล็กเป็นเครื่องมือวัดประเภทใด
 - ก. เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดสเกล
 - ข. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกล
 - ค. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกลเลื่อนได้
 - ง. เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่
2. วงเวียนถ่ายขนาด เป็นเครื่องมือวัดประเภทใด
 - ก. เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดสเกล
 - ข. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกล
 - ค. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกลเลื่อนได้
 - ง. เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่
3. ฟीलเลอร์เกจเป็นเครื่องมือวัดประเภทใด
 - ก. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกล
 - ข. เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดสเกล
 - ค. เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่
 - ง. เครื่องมือวัดแบบถาวร
4. ไมโครมิเตอร์วัดลึกเป็นเครื่องมือวัดประเภทใด
 - ก. เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา
 - ข. เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา
 - ค. เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่
 - ง. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกลเลื่อนได้
5. เครื่องมือวัดประเภทใดมีค่าความละเอียดมากที่สุด
 - ก. บรรทัดเหล็ก
 - ข. ตลับเมตร
 - ค. ไมโครมิเตอร์
 - ง. วงเวียนถ่ายขนาด
6. ขับรถด้วยความเร็ว 80 ไมล์ต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับกี่เมตรต่อวินาที
 - ก. 15
 - ข. 36
 - ค. 52
 - ง. 74
7. ความยาว 50 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับกี่นิ้ว
 - ก. 16.72
 - ข. 19.68
 - ค. 21.36
 - ง. 24.55

8. โรงไฟฟ้าแห่งหนึ่งผลิตไฟฟ้าได้ 129 000 000 000 วัตต์ต่อวัน คิดเป็นกิโลจูลวัตต์ต่อวัน
 - ก. 129 000 000
 - ข. 129 000
 - ค. 129
 - ง. 1.29
9. เกจบล็อก เป็นเครื่องมือวัดประเภทใด
 - ก. เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดสเกล
 - ข. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกล
 - ค. เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกลเลื่อนได้
 - ง. เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่
10. ซ้อใด คือ หน่วยของการวัดระบบเมตริก SI
 - ก. นิ้ว
 - ข. มิลลิเมตร
 - ค. ศืบ
 - ง. ศอก

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา
2. เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรามีหลักการใช้อย่างไร
3. เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่และเครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้แตกต่างกันอย่างไร
4. จงอธิบายลักษณะของค่าความผิดพลาดที่เกิดจากตัวผู้ปฏิบัติงาน
5. จงอธิบายค่าความผิดพลาดที่เกิดจากสภาพแวดล้อม
6. จงอธิบายค่าความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือวัด
7. เครื่องมือในการวัดละเอียดสามารถจำแนกออกได้กี่ประเภท
8. ระบบหน่วยการวัดที่นิยมนำมาใช้งานมีกี่ระบบอะไรบ้าง
9. การวัดละเอียดมีความสำคัญอย่างไร
10. ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการวัดละเอียดส่งผลเสียอย่างไร

เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา

บทที่ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (BEHAVIORAL OBJECTIVES)
หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถดังนี้

1. อธิบายลักษณะและการทำงานของบรรทัดเหล็กได้
2. อธิบายลักษณะการใช้งานใบวัดมุมและบรรทัดวัดมุมยูนิเวอร์แซลได้
3. อธิบายลักษณะและการทำงานของฉากข้างกลและฉากผสมได้
4. บอกส่วนประกอบและการทำงานของขาตั้งคอมพารเตเตอร์และนาฬิกาวัดผิวได้
5. อธิบายลักษณะและการทำงานของหัววัดเกลียวและระดับน้ำข้างกลได้
6. ใช้งาน ปรับตั้ง และบำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียดได้ถูกต้อง

บทที่ 2

เครื่องมือวัด แบบมีขีดมาตรา



บรรทัดเหล็ก

บรรทัดเหล็ก (Steel Ruler) เป็นเครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย สะดวกในการใช้งาน ให้ค่าความละเอียดในการวัดพอสมควร

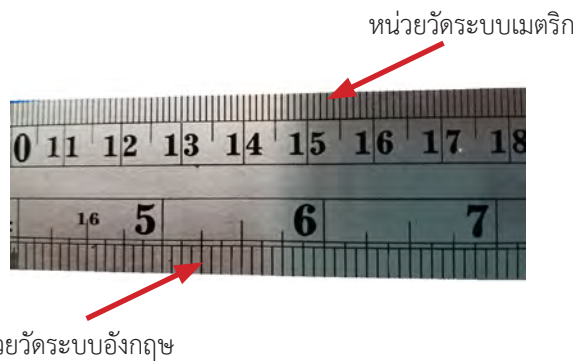
ลักษณะของบรรทัดเหล็ก

บรรทัดเหล็ก ดังรูป 2.1 ที่นิยมนำมาใช้งานส่วนมากจะเป็นบรรทัดเหล็กที่มีขนาดความยาวต่าง ๆ เช่นบรรทัดเหล็กขนาดความยาว 6" หรือ 12" และ 15 เซนติเมตรหรือ 30 เซนติเมตร เป็นต้น บรรทัดเหล็กส่วนใหญ่จะผลิตขึ้นมาจากสแตนเลส (Stainless) ซึ่งมีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน และสามารถบดงอได้เล็กน้อยสำหรับบรรทัดเหล็กแบบแผ่นบาง



รูปที่ 2.1 บรรทัดเหล็ก

โดยทั่วไปแล้วบรรทัดเหล็กจะมีขีดมาตราแสดงไว้ทั้งสองแนวขอบของบรรทัด ขอบหนึ่งจะเป็นขีดมาตราระบบเมตริกซึ่งมีหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร อีกขอบหนึ่งจะเป็นมีขีดมาตราบอกสเกลนิ้วซึ่งเป็นหน่วยการวัดระบบอังกฤษ ดังรูปที่ 2.2

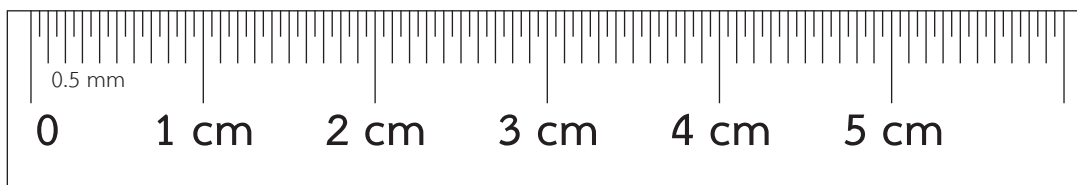


รูปที่ 2.2 หน่วยการวัดบนบรรทัดเหล็ก

การอ่านค่าบนสเกลของบรรทัดเหล็ก

การอ่านค่าบนบรรทัดเหล็กนั้นสามารถทำการอ่านและวัดได้ทั้งมิลลิเมตร เซนติเมตร และนิ้ว อธิบายเรียงตามลำดับหน่วยเล็กไปหาหน่วยใหญ่ ดังนี้

1. **หน่วยการวัดระบบเมตริก** เป็นระบบการวัดที่มีสเกลหลักเป็นเซนติเมตร และสเกลรองเป็นมิลลิเมตร โดยที่สเกลตัวเลขแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับ 1 เซนติเมตร ไปจนสุดความยาวของบรรทัดเหล็ก เช่น 15 หรือ 30 เซนติเมตร เป็นต้น โดยขีดมาตราจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงขีดมาตราระบบเมตริกหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

ตัวอย่างการอ่านค่าบนขีดมาตราระบบเมตริกหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร พิจารณารูปที่ 2.4

