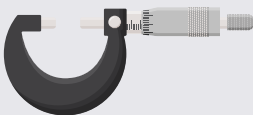
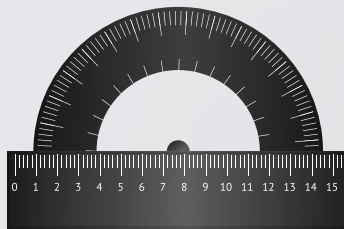
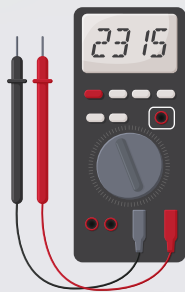
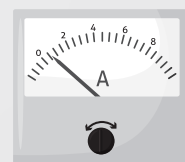
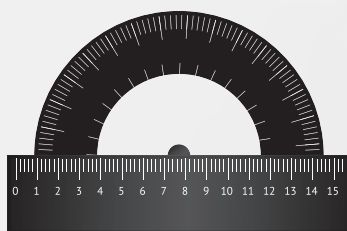
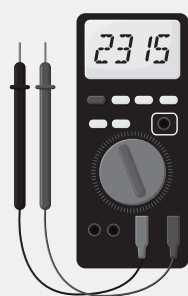


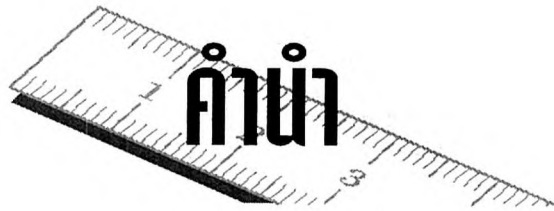
การวัดละเอียด





การวัดละเอียด





หนังสือเรียน “การวัดละเอียด” เล่มนี้ คณะผู้เรียบเรียงได้รวบรวมเนื้อหาตรงตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2545 จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นหนังสือประกอบการเรียนในวิชาการวัดละเอียด (รหัส 2102-2103) หมวดวิชาชีพเฉพาะ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทสาขาวิชาเครื่องกล ทั้งในสถาบันการศึกษาของรัฐบาลและเอกชนทั่วประเทศ

ความสมบูรณ์ของหนังสือเล่มนี้ ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้แต่ละบท เนื้อหาที่ละเอียดครบถ้วนและครอบคลุมหลักสูตรการเรียนการสอน ตลอดจนทั้งแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติในการทดลอง เพื่อเสริมสร้างทักษะในการเรียน

คณะผู้เรียบเรียงมีความเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียน “การวัดละเอียด” เล่มนี้ จะเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน นักศึกษา ในการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจเป็นอย่างดี

คณะผู้เรียบเรียง
ฝ่ายวิชาการบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด



บทที่ 1	ชนิดและหน้าที่ของเครื่องมือวัดละเอียด.....	6
1.1	หน้าที่ของเครื่องมือวัดละเอียด.....	7
1.2	ประเภทของงานวัดละเอียด.....	7
1.3	ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด.....	8
1.4	ค่าผิดพลาดจากงานวัดขนาด.....	9
	แบบฝึกหัดบทที่ 1.....	10
บทที่ 2	หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวัดละเอียด	12
2.1	ความหมายของงานวัด.....	13
2.2	ความละเอียดของงานวัด.....	16
2.3	พิกัดความเผื่อ.....	19
2.4	กฎเกณฑ์และข้อควรระวังในงานวัด.....	25
	แบบฝึกหัดบทที่ 2.....	26
บทที่ 3	เครื่องมือวัดแบบมีขีดสเกล	29
3.1	เครื่องมือวัดที่มีขีดสเกล.....	30
3.2	บรรทัดเหล็ก.....	34
3.3	หลอดแก้วระดับน้ำ.....	43
	แบบฝึกหัดบทที่ 3.....	48
บทที่ 4	เครื่องมือวัดแบบเลื่อนได้มีขีดสเกล	52
4.1	เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์.....	54
4.2	เวอร์เนียร์วัดลึก.....	68
4.3	เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบพิเศษ.....	76
4.4	ไมโครมิเตอร์วัดนอก.....	89
4.5	ไมโครมิเตอร์คาลิปเปอร์วัดใน.....	95
4.6	ไมโครมิเตอร์วัดใน.....	98
4.7	ไมโครมิเตอร์วัดลึก.....	99

4.8	นาฬิกาวัดผิว.....	104
4.9	เกจสปริงวัดหนา.....	108
4.10	ใบวัดมุม.....	111
4.11	บรรทัดวัดมุมสากล.....	114
	แบบฝึกหัดบทที่ 4.....	120
บทที่ 5	เครื่องมือวัดแบบถ่ายขนาด	149
5.1	คาลิปเปอร์วัดนอก.....	150
5.2	คาลิปเปอร์วัดใน.....	151
5.3	ลักษณะงานวัดด้วยเครื่องมือวัดแบบถ่ายขนาด (คาลิปเปอร์).....	151
5.4	วิธีใช้เครื่องมือวัดแบบถ่ายขนาด (คาลิปเปอร์).....	153
5.5	วิธีอ่านค่าวัดที่ได้จากเครื่องมือวัดแบบถ่ายขนาด (คาลิปเปอร์).....	158
5.6	ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวัดแบบถ่ายขนาด (คาลิปเปอร์).....	159
	แบบฝึกหัดบทที่ 5.....	160
บทที่ 6	เครื่องมือวัดแบบค่าคงที่ หรือเครื่องมือวัดแบบไม่มีขีดสเกล	163
6.1	หวีวัดฟันเกลียว.....	164
6.2	เกจก้ามปู.....	166
6.3	เกจทรงกระบอก.....	171
6.4	เกจเทียบความหนาหรือเกจแผ่น.....	175
6.5	เกจสอบรัศมี.....	177
6.6	แผ่นเทียบผิว.....	180
6.7	ฉากเครื่องกล.....	183
6.8	บรรทัดตรวจความราบผิว.....	188
6.9	แท่งเกจวัดเกลียวตัววี.....	191
6.10	แหวนวัดสลักเกลียว.....	195
6.11	เกจเพลารี่ยาว.....	197
6.12	เกจรูรึยาว.....	200
	แบบฝึกหัดบทที่ 6.....	204
ภาคผนวก		228



จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ มีความเข้าใจ การแบ่งชนิด และหน้าที่ของเครื่องมือวัดละเอียด และทราบถึงการผิดพลาดในการวัดละเอียดว่าเกิดขึ้นจากสาเหตุอะไรบ้าง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหน้าที่ของเครื่องมือวัดละเอียด
2. บอกประเภทของงานวัดละเอียด
3. บอกประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด
4. อธิบายเหตุที่มาของความผิดพลาดในการวัดละเอียด

1.1 หน้าที่ของเครื่องมือวัดละเอียด

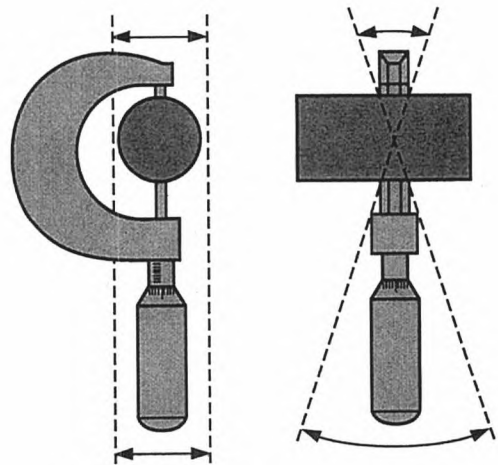
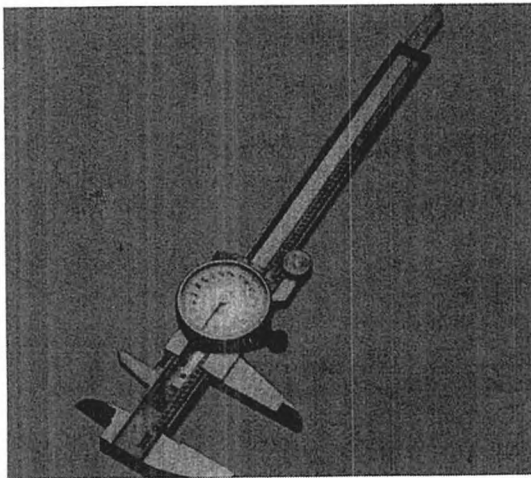
เครื่องมือวัดละเอียดมีหลายประเภทและหลายลักษณะ แต่เครื่องมือวัดละเอียดชนิดต่าง ๆ มีหน้าที่ที่สำคัญคือ วัดตรวจหาขนาดที่ต้องการ ตรวจวัดหาขนาดที่ถูกต้อง หรือตรวจวัดหาขนาดที่อยู่ในพิสัยความเผื่อ ทั้งนี้เพื่อให้งานผลิต งานบริการซ่อมบำรุงและเทียบวัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องเที่ยงตรงมากที่สุด

1.2 ประเภทของงานวัดละเอียด

เครื่องมือสำหรับการวัดขนาดของชิ้นงาน สามารถที่จะแบ่งแยกการวัดขนาดออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เครื่องมือวัดขนาดทางตรง
2. เครื่องมือวัดขนาดทางอ้อม

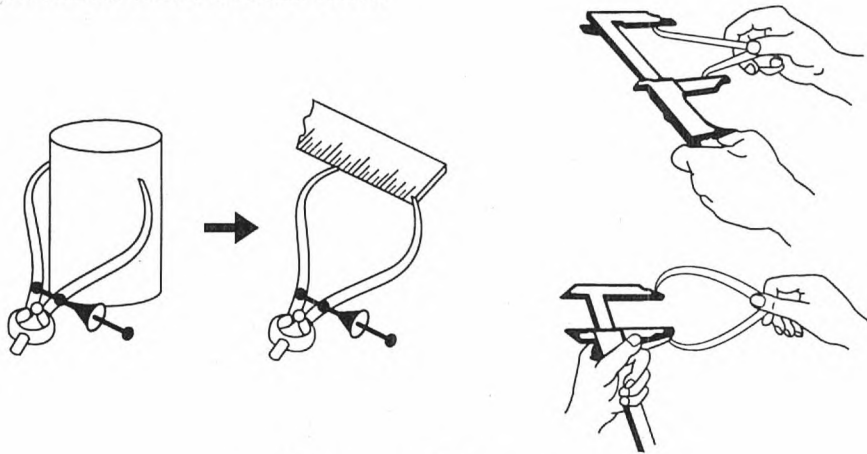
1. เครื่องมือวัดขนาดทางตรง คือ การใช้เครื่องมือวัดที่มีขีดสเกลวัดขนาดของชิ้นงานแล้วอ่านค่า ทำให้ผู้วัดสามารถที่จะทราบขนาดของชิ้นงานที่ต้องการวัดได้ เช่น ไม้บรรทัด เหล็กทาบวัดค่าความยาวหรือความสูง



วิธีการวัดชิ้นงานของไมโครมิเตอร์วัดนอก
วัดโดยปากไมโครมิเตอร์จะต้องจับได้ศูนย์กลาง
และไมโยกแกว่ง

รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องมือวัดขนาดทางตรง

2. เครื่องมือวัดขนาดทางอ้อม คือการวัดขนาดของชิ้นงานที่ไม่สามารถอ่านค่าวัดออกมาเป็นตัวเลขได้เลย โดยต้องนำค่าที่วัดได้มาทำการคำนวณเพื่อหาค่าวัดที่แท้จริงอีกครั้งหนึ่ง หรือการตรวจสอบชิ้นงานด้วยเกจมาตรฐานชนิดต่าง ๆ และลักษณะของการวัดเปรียบเทียบกับเกจจะเรียกได้ว่าเป็นการวัดทางอ้อมอีกวิธีหนึ่ง

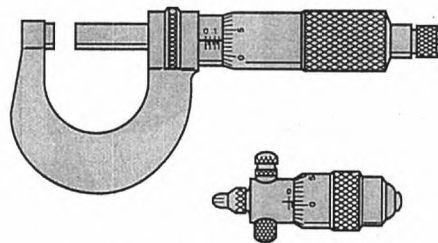


รูปที่ 1.2 แสดงเครื่องมือวัดขนาดทางอ้อม

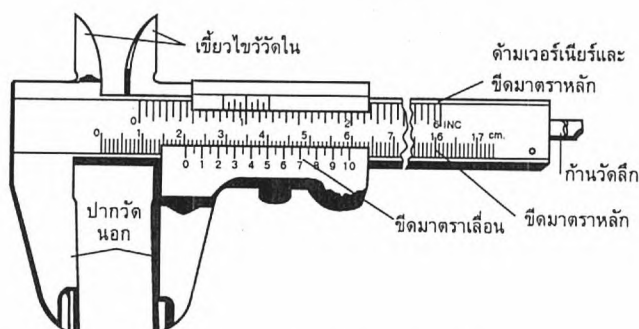
1.3 ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด

เครื่องมือวัดละเอียดเราสามารถที่จะแบ่งแยกออกมาได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เครื่องมือวัดละเอียดที่มีขีดสเกล เช่น บรรทัดเหล็ก ไมโครมิเตอร์ชนิดต่าง ๆ

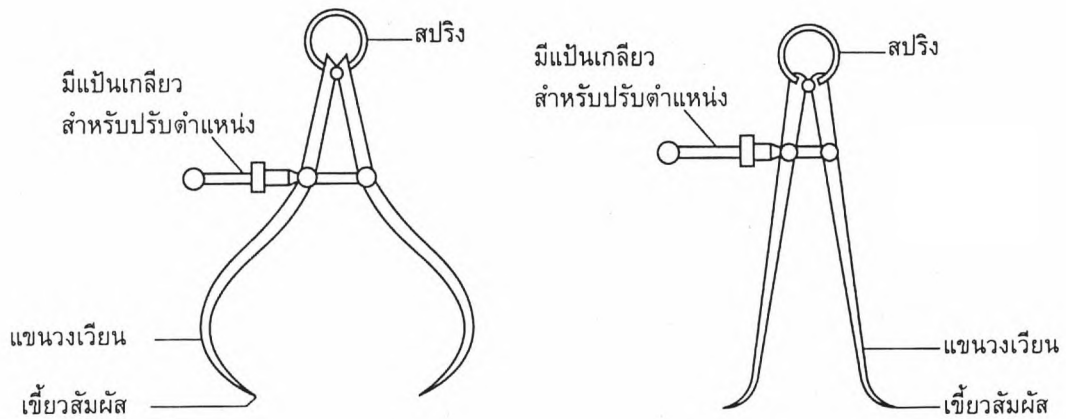


ไมโครมิเตอร์วัดนอก และวัดใน



รูปที่ 1.3 แสดงเครื่องมือวัดละเอียดที่มีขีดสเกล

2. เครื่องมือวัดละเอียดที่ไม่มีขีดสเกล เช่น เกจมาตรฐานชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 1.4 แสดงเครื่องมือวัดละเอียดที่ไม่มีขีดสเกล

1.4 ค่าผิดพลาดจากการวัดขนาด

ในการทำงานวัดละเอียดย่อมมีการผิดพลาดบ้างเป็นธรรมดา แต่บางครั้งความผิดพลาดแม้เพียงเล็กน้อยก็ย่อมทำให้เกิดความเสียหายตั้งแต่เล็กน้อยถึงใหญ่หลวงได้ ด้วยเหตุนี้จึงต้องศึกษาหาสาเหตุของค่าที่ผิดพลาดว่าเกิดจากอะไรบ้าง ดังต่อไปนี้

1. ความคลาดเคลื่อนที่มีอยู่ของเครื่องมือวัด เช่น สเกลไม่เท่ากัน สึกหรอ แรงกดจากการวัดเปลี่ยนแปลงและช่วงกว้างไม่เท่ากัน
2. ความผิดพลาดส่วนบุคคลของผู้วัด เช่น การอ่านสเกลผิดพลาดและวิธีใช้ผิดพลาด
3. ความผิดพลาดจากสภาวะภายนอก เช่น อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง และวิธีการให้แสงสว่าง
4. ความผิดพลาดโดยบังเอิญ เช่น สภาวะแวดล้อมมีการกีดขวาง กระแทก กระแทกทำให้คลาดเคลื่อนโดยไม่รู้ตัวและไม่ตั้งใจ





1. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของเครื่องมือวัดละเอียด

ก. วัดตรวจหาขนาดที่ต้องการ	ข. ตรวจวัดหาขนาดที่ถูกต้อง
ค. ตรวจหาขนาดในพิภักตความเผื่อที่ให้	ง. เปลี่ยนแปลงหน่วยวัด

2. ข้อใดที่เครื่องมือวัดละเอียดเกี่ยวข้องกับงานผลิต

ก. วัดตรวจหาขนาดที่ต้องการ	ข. ตรวจวัดหาขนาดที่ถูกต้อง
ค. ตรวจหาขนาดในพิภักตความเผื่อที่ให้	ง. เปลี่ยนแปลงหน่วยวัด

3. ข้อใดที่เครื่องมือวัดละเอียดเกี่ยวข้องกับงานบริการมากที่สุด

ก. วัดตรวจหาขนาดที่ต้องการ	ข. ตรวจวัดหาขนาดที่ต้องการ
ค. ตรวจหาขนาดในพิภักตความเผื่อที่ให้	ง. เปลี่ยนแปลงหน่วยวัด

4. เครื่องมือสำหรับการวัดขนาดของชิ้นงาน สามารถแบ่งได้เป็นกี่ประเภท

ก. 2 ประเภท	ข. 3 ประเภท
ค. 4 ประเภท	ง. 5 ประเภท

5. ข้อใดคือประเภทของการวัดขนาดชิ้นงาน

ก. วัดกว้าง- วัดลึก	ข. วัดความสูง-วัดใหญ่
ค. วัดขนาดทางตรง- ทางอ้อม	ง. วัดความโต-วัดความกว้าง

6. ประเภทของเครื่องมือวัดละเอียด แบ่งออกได้กี่ประเภท

ก. 2 ประเภท	ข. 3 ประเภท
ค. 4 ประเภท	ง. 5 ประเภท

7. เครื่องมือวัดละเอียดใดต่อไปนี้ ที่ไม่มีขีดสเกล

ก. บรรทัดเหล็ก

ข. ไมโครมิเตอร์

ค. เกจก้ามปู

ง. เวอร์เนียคาลิเปอร์

8. เครื่องมือวัดละเอียดในข้อใดที่มีขีดสเกล

ก. เกจก้ามปู

ข. ฉากตรวจมุม

ค. บรรทัดสี่เหลี่ยม

ง. บรรทัดวัดมุม



จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวัดละเอียดงานอุตสาหกรรม ความละเอียดของงานวัด พิกัดความเผื่อ ตลอดจนกฎเกณฑ์และข้อควรระวังในงานวัด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

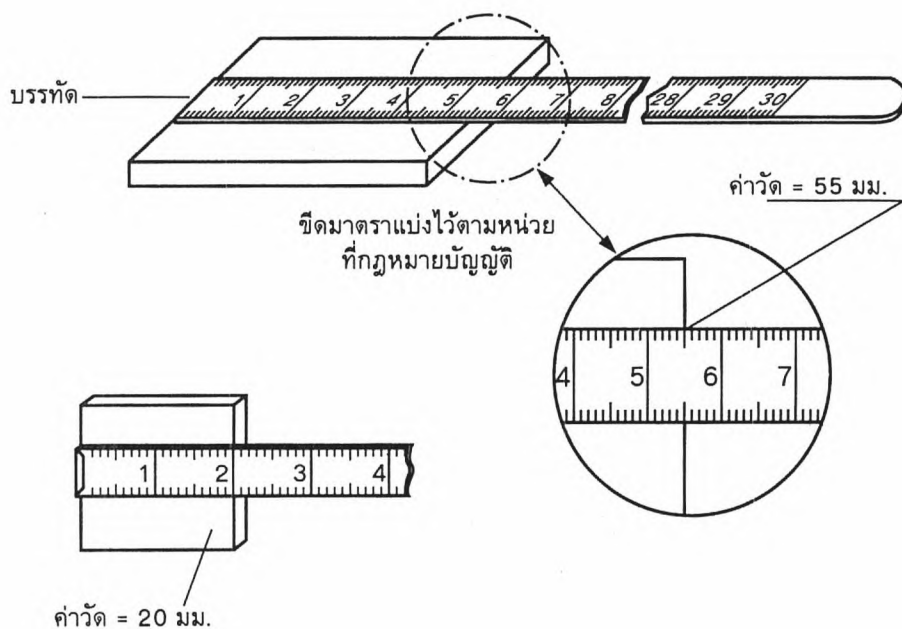
1. บอกความหมายของงานวัดละเอียดได้
2. บอกความละเอียดที่ใช้ในการวัดได้
3. อธิบาย “พิกัดความเผื่อ” ได้
4. บอกกฎเกณฑ์ในงานวัดได้
5. บอกข้อควรระวังในงานวัดได้

2.1 ความหมายของงานวัด

2.1.1 ความหมายของงานวัด

งานวัด คือการวัดเปรียบเทียบกับค่าของหน่วยมาตรฐานที่กฎบัญญัติไว้ ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบที่เรียกว่า ค่าวัด (ค่าที่อ่านได้) ค่าวัดอาจอ่านได้โดยตรงจากเครื่องมือวัด หรืออ่านได้จากเข็มชี้ที่ชี้ตรงตามขีดมาตรา ซึ่งเคยได้ทดสอบความเที่ยงมาแล้ว

พิจารณาตัวอย่างงานวัดที่อ่านได้โดยตรงได้ดังรูปที่ 2.1

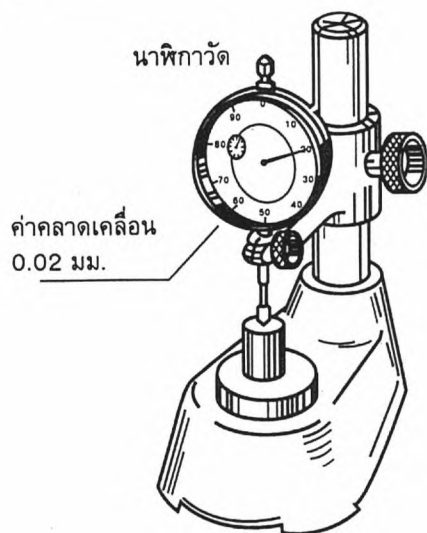


รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างงานวัดที่อ่านได้โดยตรง

เพื่อความสะดวกรวดเร็วในงานวัดทางช่างจึงใช้เครื่องมือวัดและเครื่องวัดบางชนิดที่เป็น

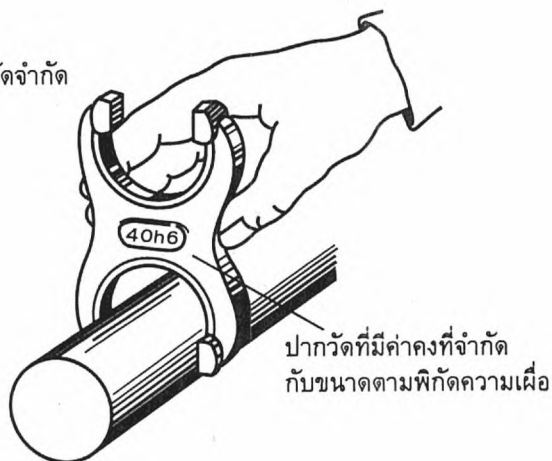
- เครื่องมือวัดที่อ่านความคลาดเคลื่อนได้ตลอดเวลา
- มีปากวัดสองข้าง ข้างหนึ่งได้ขนาดจริง ส่วนอีกข้างหนึ่งเป็นขนาดเผื่อ

พิจารณาได้ดังรูปที่ 2.2



(ก) ตัวอย่างนาฬิกาวัด

ปากวัดจำกัด



(ข) ปากวัดจำกัดหรือเกจก้ำมปู

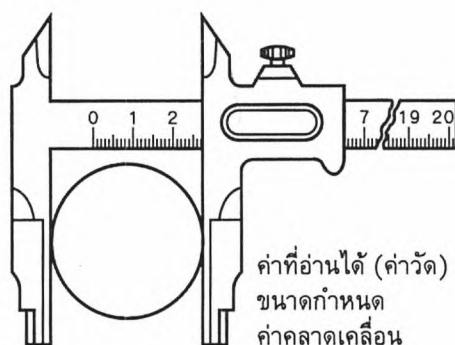
รูปที่ 2.2

2.1.2 จุดมุ่งหมายของงานวัด

จุดมุ่งหมายของงานวัด คือการหาค่าจากการอ่านค่าวัดด้วยเครื่องมือวัด เช่น วัดความยาวของโต๊ะ (เป็นเมตร) หรือหาค่าน้ำหนักของชิ้นงาน (เป็นกิโลกรัม) แต่ยังมีหลายกรณีที่เพียงแต่ต้องการหาค่าคลาดเคลื่อนจากค่าวัดที่แท้จริงเท่านั้น

การหาค่าคลาดเคลื่อน สามารถหาได้ด้วยวิธีต่อไปนี้

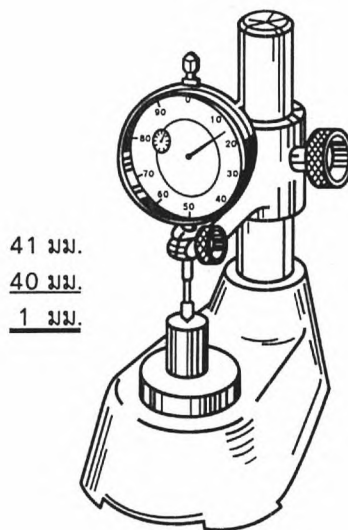
1. คำนวณจากค่าที่วัดได้ ดังรูปที่ 2.3



ค่าที่อ่านได้ (ค่าวัด)
ขนาดกำหนด
ค่าคลาดเคลื่อน

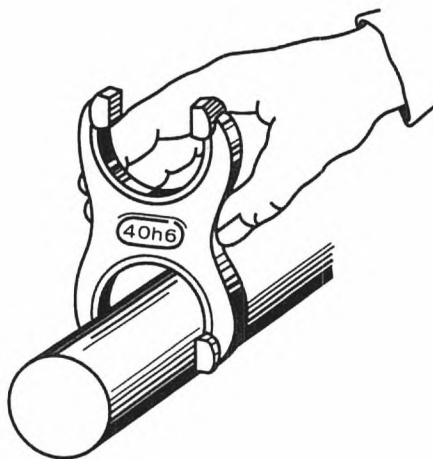
รูปที่ 2.3 แสดงการหาค่าคลาดเคลื่อนที่คำนวณจากค่าที่วัดได้

2. อ่านได้โดยตรงจากเครื่องวัดหน้าปัด ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการหาค่าคลาดเคลื่อนที่อ่านได้โดยตรงจากเครื่องวัดหน้าปัด

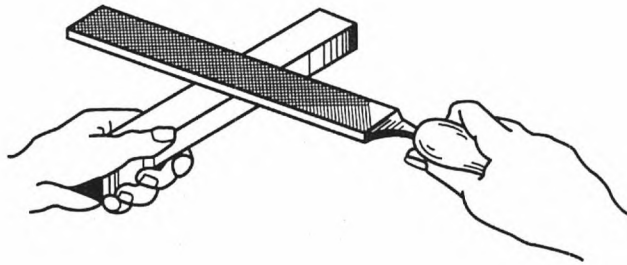
3. โดยใช้เครื่องมือวัดที่ทราบขนาดจริงและขนาดที่ได้เผื่อค่าเคลื่อนไว้ด้วยแล้ว ดังรูปที่ 2.5



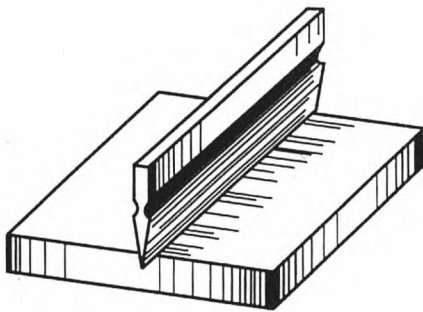
รูปที่ 2.5 แสดงการหาค่าคลาดเคลื่อนโดยใช้เครื่องมือวัดที่ทราบขนาดจริงและขนาดที่ได้เผื่อค่าเคลื่อนไว้ด้วยแล้ว

2.1.3 งานตรวจสอบ

งานตรวจสอบ คือการตรวจคุณสมบัติโดยไม่จำเป็นต้องได้ค่าวัดเป็นตัวเลขออกมา พิจารณาตัวอย่างงานตรวจสอบได้ดังรูปที่ 2.6



วิธีตรวจสอบความแข็งแรงของเหล็กที่เหลียมด้วยตะไบ



วิธีตรวจสอบความราบเรียบของผิว



หลอดเรืองแสง

การตรวจตัดดาไฟฟ้า ณ เต้าเสียบ

รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างงานตรวจสอบ

2.2 ความละเอียดของงานวัด

2.2.1 คำอุปสรรค

หน่วยในมาตราเมตริกนั้น เพิ่มหรือลดเป็นลำดับ โดยมีลักษณะดังนี้

- ✈ เพิ่มและลดทีละสิบเท่า คือเป็นมาตราสิบ
- ✈ ชั้นหน่วยมาตราต่าง ๆ เหล่านี้มีที่ใช้เหมือนกันหมดในงานวัดทุกชนิด ทำให้สะดวก

ในการเขียนจำนวนหน่วยที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามลำดับสิบได้มาก

หน่วยที่เพิ่มหรือลดตามลำดับชั้น	เครื่องหมาย	อักษรย่อ	เขียนเป็นภาษาคณิตศาสตร์
1 000 000 000 000	เทรา	T	10^{12}
1 000 000 000	กิกะ	G	10^9
1 000 000	เมกะ	M	10^6
1 000	กิโล	k	10^3
100	เฮกโต	h	10^2
10	เดคา	da	10^1
1	-	-	10^0
0.1	เดซิ	d	$10^{-1} = \frac{1}{10^1}$
0.01	เซนติ	c	$10^{-2} = \frac{1}{10^2}$
0.01			
0.01	มิลลิ	m	$10^{-3} = \frac{1}{10^3}$
0.001			
0.000 001	ไมโคร	μ	$10^{-6} = \frac{1}{10^6}$
0.000 000 001	นาโน	n	$10^{-9} = \frac{1}{10^9}$
0.000 000 000 001	พิโค	p	$10^{-12} = \frac{1}{10^{12}}$

ตัวอย่าง

1 T Ω	= 1 เทราโอห์ม	=	1 000 000 000 000 Ω (โอห์ม)
1 G Ω	= 1 กิกะโอห์ม	=	1 000 000 000 Ω (โอห์ม)
1 MHz	= 1 เมกะไซเคิล	=	1 000 000 Hz (ไซเคิล)
1 km	= 1 กิโลเมตร	=	1 000 m (เมตร)
1 hl	= 1 เฮกโตลิตร	=	100 l ลิตร
1 dag	= 1 เดคากรัม	=	10 g (กรัม)

1 dm	= 1 เดซิเมตร	= 0.1 m = 1/10 (เมตร)
1 cm	= 1 เซนติเมตร	= 0.01 m = 1/100 (เมตร)
1 mm	= 1 มิลลิเมตร	= 0.001 m = 1/1000 (เมตร)
1 μ F	= 1 ไมโครฟารัด	= 0.000 001 F = 1/1000 000 (ฟารัด)
1 nF	= 1 นาโนฟารัด	= 0.000 000 001 F = 1 ส่วนพันล้าน (ฟารัด)
1 pF	= 1 พิโคฟารัด	= 0.000 000 000 001 F = 1 ส่วนล้านล้าน (ฟารัด)

งานวัดจะวัดได้ละเอียดปานใดนั้น แล้วแต่วิธีเลือกและชั้นความละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ เช่น ในการวัดขนาดเล็กน้อย จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีชั้นความละเอียดสูงกว่าเครื่องมือวัดที่ใช้วัดความยาวของกำแพง

ข้อควรทราบเกี่ยวกับงานวัดละเอียด

✎ วัดทุกชนิดจะขยายตัวออกเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและหดตัวเมื่ออุณหภูมิต่ำลง การทดสอบเครื่องมือวัดที่มีชั้นความละเอียดสูง ต้องกระทำในที่ที่มีอุณหภูมิ $+20^{\circ}\text{C}$ (อุณหภูมิหลักตาม DIN 102)

✎ งานวัดใดที่ต้องการความละเอียดสูง ทั้งเครื่องมือวัดและชิ้นงานต้องมีอุณหภูมิ $+20^{\circ}\text{C}$

✎ ชั้นความละเอียดของเครื่องมือวัดยิ่งสูงขึ้นเท่าไร เครื่องมือวัดนั้นจะมีความบอบบางมากขึ้น ซึ่งจะต้องเพิ่มความระมัดระวังในการใช้

2.2.2 หน่วยวัดที่เป็นหลัก

หน่วยวัดที่เป็นหลักที่สำคัญที่สุด ได้แก่

เมตร (m)	องศา (°)	กิโลกรัม (kg)	วินาที (sec) นาที (min)
สำหรับวัดความยาว	สำหรับวัดมุม	สำหรับวัดมวล	สำหรับวัดเวลา

หน่วยวัดส่วนมากเกิดจากการรวมกันของหน่วยหลักข้างบนนี้

เช่น	พื้นที่	เกิดจาก	ยาว	.	กว้าง	=	$m \cdot m = m^2$
	ปริมาตร	เกิดจาก	ยาว	.	กว้าง	=	$m \cdot m \cdot m = \text{cbm} = m^3$
	ความดัน	เกิดจาก	มวล	:	พื้นที่	=	$\text{kg}/\text{cm}^2 (= 1 \text{ atm})$
	อัตราเร็ว	เกิดจาก	ระยะทาง	:	เวลา	=	m/sec หรือ km/h

2.3 พิกัดความเผื่อ

ในกระบวนการผลิตไม่สามารถจะทำชิ้นงานใด ๆ ให้มีขนาดที่แน่นอนตามที่กำหนดได้ และอีกประการหนึ่ง ในการวัดทุกครั้งจะได้ค่าที่ไม่แน่นอนอยู่เสมอ (เป็นค่าวัดพลาด) ด้วยเหตุนี้ การผลิตในงานช่างอุตสาหกรรมจึงยอมให้มีความคลาดเคลื่อนจากขนาดที่ต้องการได้เรียกว่า พิกัดความเผื่อ (Tolerance) โดยจำกัดค่าคลาดเคลื่อนให้เหมาะสมกับหน้าที่ของชิ้นงานนั้น ๆ ด้วยพิกัดความเผื่อที่กำหนดไว้นี้ ทำให้เกิดขนาดจำกัดซึ่งจะไม่เล็กกว่าควรและพิกัดเหมาะสมกับขนาดที่กำหนดไว้

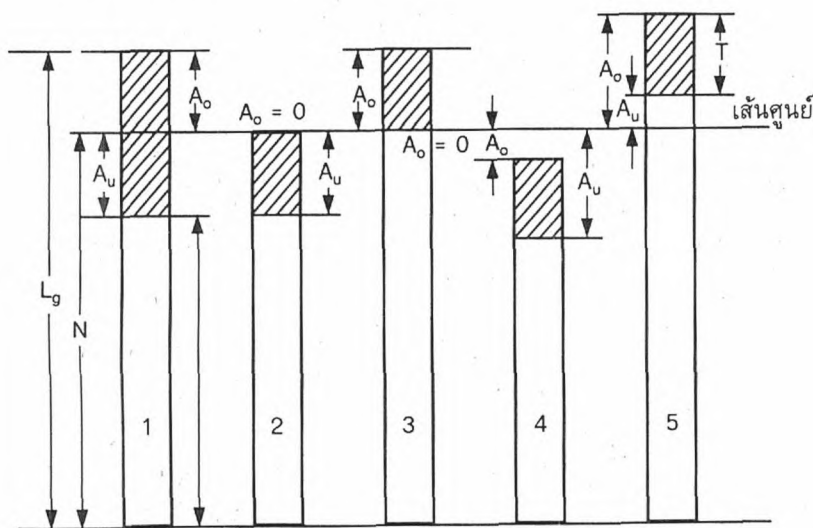
ข้อควรทราบของค่าจำกัดความเกี่ยวกับพิกัดความเผื่อ พิจารณาได้ดังต่อไปนี้

✈ ขนาดกำหนด (N) คือขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ ซึ่งใช้เป็นขนาดหลักสำหรับพิจารณาพิกัดความเผื่อ

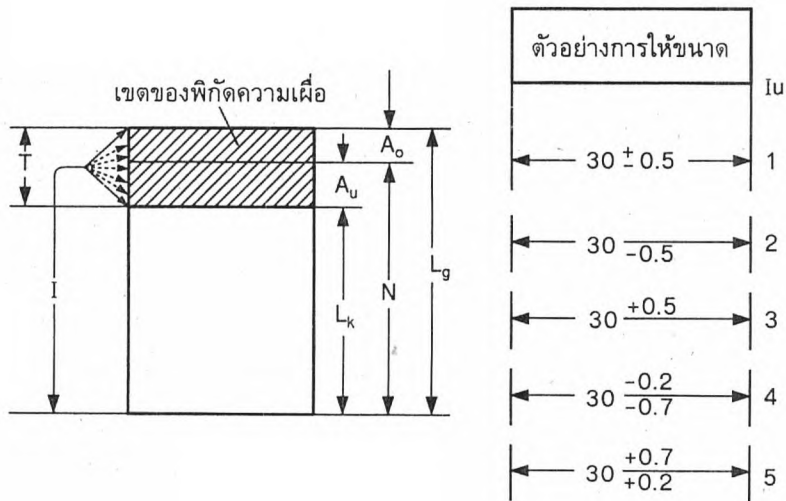
- ✈ ขนาดใหญ่สุด ($D_u, L_u \dots$) คือขนาดจำกัดใหญ่ที่สุดที่ขนาดกำหนดจะใหญ่ได้
- ✈ ขนาดเล็กที่สุด ($D_k, L_k \dots$) คือขนาดจำกัดเล็กที่สุดที่ขนาดกำหนดจะเล็กได้
- ✈ พิกัดความเผื่อ (T) คือผลต่างระหว่างขนาดใหญ่สุดและขนาดเล็กสุด
- ✈ เส้นศูนย์ คือเส้นแสดงขนาดกำหนดโดยถือเป็นเส้นหลักที่มีขนาดคลาดได้เป็นศูนย์
- ✈ ส่วนเกิน (A_o) คือส่วนเกินที่ขนาดใหญ่สุดโตกว่าขนาดที่กำหนด
- ✈ ส่วนขาด (A_u) คือส่วนขาดที่ขนาดเล็กสุดเล็กกว่าขนาดที่กำหนด
- ✈ ขนาดจริง (I) คือขนาดที่วัดได้จริงจากชิ้นงานและจะต้องมีขนาดอยู่ในระหว่าง

ขนาดเล็กสุดและขนาดใหญ่สุด

พิจารณาค่าจำกัดความต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงค่าจำกัดความต่าง ๆ ในงานพิกัดความเผื่อ



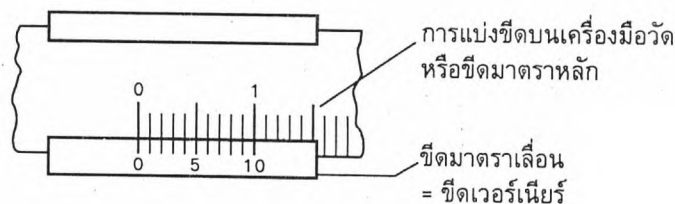
รูปที่ 2.7 (ต่อ)

หลักเกณฑ์ในการเขียนกำหนดพิทัดความเผื่อในงานเขียนแบบ

1. ขนาดส่วนเกินจะต้องเขียนไว้เหนือเส้นให้ขนาด โดยไม่คำนึงว่าเครื่องหมายข้างหน้าขนาดเป็นบวกหรือลบ
2. ขนาดส่วนขาดจะต้องเขียนไว้ใต้เส้นให้ขนาด โดยไม่คำนึงว่าเครื่องหมายข้างหน้าขนาดเป็นบวกหรือลบ
3. ถ้าขนาดของส่วนเกินเท่ากับขนาดของส่วนขาดให้เขียนขนาดคลาดได้เพียงตัวเดียว โดยใส่เครื่องหมาย $\pm$ ไว้ข้างหน้า
4. ขนาดคลาดที่มีค่าเป็นศูนย์ไม่ต้องเขียนไว้

มีเครื่องมือวัดหลายชนิดซึ่งมีเวอร์เนียสเกลติดอยู่ เวอร์เนียสเกลนี้จะช่วยให้อ่านค่าที่อยู่ในระหว่างขีดมาตราได้ทันที เวอร์เนียสเกลเป็นได้ทั้งขีดมาตราความยาวและตามความโค้งวงกลม ตัวเวอร์เนียเองเลื่อนไปมาได้บนขีดมาตราหลักของเครื่องมือวัด

ขีดศูนย์ของมาตราหลักจะต้องตรงกับขีดศูนย์ของเวอร์เนียสเกล ณ ตำแหน่งศูนย์ ดังรูปที่ 2.8

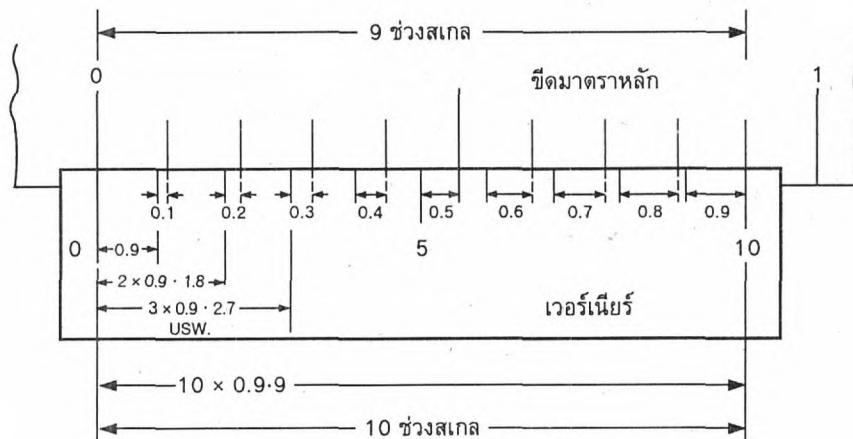


รูปที่ 2.8 แสดงเวอร์เนียสเกล

หลักการสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1 : 10

วิธีสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1:10 ให้แบ่งช่องมาตราหลัก 9 ช่องออกเป็นช่องเวอร์เนียร์ 10 ช่อง ดังนั้น 1 ช่องเวอร์เนียร์จะเท่ากับ $9 : 10 = \frac{9}{10} = 0.9$ ของ 1 ช่องมาตราหลัก นั่นคือ 1 ช่องเวอร์เนียร์จะเล็กกว่า 1 ช่องมาตราหลักอยู่ $\frac{1}{10}$ ของช่องมาตราหลัก ถ้าขีดมาตราหลักแบ่งเป็นมิลลิเมตรก็จะผ่านได้ด้วยเวอร์เนียร์เล็กถึง $\frac{1}{10}$ มิลลิเมตร

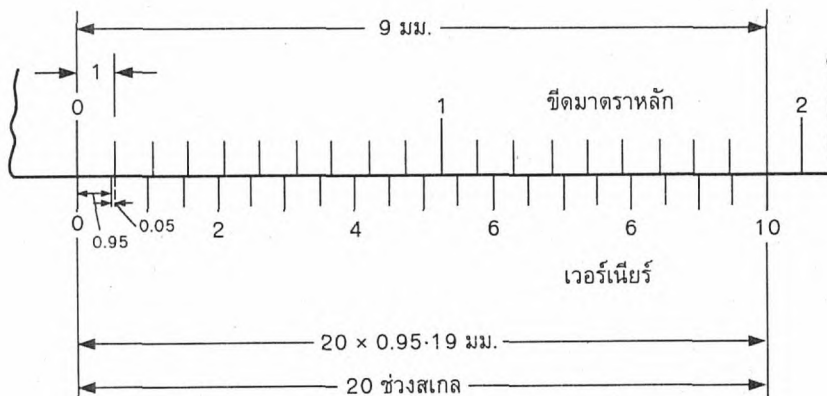
พิจารณาหลักการสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1 : 10 ได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงหลักการสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1 : 10

หลักการสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1 : 20

วิธีสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1:20 คือ 1 ช่องเวอร์เนียร์จะต้องมีขนาด $= \frac{19}{20} = 0.95$ มิลลิเมตร หากเอาขีดสั้นของช่องเวอร์เนียร์ 1 : 20 นี้ออกเสียหนึ่งขีด เวอร์เนียร์นี้จะกลายเป็นเวอร์เนียร์ 1:10 แต่เป็นอย่าง“ยาว” พิจารณาหลักการสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1:20 ได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงหลักการสร้างเวอร์เนียร์ขนาด 1 : 20

การอ่านค่าวัดด้วยเวอร์เนียแบบ $\frac{1}{10}$

การแบ่งขีดเวอร์เนียแบบ $\frac{1}{10}$ นั้น แบ่งขึ้นเพื่อให้เส้นเวอร์เนียไปทางขวา (โดยเริ่มจากขีดศูนย์) โดย

✈ วัดได้ $\frac{1}{10}$ มิลลิเมตร เมื่อขีดที่ 1

✈ วัดได้ $\frac{2}{10}$ มิลลิเมตร เมื่อขีดที่ 2

✈ วัดได้ $\frac{3}{10}$ มิลลิเมตร เมื่อขีดที่ 3

⋮ ⋮ ⋮

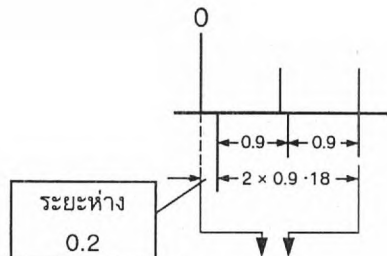
✈ วัดได้ $\frac{9}{10}$ มิลลิเมตร เมื่อขีดที่ 9 ของเวอร์เนียตรงกับขีดของมาตราหลัก

ขีดของเวอร์เนียเมื่อตรงกับขีดของมาตราหลักขีดใด ข้างซ้ายขีดศูนย์บนเวอร์เนีย อ่านเป็นมิลลิเมตร ส่วนข้างขวาอ่านเป็นทศนิยมของมิลลิเมตร

ตัวอย่างการอ่านค่าตามตำแหน่งต่าง ๆ

การอ่านค่าตรงขีดศูนย์

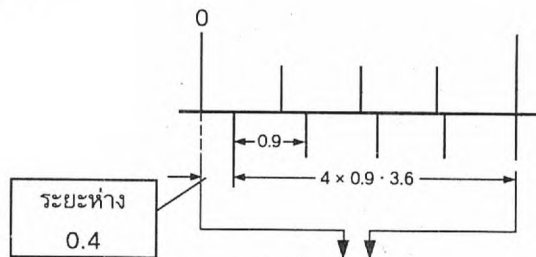
ตำแหน่ง 0.2



ค่าที่อ่าน : 0.2

ขีดที่ 2 ตรงกับขีดมาตราหลัก

ตำแหน่ง 0.4

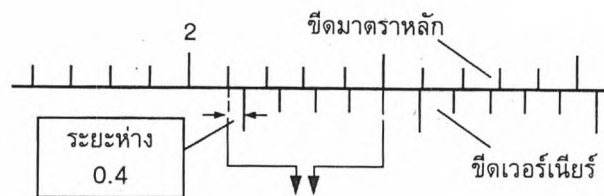
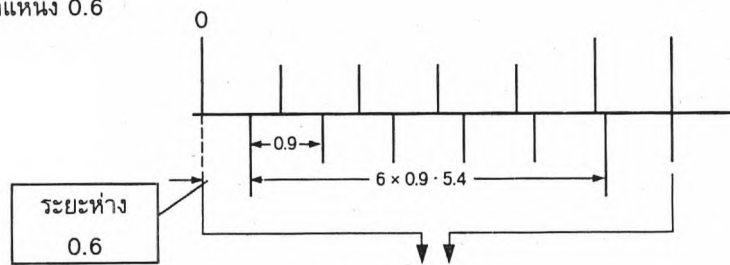


ค่าที่อ่าน : 0.4

ขีดที่ 4 ตรงกับขีดมาตราหลัก

รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งบนเวอร์เนีย

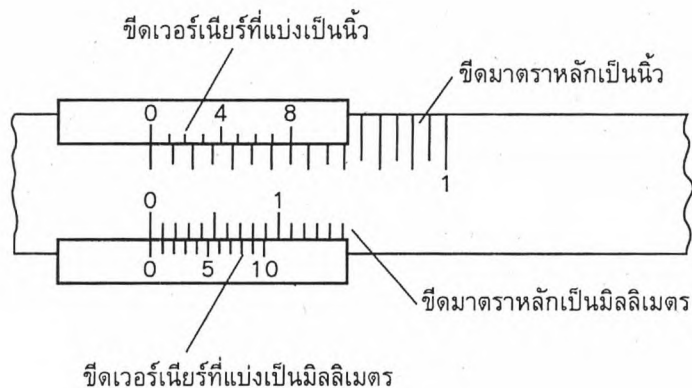
ตำแหน่ง 0.6



รูปที่ 2.11 (ต่อ)

ในการอ่านค่าตำแหน่งต่าง ๆ พิจารณาได้คือให้อ่านจำนวนมิลลิเมตรจากขีดมาตราหลักที่อ่านได้ง่ายก่อน ต่อจากนั้นจึงอ่านค่าทศนิยมของมิลลิเมตร

เวอร์เนียร์นอกจากจะมีขีดมาตราเป็นมิลลิเมตรแล้ว ยังมีขีดที่แบ่งออกเป็นนิ้วอยู่ด้วย พิจารณาดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงสเกลของเวอร์เนียร์ที่แบ่งเป็นนิ้ว

ดังนั้นตัวเลื่อนวัดจึงจำเป็นต้องมีเวอร์เนียวัดนิ้วติดอยู่ด้วย ซึ่งในการแบ่งเป็นนิ้วระยะห่างระหว่างขีดมาตราหลักเท่ากับ

$$\frac{1}{16}'' (= 1.5875 \text{ mm}) = \frac{2}{32}'' = \frac{4}{64}'' = \frac{8}{128}''$$

สำหรับขีดเวอร์เนียให้แบ่งออกเป็น 8 ส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นระยะห่างระหว่างขีดเวอร์เนียนี้เท่ากับ

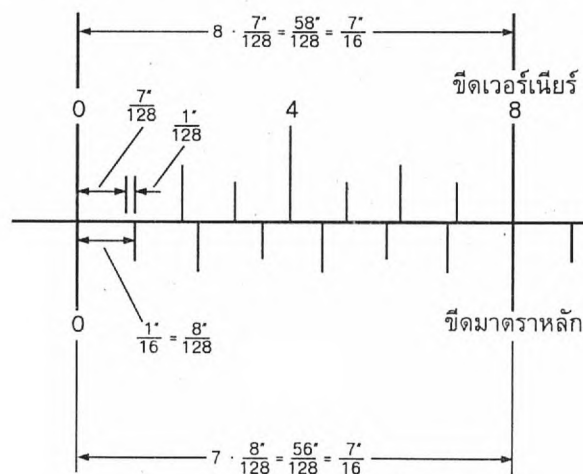
$$\frac{7}{16}'' : 8 = \frac{7}{16 \cdot 8}'' = \frac{7}{128}''$$

ผลต่างของช่องมาตราหลักและช่องเวอร์เนียจะเท่ากับ

$$\frac{8}{128}'' - \frac{7}{128}'' = \frac{1}{128}''$$

ขีดเวอร์เนียที่ตรงกับขีดมาตราหลักแสดงระยะเป็นเศษของ $\frac{1}{128}''$ ซึ่งจะต้องนำไปรวมกับค่าของนิ้วที่อ่านได้จากขีดมาตราหลักก่อนขีดศูนย์ของเวอร์เนีย

พิจารณาการแบ่งเวอร์เนียแบบนี้และตัวอย่างการอ่านได้ดังรูปที่ 2.13 และ 2.14



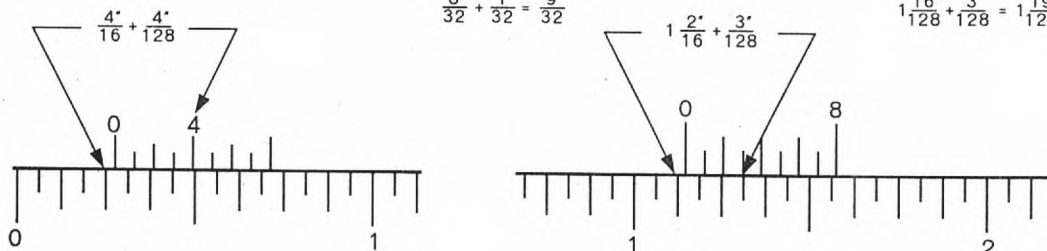
รูปที่ 2.13 แสดงการแบ่งเวอร์เนียแบบนี้

ตัวอย่างวิธีอ่าน : $\frac{4}{16}'' = \frac{8}{32}'' \cdot \frac{4}{128}'' = \frac{1}{32}''$

$$\frac{8}{32}'' + \frac{1}{32}'' = \frac{9}{32}''$$

$$\frac{2}{16}'' = \frac{16}{128}''$$

$$1 \frac{16}{128}'' + \frac{3}{128}'' = 1 \frac{19}{128}''$$



รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างการอ่านเวอร์เนียแบบนี้

2.4 กฎเกณฑ์และข้อควรระวังในงานวัด

2.4.1 กฎเกณฑ์ในงานวัด

งานวัดจะได้ผลสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อทำการวัดด้วยความระมัดระวังและถูกวิธี พิจารณาได้ดังนี้

1. ในการวัดต้องใช้เครื่องมือที่สามารถวัดได้ละเอียดตามที่ต้องการ
2. ในการอ่านค่าวัด ตาต้องมองตั้งฉากกับตำแหน่งที่อ่าน
3. ก่อนวัดต้องทำความสะอาดเครื่องมือและผิวของชิ้นงานเสียก่อน
4. ชัดชิ้นงานให้เรียบก่อนทำการวัด
5. ในงานวัดละเอียดต้องคำนึงถึงอุณหภูมิวัดด้วย ชิ้นงานที่ร้อนขึ้นจากการจับต้องทิ้งไว้ให้เย็นก่อน
6. เครื่องมือวัดบางชนิดต้องใช้แรงกดในการวัดให้พอดี อย่าใช้หักโหม
7. อย่าวัดชิ้นงานที่กำลังเคลื่อนที่ หรือขณะที่เครื่องยนต์กำลังหมุน (จะเกิดอุบัติเหตุและทำให้เครื่องมือชำรุดได้)
8. ชิ้นงานที่ถูกเหนี่ยวนำเป็นแม่เหล็ก (เช่น การจับชิ้นงานด้วยแรงแม่เหล็ก) ก่อนวัดให้ลบล้างอำนาจแม่เหล็กให้หมดเสียก่อน
9. เครื่องมือวัดที่เลื่อนเข้าออกได้ ต้องหมั่นตรวจตำแหน่งศูนย์เสมอ
10. ต้องตรวจความเที่ยงของเครื่องมือวัดเป็นครั้งคราวโดยมีกำหนดเวลา

2.4.2 การระวังรักษาเครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดที่ได้รับการระวังรักษาอย่างดีเท่านั้น จึงจะให้ค่าที่ถูกต้อง พิจารณาดังนี้

1. วางและเก็บรักษาเครื่องมือวัดโดยแยกออกจากเครื่องมืออื่น ๆ เช่น วางในภาชนะเฉพาะ
2. ถ้าเป็นไปได้ควรวางเครื่องมือวัดที่บอบบางบนที่รองอ่อน ๆ เช่น บนผ้าสักหลาด
3. อย่าให้เครื่องมือวัดละเอียดถูกโยนจัดหรือร่อนจัดได้
4. ระวังอย่าให้เครื่องมือวัดตก ถูกกระแทกหรือบุบสลาย
5. ทุกครั้งที่ใช้เครื่องมือวัด เมื่อเลิกปฏิบัติงานควรเก็บรักษาเครื่องมือวัดด้วยความระมัดระวังและทำความสะอาดตามควรแก่กรณี เครื่องมือวัดที่เป็นสนิมได้ง่ายต้องขลิบด้วยน้ำมันที่ปราศจากกรดไว้

อย่าซ่อมแซมหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องมือวัดที่ชำรุดด้วยตนเองเป็นอันขาด





1. งานวัด คือ.....

2. จุดมุ่งหมายของงานวัด คือ.....

3. การหาค่าคลาดเคลื่อน สามารถหาได้กี่วิธี อะไรบ้าง

4. งานตรวจสอบ คือ.....

