



งานวัดละเอียด



พรพัฒน์ มุลาไชย
อภิสิทธิ์ แก้วชาลุน



งานวัดละเอียด (Precision Measurements)

รหัสวิชา 30100-0005

รายวิชาปรับปรุงพื้นฐานวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย
พรพิพัฒน์ มูลไชย
อภิสิทธิ์ แก้วชาลุน

งานวัดละเอียด (Precision Measurements)

ISBN 978-616-211-812-8

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย...



บริษัท วังอักษร 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

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใดๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่นๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยสำนักพิมพ์วังอักษร มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

คำนำ

รายงานวัดละเอียด รหัสวิชา 30100-0001 จัดอยู่ในรายวิชาปรับปรุงพื้นฐานวิชาชีพ ประเภทวิชา
อุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สำนักงานคณะกรรมการ
การอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 6 บทเรียน
ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และ
การบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา
ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึก
ปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวนเพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็น
ผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอน
เปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความ
สนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning
Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่
สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion)
ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่
มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและ
วิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification
System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถ
ในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National
Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาค
ธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขัน
ในประชาคมอาเซียน

พรวิวัฒน์ มูลไชย
อภิสิทธิ์ แก้วชาลุน



งานวัดละเอียด (Precision Measurements)

รหัสวิชา 30100-0005

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการของงานวัดละเอียด การใช้เครื่องมือวัด และเครื่องมือสอบขนาดชิ้นส่วนเครื่องกล
2. สามารถใช้งาน บำรุงรักษาเครื่องมือวัดและเครื่องมือสอบขนาดชิ้นงานในงานอุตสาหกรรมตามมาตรฐาน
3. มีเจตคติที่ดีในการทำงาน มีความละเอียดรอบคอบ คำนึงถึงความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการวัดละเอียด การใช้เครื่องมือวัดและเครื่องมือสอบงานชิ้นส่วนเครื่องกล
2. ใช้งาน บำรุงรักษา เครื่องมือวัด และเครื่องมือสอบขนาดชิ้นงานในงานอุตสาหกรรมตามมาตรฐาน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการของงานวัดละเอียด ชนิด การใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องมือวัดละเอียด บรรทัดเหล็กและสายวัด ฉาก ระดับบนน้ำ เวอร์เนียร์ ไมโครมิเตอร์ อินดิเคเตอร์ เครื่องมือวัดมุม เครื่องมือถ่ายขนาด เครื่องมือสอบขนาด

สารบัญ

บทที่ 1 หน่วยการวัดและเครื่องมือวัดขนาด 1

ความหมายของเครื่องมือวัดและการวัด	2
ระบบหน่วยในงานวัดละเอียด	3
การวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบ	9
ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด	10
ค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียด	12
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	13

บทที่ 2 เครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดมาตรา 16

คาลิเปอร์ (วงเวียนถ่ายขนาด)	17
เทเลสโคปิกเกจ (Telescopic Gauge)	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
ขาตั้งคอมพาทเรเตอร์และนาฬิกาวัดผิว	72
หริ้ววัดเกลียวและระดับน้ำช่างกล	77
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	81
ใบงานที่ 3.1	85
ใบงานที่ 3.2	88
ใบงานที่ 3.3	91
ใบงานที่ 3.4	95
ใบงานที่ 3.5	99

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 5.2	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**



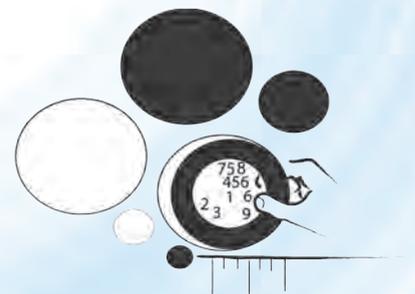
บทที่ 1

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

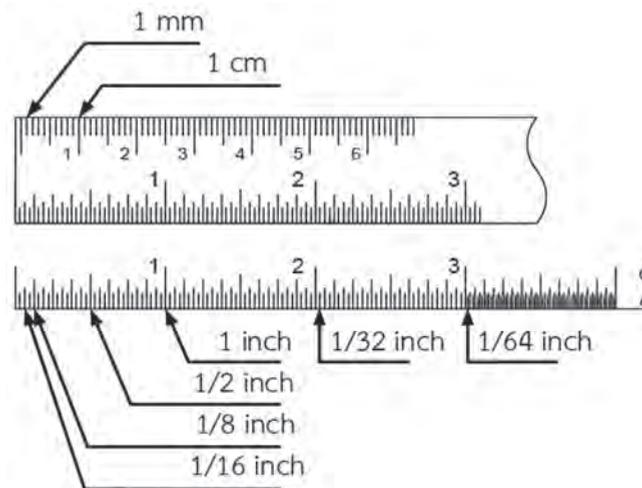
จุดมุ่งหมายของการวัดขนาด คือ การให้ได้มาซึ่งข้อมูลของขนาด เพื่อการควบคุมและตรวจสอบขนาดและรูปทรงของชิ้นงาน ความละเอียดในการวัดจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อคงความเที่ยงตรงทั้งการสร้างและการประกอบชิ้นงานต่าง ๆ

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 ไลน์ 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

มาตรฐานระบบอังกฤษ

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 และยังเป็นระบบหน่วยที่ได้รับการยอมรับจากองค์การมาตรฐานนานาชาติ (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}	เดซี (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}



บทที่ 1 จุดประสงค์ของการวัดและหน่วยวัดมาตรฐาน

ตัวอย่างเช่น

ถ้าสมมุติให้ความยาวของคลื่นมีค่า 0.000 000 005 เมตร จะเห็นได้ว่าค่านั้นมีขนาดเล็กมาก ดังนั้น การเขียนค่าโดยใช้คำอุปสรรคจะสะดวกกว่า ดังนี้

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



ตัวอย่างที่ 1.1

ระยะทางระหว่างดวงอาทิตย์กับโลกมีค่าประมาณ 149,600,000,000 เมตร คิดเป็นกี่เมกะเมตร

วิธีทำ	ระยะทาง	=	149 600 000 000	m		
		=	149 600 × 10 ⁶	m	=	149 600 Mm



ตัวอย่างที่ 1.2

หินก้อนหนึ่งมีมวล 5320 กรัม คิดเป็นกิโลกรัม

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

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

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

4

การแปลงหน่วย

การแปลงหน่วยการวัดก็คือเป็นอีกหนึ่งเรื่องที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง 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 $50 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 50 \times 35.31 = 1765.5 \text{ ลูกบาศก์ฟุต}$



ตัวอย่างที่ 1.4

รถยนต์มีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จะมีความเร็วกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

วิธีทำ

จากตารางที่ 1.4

กิโลเมตรต่อชั่วโมง แปลงเป็นเมตรต่อวินาทีให้คุณด้วย 0.2778

ดังนั้น เมตรต่อวินาที แปลงเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมงให้หารด้วย 0.2778

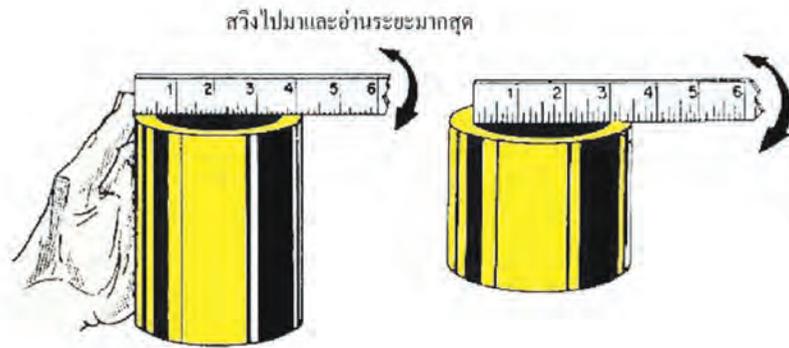
$$10 \text{ เมตรต่อวินาที} = 10 / 0.2778 = 36 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง}$$

ตารางแปลงหน่วยสามารถดูเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก



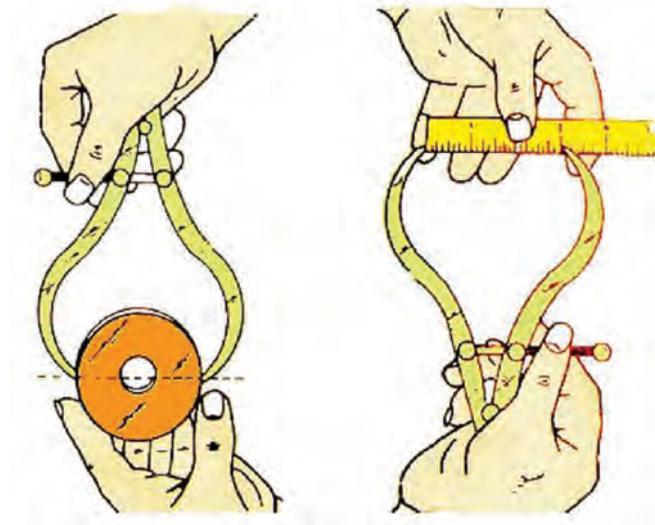
การวัดโดยตรงและการวัดเปรียบเทียบ

เครื่องมือวัดความยาวประเภทบรรทัดเหล็กหรือตลับเมตร จะมีการระบุเกลไวนั้นบนเครื่องมือเลย หลักการวัดคือ การนำอุปกรณ์เหล่านี้ไปหาบกับสิ่งที่ต้องการวัด และอ่านค่าขนาดโดยสายตา วิธีนี้เรียกว่า “การวัดโดยตรง” ดังแสดงในรูปที่ 1.2

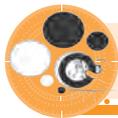


รูปที่ 1.2 การวัดโดยตรง

การวัดโดยตรงความแม่นยำตรงจะมีข้อจำกัดอยู่ที่ตำแหน่งในการมอง ยิ่งไปกว่านั้นถ้าการวัดกระทำกับสิ่งที่ไม่แบนราบ เช่น ชิ้นงานทรงกลม ความคลาดเคลื่อนยิ่งมากขึ้น วิธี “การวัดเพื่อเปรียบเทียบ” จึงถูกนำมาใช้เพื่อลดข้อผิดพลาดเหล่านี้ การวัดเพื่อเปรียบเทียบจะใช้เครื่องมือพิเศษอื่น ๆ มาทำหน้าที่ “ถ่ายทอดขนาดจริงของสิ่งที่จะวัด” แล้วนำไปอ่านค่าขนาดกับมาตรวัดมาตรฐาน ตัวอย่าง เช่น การใช้ขาของคาลิเปอร์วัดสัมผัสกับชิ้นงาน แล้วจึงนำไปหาบกับสเกลของบรรทัดเหล็กเพื่ออ่านค่า 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 หากต้องการทราบค่าขนาดที่ทำกรวัดที่ใช้กันมาก คือ คาลิเปอร์ (Caliper) ซึ่งมี 2 ชนิด ดังรูปที่ 1.4 คือ คาลิเปอร์วัดนอก (Outside Caliper) และคาลิเปอร์วัดใน (Inside Caliper)



คาลิเปอร์วัดนอก

คาลิเปอร์วัดใน

รูปที่ 1.4 คาลิเปอร์

2

เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตรา (Scale Measuring Tools)

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

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



รูปที่ 1.5 เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราคงที่แบบต่างๆ

ข) **เครื่องมือวัดแบบมีขีดมาตราเลื่อนได้** คือ เครื่องมือวัดที่สามารถขยับหรือเลื่อนขีดมาตราที่อยู่บนตัวของเครื่องมือวัดตามขนาดต่างๆ ของชิ้นงานได้ เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ ไมโครมิเตอร์ ดังรูปที่ 1.6 เป็นต้น



รูปที่ 1.6 เวอร์เนียคาลิเปอร์และไมโครมิเตอร์

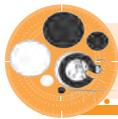


บทที่ 1 จุดประสงค์ของการวัดและหน่วยวัดมาตรฐาน

นอกจากนี้ ยังมีเครื่องมือวัดอีกประเภทหนึ่งที่ไม่ได้กล่าวถึง นั่นคือ เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่ หรือเกจบล็อก (Gauge Block) ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ ดังรูปที่ 1.7 ซึ่งเครื่องมือวัดประเภทนี้จะกล่าวในรายละเอียดต่อไป



รูปที่ 1.7 เกจบล็อก



ค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียด

ค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียดเป็นค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการวัดขนาดของชิ้นงาน ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว มักมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้เสมอไม่ว่าจะเป็นในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ หรือโรงงานขนาดเล็ก สาเหตุที่ทำให้เกิดค่าผิดพลาดจากการวัดละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

- ก) ค่าผิดพลาดที่เกิดจากตัวผู้ปฏิบัติงานเอง เช่น สภาพร่างกายไม่พร้อมในการปฏิบัติงาน อ่านค่าบนสเกลผิดพลาด หรือใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกวิธีและไม่เหมาะสมกับลักษณะงาน
- ข) ค่าผิดพลาดที่เกิดจากตัวของเครื่องมือวัดเอง เช่น สเกลบนเครื่องมือวัดไม่ถูกต้องเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิต การปรับแต่งของผู้ใช้งานโดยไม่มีความรู้ความชำนาญ เครื่องมือวัดได้รับการกระทบทำให้สเกลคลาดเคลื่อน หรือเครื่องมือวัดมีอายุการใช้งานมากเกิดการชำรุดตามอายุการใช้งาน
- ค) ความผิดพลาดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อเครื่องมือวัดบางชนิด แสงสว่างที่ไม่เพียงพอในขณะที่ทำการวัดด้วยเครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูง เป็นต้น

