



วิชา : คณิตศาสตร์เครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: หน่วยวัดไคอะแกรมในงานช่าง

ใบ
แบบฝึกหัด
1__/_17_

บทที่ 1 หน่วยวัดไคอะแกรมในงานช่าง

1.1 หน่วยวัดในระบบต่างๆ

หน่วยสำหรับการวัดปริมาณต่างๆ มีหลายระบบ ที่สำคัญคือ

ระบบอังกฤษ (English System) ซึ่งวัดระยะทางในหน่วยฟุต และวัดมวลในหน่วยปอนด์ ระบบนี้ใช้ใน
ประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา

ระบบเมตริก (Metric System) วัดระยะทางในหน่วยเมตรและวัดมวลในหน่วยกิโลกรัม ระบบนี้ใช้กัน
แพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลก

ระบบหน่วยสากลสำหรับการวัดในทางวิทยาศาสตร์และทางอุตสาหกรรม ซึ่งใช้มาตรฐานเดียวกัน
เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ (The International System of Units) เรียกย่อว่า ระบบเอสไอ (SI-Units;
System International d' Unites)

1.2 ระบบหน่วยระหว่างชาติ(SI-UNITS)

ประวัติความเป็นมาโดยย่อ

พ.ศ. 2336 ประเทศฝรั่งเศสเริ่มมีการกำหนดใช้หน่วยการวัดในระบบเมตริก (Metric System)

พ.ศ.2416 ประเทศอังกฤษกำหนดให้มีการใช้ระบบเซนติเมตร กรัม วินาที (CGS System) เป็นระบบ
การวัดทางวิทยาศาสตร์อีกระบบหนึ่ง

พ.ศ.2419 ได้เริ่มมีการประชุมเกี่ยวกับมาตรชั่งตวงวัด (Conference General des Poids et Mesures
(CGPM) หรือ General Conference of Weights and Measures) ณ กรุงปารีส

พ.ศ.2443 ได้มีการใช้ระบบเมตร กิโลกรัม วินาที (MKS System) เป็นระบบการวัดในทางวิทยาศาสตร์
ประยุกต์

พ.ศ. 2493 โดยที่เห็นว่าได้มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยกลศาสตร์และหน่วยทางแม่เหล็กไฟฟ้า จึงได้
เพิ่มแอมแปร์ซึ่งเป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้า ให้เป็นหน่วยที่ 4 ในระบบ MKS และเรียกใหม่ว่าระบบเมตร
กิโลกรัม วินาที แอมแปร์ (MKSA System)

เมื่อปี พ.ศ. 2503 ได้มีการประชุมสัมมนาว่าด้วยมาตรชั่งตวงวัดระหว่างประเทศ (Conference General
des Poids et Mesures) ครั้งที่ 11 ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ที่ประชุมได้มีมติตั้งหน่วยวัดขึ้นใหม่เพื่อให้
เป็นมาตรฐานสากล เรียกว่า “ระบบหน่วยระหว่างชาติ”(System International d'Unites) ซึ่งเรียกย่อๆ ว่าSI-
UNITS ระบบนี้ประกอบด้วยหน่วย 4 ประเภทคือ

- หน่วยรากฐาน (Basic Units)
- หน่วยอนุพัทธ์ (Derived Units)



- หน่วยเสริม(Supplementary Units)
- หน่วยอนุโลม (Permitted Units)

1.2.1 หน่วยรากฐาน (Basic units)

ระบบหน่วย เอสไอ ประกอบขึ้นจากหน่วยฐาน 7 หน่วยตามตารางที่ 1.

ตารางที่1. หน่วยรากฐาน

ปริมาณพื้นฐาน	ชื่อหน่วยรากฐาน		สัญลักษณ์
	ไทย	อังกฤษ	
ความยาว(length)	เมตร	meter	m
มวล (mass)	กิโลกรัม	kilogram	kg
เวลา(time)	วินาที	second	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	ampere	A
อุณหภูมิ(temperature)	เคลวิน	Kelvin	K
ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (luminous intensity)	แคนเดลา	Candela	cd
ปริมาณสาร(amount of substance)	โมล	mole	mol

- เมตร (Meter : m) คือความยาวที่แสงเดินทางได้ในสุญญากาศ ในช่วงเวลา $1/299,792,458$ ของวินาที

- กิโลกรัม (Kilogram : kg) คือหน่วยของมวลซึ่งเท่ากับมวลด้นแบบระหว่างชาติของกิโลกรัม

- วินาที (Second : s) คือช่วงเวลา $9,192,631,770$ เท่าของคาบการแผ่รังสีที่เกิดจากการเปลี่ยนระดับพลังงานของอะตอมซีเซียม -133 (Cs – 133) ระหว่างระดับไฮเพอร์ไฟน์สองระดับของสถานะพื้น

- แอมแปร์ (Ampere : A) กระแสคงตัวซึ่งเมื่อให้อยู่ในดัดนำตรง 2 เส้นที่มีความยาวไม่จำกัด และมีพื้นที่หน้าตัดน้อยจนไม่ต้องคิด ซึ่งวางอยู่คู่ขนานห่างกัน 1 เมตร ในสุญญากาศแล้ว จะทำให้เกิดแรงระหว่างลวดตัวนำทั้งสองวงเท่ากับ 2×10^{-7} นิวตันต่อความยาว 1 เมตร

- เคลวิน (Kelvin : K) คือหน่วยของอุณหภูมิอุณหพลวัต (หรืออุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์) มีค่าเท่ากับ $1/273.16$ ของอุณหภูมิอุณหพลวัตของจุดรวมสามของน้ำ

- โมล (Mole : mol) คือปริมาณของสารในระบบซึ่งประกอบด้วยของค์ประกอบมูลฐานที่เทียบเท่ากับจำนวนอะตอมคาร์บอน -12 (C – 12) ปริมาณ 0.012 กิโลกรัม

- แคนเดลา (Candela : cd) คือความเข้มของการส่องสว่างในทิศที่กำหนดของแหล่งกำเนิดที่แผ่รังสีของแสงความถี่เดียวที่มีความถี่

540 เฮิร์ตซ์ และมีความเข้มของการแผ่รังสีในทิศทางนั้นเท่ากับ $1/683$ วัตต์ต่อสเตอเรเดียน

1.2.2 หน่วยอนุพัทธ์ (Derived units)

หน่วยอนุพัทธ์ได้จากการนำเอาหน่วยรากฐาน หรือหน่วยเสริม มาสัมพันธ์กันตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น ผลคูณหรือผลหารของหน่วยรากฐาน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1.2.2.1 หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์ ที่เรียกตามเค้าเดิมของระบบ ได้มาจากผลคูณหรือผลหารของหน่วยพื้นฐาน โดยตรงเช่น

-หน่วยของพื้นที่คือ ตารางเมตร (m^2) ซึ่งได้มาจาก ความยาว (m) คูณ ความยาว (m)

-หน่วยของความเร็วคือ เมตร/วินาที (m/s) ซึ่งได้มาจาก ความยาว (m) หารเวลา(s) จะ

สังเกตเห็นว่ายังคงเค้าเดิมของหน่วยรากฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์

ปริมาณ	ชื่อหน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์		สัญลักษณ์
	ไทย	อังกฤษ	
พื้นที่(area)	ตารางเมตร	square meter	m^2
ปริมาตร(volume)	ลูกบาศก์เมตร	cubic meter	m^3
ความเร็ว(velocity)	เมตรต่อวินาที	meter per second	m/s
ความเร็วเชิงมุม (angular velocity)	เรเดียนต่อวินาที	radian per second	rad/s
ความเร่ง (acceleration)	เมตรต่อวินาทีกำลังสอง	meter per second square	m/s^2
ความเร่งเชิงมุม (angular)	เรเดียนต่อวินาทีกำลังสอง	radian per second square	rad/s^2
ความหนาแน่น (density)	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	kilogram per cubic meter	kg/m^3
ความเข้มข้น (concentration)	โมลต่อลูกบาศก์เมตร	mole per cubic meter	mol/m^3
โมเมนต์(moment)	นิวตันเมตร	newton meter	N.m
ความเค้น(stress)	นิวตัน/ตารางเมตร	newton per square meter	N/m^2
โมเมนต์ตัม(momentum)	กิโลกรัมต่อวินาที	kilogram per second	Kg/s
Second moment of-area	เมตรกำลังสี่	meter square square meter	m^4

ปริมาณ	ชื่อหน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์		สัญลักษณ์
	ไทย	อังกฤษ	
Moment of inertia	กิโลกรัมเมตรกำลังสอง	kilogram square meter	kgm ²

1.2.2.1 หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์ ที่เปลี่ยนชื่อไปจากเค้าเดิมของระบบได้มาจากผล คูณ หรือ ผลหาร ของหน่วยพื้นฐานโดยตรง เช่น

- หน่วยของแรง คือ กิโลกรัมเมตร/วินาที (kg.m/s²) ซึ่งได้มาจาก มวล (kg) คูณ ความเร่ง (m/s²) เปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็น นิวตัน(N)

แรง(Force; F) 1 นิวตัน คือแรงที่กระทำต่อมวล 1 kg ทำให้มวลเกิดความเร่ง 1 m/s² โดยแรงจะมีทิศทางเดียวกับทิศทางของความเร่งเสมอ

$$\text{จะได้ความสัมพันธ์ว่า } F = m.a$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times \text{m/s}^2$$

$$\text{ดังนั้นแรง } 1 \text{ N} = 1 \text{ kg.m/s}^2$$

- หน่วยของงาน คือ นิวตันเมตร (N.m) ซึ่งได้จาก แรง คูณ ระยะทาง (m) เปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็น จูล (J)

งาน(Work;W) 1 จูล (J) คือ งาน, พลังงาน หรือปริมาณความร้อน มีขนาดเท่ากับงานของแรง 1 นิวตัน กระทำ ต่อวัตถุ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไป 1 เมตร (m) ตามแนวแรงนั้น

$$\text{จะได้ความสัมพันธ์ว่า } W = F.S$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N.m}$$

$$\text{ดังนั้นงาน } 1 \text{ J} = 1 \text{ N.m} = 1 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$$

- หน่วยของกำลัง คือ จูล/วินาที (J/s)ซึ่งได้มาจากงาน (J) หารด้วย เวลา (s) เปลี่ยนชื่อเรียกใหม่เป็นวัตต์ (w)

กำลัง(Power;P) 1 วัตต์ (W) คือ กำลังที่สามารถทำงาน หรือให้พลังงาน 1 จูล (J) ในเวลา 1 วินาที(s)

$$\text{จะได้ความสัมพันธ์ว่า } P = W/t$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N.m/s}$$

$$\text{ดังนั้นกำลัง } 1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N.m/s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$$

- หน่วยของความดัน คือ นิวตัน/ตารางเมตร (N/m²) ซึ่งได้มาจาก แรง (N) หารด้วยพื้นที่ (m²)

ความดัน(Pressure; p) 1 ปาสกาล (Pa) คือความดันหรือความเค้นที่เกิดจากการใช้แรง 1 นิวตัน (N) กระทำบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร (m²) อย่างสม่ำเสมอ

$$\text{จะได้ความสัมพันธ์ว่า } p = F/A$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$\text{ดังนั้นความดัน } 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2$$

ตารางที่ 3. หน่วย เอส ไอ อนุพัทธ์ที่เรียกชื่อใหม่



วิชา : คณิตศาสตร์เครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้ที่: หน่วยวัดไคอะแกรมในงานช่าง

ใบ

แบบฝึกหัด

5_/_/17_

ปริมาณ	ชื่อที่เรียกใหม่ของหน่วยเอส ไอ อนุพัทธ์	สัญลักษณ์	เทียบกับหน่วยรากฐานหน่วยเสริมและ หน่วยเอส ไอ อนุพัทธ์อื่นๆ
แรง(force)	นิวตัน(newton)	N	$1\text{ N} = 1\text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
งาน(work) พลังงาน(engrgy) ปริมาณความร้อน(quantity of heat)	จูล(joule)	J	$1\text{ J} = 1\text{ N}\cdot\text{m}$
กำลัง(power)	วัตต์(watt)	W	$1\text{ W} = 1\text{ J}/\text{s}$
ความดัน(pressure) ความดัน(stress)	ปาสคาล(pascal)	Pa	$1\text{ Pa} = 1\text{ N}/\text{m}^2$
ประจุไฟฟ้า(electric charge) ปริมาณไฟฟ้า(quantity of electricity)	คูลอมป์(coulomb)	C	$1\text{ C} = 1\text{ A}\cdot\text{s}$
ศักย์ไฟฟ้า (electric potential) ความต่างศักย์ (potential difference) แรงดันไฟฟ้า(tension) แรงเคลื่อนไฟฟ้า (electromotive force)	โวลต์ (volt)	V	$1\text{ v} = 1\text{ J}/\text{C}$
ความจุไฟฟ้า (electric capacitance)	ฟารัด(farad)	F	$1\text{ F} = 1\text{ C}/\text{V}$
ความต้านทานไฟฟ้า (electric resistance)	โอห์ม(ohm)		$1 = 1\text{ V}/\text{A}$
ความนำไฟฟ้า (electric conductance)	ซีเมนส์(siemens)	S	$1\text{ S} = 1^{-1}$
ฟลักซ์แม่เหล็ก(magnetic flux)	เวเบอร์(weber)	Wb	$1\text{ Wb} = 1\text{ V}\cdot\text{s}$
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก (magnetic flux dencity) ความเหนี่ยวนำแม่เหล็ก (magnetic induction)	เทสลา(tesla)	T	$1\text{ T} = 1\text{ Wb}/\text{m}^2$
ความเหนี่ยวนำ (inductance)	เฮนรี่(henry)	H	$1\text{ H} = 1\text{ Wb}$

1.2.3 หน่วยเสริม (Supplementary Units)

ที่ประชุมใหญ่ว่าด้วยมาตราซึ่งดวงวิเคราะหฺว่ประเทศ ไม่ได้จำแนกประเภทของหน่วยงานบางหน่วยในระบบ เอส ไอ ไว้เป็นหน่วยรากฐานหรือหน่วยอนุพั้ทท์ หน่วยเหล่านี้เรียกว่า “หน่วยเสริม” ดังแสดงในตารางที่ 4. ซึ่งอาจถือว่าเป็นหน่วยรากฐานหรือหน่วยอนุพั้ทท์ก็ได้

ตารางที่ 4. หน่วยเสริม

ปริมาณ	ชื่อหน่วยเสริม		สัญลักษณ์
	ไทย	อังกฤษ	
มุมในระนาบ(plane angle)	เรเดียน	radian	rad
มุมเชิงของแข็ง(solid angle)	สเตอเรเดียน	steradian	Sr

- เรเดียน (Radian : rad) คือมุมระนาบระหว่างรัศมีสองเส้นของวงกลม ซึ่งถูกรองรับด้วยส่วนโค้งของวงกลมที่มีความยาวเท่ากับรัศมีของวงกลมนั้น

- สเตอเรเดียน (Steradian : sr) คือมุมตันที่มีจุดยอด ณ จุดศูนย์กลางของวงกลมและถูกรองรับด้วยผิวทรงกลมที่มีพื้นที่เท่ากับรัศมีของทรงกลมนั้น ยกกำลังสอง

1.2.4 หน่วยอนุโลม(Permitted Units)

หน่วยที่ใช้วัดปริมาณในระบบอื่นๆ บางหน่วยอนุโลมให้ใช้กับหน่วย เอส ไอ เพื่อให้เกิดความสะดวกและความเหมาะสมในการใช้ ดังแสดงในตารางที่ 5.

ตารางที่ 5. หน่วยอนุโลม

ปริมาณ	ชื่อหน่วยอนุโลมที่ใช้กับหน่วย เอส ไอ	สัญลักษณ์	เทียบกับหน่วยรากฐานหน่วยเสริมและหน่วย เอส ไอ อนุพั้ทท์อื่นๆ
เวลา(time)	นาที(minute)	min	1 min = 60 s
	ชั่วโมง(hour)	h	1 h = 60 min = 3600 s
มวล(mass)	ตัน(tonne)	t	1 t = 10 ³ kg



วิชา : คณิตศาสตร์เครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้ที่: หน่วยวัดไดอะแกรมในงานช่าง

ใบ
แบบฝึกหัด

7_/_/17_

ความดัน(pressure)	บาร์(bar)	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$
ปริมาตร(vallume)	ลิตร(liter)	l	$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
มุม(angle)	องศา(degree)	°	$1 \text{ องศา} = \pi/180 \text{ rad}$
อุณหภูมิเซลเซียส (Celsius temperature)	องศาเซลเซียส	1°c	$1^\circ \text{c} = 1 \text{ K}$

1.3 การเขียนสัญลักษณ์และการใช้หน่วย เอส ไอ

1.3.1 ข้อควรระวังในการใช้สัญลักษณ์ของหน่วย เอส ไอ

เช่นเดียวกับการใช้สัญลักษณ์ในหน่วยอื่นๆ นั่นคือจะต้องจำสัญลักษณ์ที่ถูกต้องได้เป็นอย่างดี เพราะสัญลักษณ์บางหน่วยใช้อักษรตัวเดียวกัน เพียงแต่เป็นตัวพิมพ์เล็กและตัวพิมพ์ใหญ่ดังตัวอย่าง เช่น

K = เคลวิน (Kelvin)

k = กิโลกรัม

A = แอมแปร์(ampere)

a = ปี (year)

N = นิวตัน(newton)

n = นาโน(nano)

C = คูลอมป์(coulomb)

c = องศาเซลเซียส(degree Celsius)

1.3.2 พหุคูณของหน่วย เอส ไอ

คำอุปสรรค (prefix) ที่แสดงไว้ในตารางที่ 5. ใช้เป็นชื่อและสัญลักษณ์ของพหุคูณ ของหน่วย เอส ไอ สัญลักษณ์ของคำอุปสรรคคำหนึ่งๆ นั้น ใช้ผสมกับสัญลักษณ์ของหน่วยโดยตรงจะทำให้เกิดสัญลักษณ์ของหน่วยใหม่ ซึ่งสามารถยกกำลังบวกหรือลบก็ได้ และสามารถใช้ผสมกับสัญลักษณ์ของหน่วยอื่นๆ กลายเป็นสัญลักษณ์ของหน่วยเชิงประกอบ(compound unit) ขึ้นได้อีกตัวอย่าง เช่น

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \mu\text{s}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ km}^2/\text{s} = (10^3 \text{ m})^2/\text{s} = 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$$

ไม่ควรใช้คำอุปสรรคซ้อนกัน ตัวอย่างเช่น ให้เขียน nm (นาโนเมตร) แทนที่จะเขียน mμm

หมายเหตุ ด้วยเหตุที่ชื่อของหน่วยรากฐานของมวลคือ กิโลกรัม (kg) ซึ่งเป็นชื่อที่ประกอบด้วยคำอุปสรรค

เอส ไอ คือ “กิโล(k)” แทนที่จะเติมหน้าคำว่า กิโลกรัม เช่น มิลลิกรัม (mg) เดซิกรัม(dg) จะไม่เขียนว่าเป็น มิลลิกรัม (mkg) หรือ เดซิกิโลกรัม (dkg) เพราะจะเป็นการใช้คำอุปสรรคซ้อนกัน

1.3.3 การใช้หน่วย เอส ไอ และพหุคูณของหน่วย เอส ไอ



การเลือกใช้พหุคูณ เพื่อให้ทำให้ใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงโดยใช้ทศนิยม จะเลือกใช้ได้เหมาะสมขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้ ตัวพหุคูณที่จะเลือกใช้ควรเป็นตัวที่ทำให้ค่าตัวเลขอยู่ระหว่าง 0.1 กับ 1000 ตัวอย่าง เช่น

$1.2 \times 10^4 \text{ N}$	อาจเขียนเป็น	12 kN
0.00394 m	อาจเขียนเป็น	3.94 mm
1401 PA	อาจเขียนเป็น	1.401 kPa
$3.1 \times 10^{-8} \text{ s}$	อาจเขียนเป็น	31 ns

อย่างไรก็ดี ค่าต่างๆ ของปริมาณเดียวกันในตารางหรือในการอภิปรายค่าของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ควรใช้พหุคูณให้เหมือนกันตลอดรายการ ถึงแม้ว่าค่าตัวเลขจะอยู่นอกพิสัย 0.1 ถึง 1000 ก็ตาม ในงานเฉพาะบางอย่าง นิยมใช้ตัวพหุคูณชนิดเดียวกันตลอด เช่น การเขียนแบบทางวิศวกรรมเครื่องกล มักใช้ขนาดเป็น มิลลิเมตร (mm)

1.3.4 หลักการเขียนสัญลักษณ์ของหน่วย เอสไอ

1.3.4.1 สัญลักษณ์ของหน่วยควรพิมพ์ด้วยอักษรโรมันแบบตัวตรง โดยไม่ต้องคำนึงว่าจะเขียนร่วมกับตัวชนิดใดก็ตาม ไม่ต้องเปลี่ยนตามพจน์ ไม่ต้องมีมหัพภาค และควรเขียนไว้ท้ายค่าตัวเลขซึ่งแสดงปริมาณ โดยเว้นระยะระหว่างค่าตัวเลขกับสัญลักษณ์ของหน่วย

1.3.4.2 สัญลักษณ์ของหน่วยควรเขียนด้วยอักษรตัวเล็ก นอกจากหน่วยที่ได้ชื่อมาจากวิสามานยนามให้เขียนอักษรตัวแรกเป็นตัวใหญ่ ตัวอย่างเช่น m (เมตร) s (วินาที) A (แอมแปร์) Ab (เวเบอร์)

ตารางที่ 6 คำอุปสรรคของหน่วย เอสไอ

คำอุปสรรค		ตัวคูณหน่วย	ตัวอย่าง
ชื่อ	สัญลักษณ์		
เอกซะ(exa)	E	10^{18}	



วิชา : คณิตศาสตร์เครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้ที่: หน่วยวัดไดอะแกรมในงานช่าง

ใบ
แบบฝึกหัด

9_/_17_

เพตะ(peta)	P	10^{15}	
เทอรา(tera)	T	10^{12}	
จิกะ(giga)	G	10^9	
เมกะ(mega)	M	10^6	1 MW = 10^6 W
กิโล(kigo)	k	10^3	1 km = 100^3 m
เฮกโต(hector)	h	10^2	1 hl = 100^2 l
เดคา(deca)	da	10^1	1 dag = 100g
เดซซี(decy)	d	10^{-1}	1 dm = 10^{-1} m
เซนตี(centi)	c	10^{-2}	1 cm = 10^{-2} m
มิลลิ(milli)	m	10^{-3}	1 mm = 10^{-3} m
ไมโคร(micro)	μ	10^{-6}	1 μ m = 10^{-6} m
นาโน(nano)	n	10^{-9}	
พิโค(pico)	p	10^{-12}	
เฟมโต(femto)	f	10^{-15}	
อัตโต(atto)	a	10^{-18}	

1.4 ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดในระบบต่าง ๆ ถึงแม้จะมีข้อตกลงจากการประชุมของ CGPM ให้มีหน่วยวัดระหว่างชาติ(SI-UNITS) แต่หน่วยวัดต่างๆ ที่แต่ละประเทศเคยใช้อยู่เดิมและยังใช้อยู่อย่างแพร่หลายดังนี้



วิชา : คณิตศาสตร์เครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1: หน่วยวัดไคอะแกรมในงานช่าง

ใบ

แบบฝึกหัด

10__/_17_

ตารางที่ 7.

ความยาว(length)				มวล(mass)		
in	ft	mi	m	lb	kg	ton
1	8.33×10^{-2}	1.578×10^{-2}	2.54×10^{-2}	1	0.4536	0.4536×10^{-3}
12	1	1.984×10^{-4}	0.3048	2.205	1	0.98×10^{-3}
6.336×10^4	5.28×10^3	1	1.60×10^3		1016	1
39.37	3.2808	6.0214×10^3	1			

ความดัน(pressure)			กำลัง(power)		
bar	Pa	Atm	W	hp	ps
1	10^5	0.9869	1	1.34×10^{-3}	1.38×10^{-3}
10^{-5}	1	9.869×10^{-4}	746	1	1.031
1.013	1.013×10^5	1	736	0.687	1

1.5 มาตรฐาน

ในงานเขียนแบบเชิงวิศวกรรมเราจะต้องเขียนภาพฉายด้านต่างๆ ด้วยขนาดสเกลวัดที่มีมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานสามารถหาได้จากสูตรดังนี้

$$\text{มาตรฐาน} = \frac{\text{ขนาดในแบบ}}{\text{ขนาดของชิ้นงานจริง}}$$

มาตรฐานที่ใช้ในงานเขียนแบบเชิงวิศวกรรม สามารถพิจารณาได้ดังนี้

1. มาตรฐานย่อ เช่น M 1 : 100 อ่านว่า มาตรฐานหนึ่งต่อร้อย หมายความว่าขนาดของชิ้นงานจริงเป็น 100 ส่วน ขนาดที่เขียนลงในแบบจะเป็น 1 ส่วน ซึ่งมาตรฐานย่อจะใช้เขียนในกรณีที่ชิ้นงานมีขนาดความโตมากๆ



วิชา : คณิตศาสตร์เครื่องกล

หน่วยการเรียนรู้ที่: หน่วยวัดไดอะแกรมในงานช่าง

ใบ
แบบฝึกหัด

11 __ / 17 _

2. **มาตราส่วนขนาดเท่าของจริง** คือ M 1 : 1 อ่านว่า มาตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง หมายความว่า ขนาดของชิ้นงานจริงเป็น 1 ส่วน ขนาดที่เขียนลงในแบบก็เป็น 1 ส่วนด้วย ใช้กับงานที่มีขนาดความโตพอดีกับกระดาษเขียนแบบ
3. **มาตราส่วนขยาย** เช่น M 10 : 1 อ่านว่า มาตราส่วนสิบต่อหนึ่ง หมายความว่า ขนาดของชิ้นงานจริงเป็น 1 ส่วน แต่ขนาดที่เขียนลงในแบบจะเป็น 10 ส่วน หรือ 10 เท่า ของขนาดจริง ซึ่งมาตราส่วนขยายจะใช้เขียนแบบในกรณีที่ชิ้นงานมีขนาดเล็กและต้องการให้เห็นชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างที่ 1 ชิ้นงานชิ้นหนึ่งเขียนกำหนดไว้ในแบบด้วยมาตราส่วน 1: 25 ทำการวัดภาคตัดของชิ้นงานนั้นได้กว้างตามสเกล 100 มิลลิเมตร และยาวตามสเกล 940 อยากทราบว่าชิ้นงานชิ้นนี้มีขนาดภาคตัดจริงๆ เท่าใด

$$\text{วิธีทำ จาก} \quad \text{มาตราส่วน} = \frac{\text{ขนาดในแบบ}}{\text{ขนาดของชิ้นงานจริง}}$$

$$\text{ดังนั้นขนาดของชิ้นงานจริง} = \frac{\text{ขนาดในแบบ}}{\text{มาตราส่วน}}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ว่า ความกว้างของชิ้นงานจริง} &= \frac{100}{\frac{1}{25}} \\ &= 2,500 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{ความกว้างของชิ้นงานจริง} = 2.5 \text{ m}$$

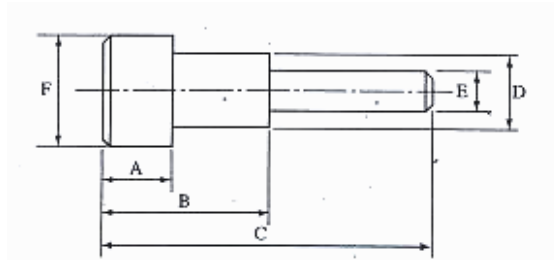
$$\begin{aligned} \text{และ ความยาวของชิ้นงานจริง} &= \frac{940}{\frac{1}{25}} \\ &= 23,500 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{ความยาวของชิ้นงานจริง} = 23.5 \text{ m}$$

สรุปได้ว่า ชิ้นงานชิ้นนี้มีขนาดภาคตัดจริงคือ กว้าง 2.5 เมตร ยาว 23.5 เมตร

ตัวอย่างที่ 2 พิจารณาจากแบบที่กำหนดให้ ขนาดความยาวจริงชิ้นงานเป็นดังนี้ $A=40$ มิลลิเมตร $E=25$ มิลลิเมตร และ

$F=60$ มิลลิเมตร ถ้าจะทำการเขียนชิ้นงานนี้ด้วยมาตราส่วน 2 : 1 จงหาขนาดความยาวในแบบของระยะ A,E และ F



วิธีทำ โจทย์กำหนดให้เป็นมาตราส่วนขยายคือ 2: 1

$$\text{จาก} \quad \text{มาตราส่วน} = \frac{\text{ขนาดในแบบ}}{\text{ขนาดของชิ้นงานจริง}}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad \text{ขนาดในแบบ} = \text{มาตราส่วน} \times \text{ขนาดของชิ้นงานจริง} \quad \text{พิจารณาในแบบ}$$

ของระยะ A,E และ F ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ขนาดความยาวในแบบของระยะ A} &= \frac{2}{1} \times 40 \\ &= 80 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ขนาดความยาวในแบบของระยะ E} &= \frac{2}{1} \times 25 \\ &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ขนาดความยาวในแบบของระยะ F} &= \frac{2}{1} \times 60 \\ &= 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

สรุปได้ว่า ขนาดความยาวในแบบของระยะ A,E และ F เท่ากับ 80 มิลลิเมตร 50 มิลลิเมตร และ 120 มิลลิเมตร ตามลำดับ

1.6 ไดอะแกรมในงานช่าง

1.6.1 วิธีเปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบ

ในการเขียนไดอะแกรมโดยวิธีเปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบ สามารถแสดงได้ 2 วิธี คือ

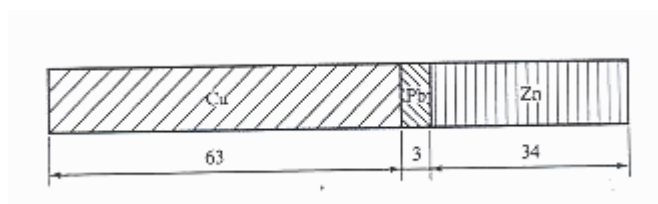
1. วิธีเส้นตรง
2. วิธีวงกลม

1. **วิธีเส้นตรง** ในการเปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบที่แสดงด้วยวิธีเส้นตรงสามารถพิจารณาได้ดัง ตัวอย่าง ทองเหลือง Ms 63 ประกอบด้วย ทองแดง (Cu) 63% , ตะกั่ว (Pb) 3% และสังกะสี (Zn) 34% โดยสเกลกำหนดให้ 100 ส่วน ยาว 100 มิลลิเมตร

สามารถเขียนไดอะแกรมเปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบของทองเหลือง Ms 63 ได้คือ

- ทองแดง (Cu) 63% จะมีความยาว 63 มิลลิเมตร
- ตะกั่ว (Pb) 3% จะมีความยาว 3 มิลลิเมตร
- สังกะสี (Zn) 34% จะมีความยาว 34 มิลลิเมตร

ดังนั้นไดอะแกรมที่ได้เป็นดังรูปที่ 1.2



2. **วิธีวงกลม** ในการเปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบที่แสดงด้วยวิธีวงกลม สามารถพิจารณาได้ดัง ตัวอย่าง ทองแดงหล่อ Rg 10 ประกอบด้วย ทองแดง (Cu) 86%, ดีบุก (Sn) 10% และสังกะสี (Zn) 4% โดยสเกลกำหนดให้ 100 ส่วนเท่ากับมุม 360 องศา

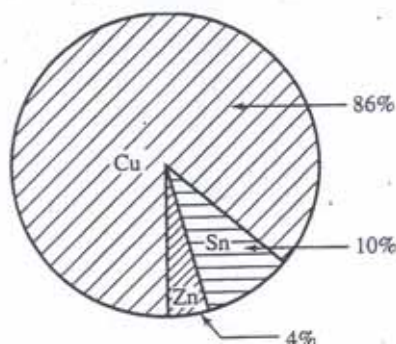
สามารถเขียนไดอะแกรมเปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบของทองแดงหล่อ Rg 10 ได้คือ

$$\text{- ทองแดง (Cu) 86\%} = \frac{86 \times 360}{100} = 309.6 \text{ องศา}$$

$$\text{- ดีบุก (Sn) 10\%} = \frac{10 \times 360}{100} = 36 \text{ องศา}$$

$$\text{- สังกะสี (Zn) 4\%} = \frac{4 \times 360}{100} = 14.4 \text{ องศา}$$

ดังนั้นไดอะแกรมที่ได้เป็นดังรูปที่ 1.3



1.6.2 วิธีเปรียบเทียบด้วยตัวเลขแท่งบาร์ตั้ง

ในการไดอะแกรม โดยวิธีเปรียบเทียบด้วยตัวเลขแท่งบาร์ตั้ง สามารถแสดงได้ดังนี้

1. แท่งบาร์ตั้งทั่วไป

2. แท่งบาร์เทียบขนาดตารางพื้นที่

1. การเขียนไดอะแกรมโดยใช้แท่งบาร์ตั้งทั่วไป สามารถพิจารณาได้จากตัวอย่างกำหนดให้ ความหนาแน่นของธาตุต่างๆ เป็นดังนี้

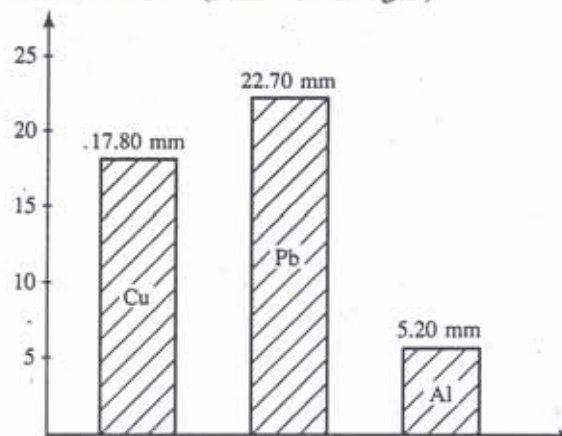
- ทองแดง (Cu) $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 8.9 \times 2 = 17.80 \text{ mm}$

- ตะกั่ว (Pb) $11.35 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 11.35 \times 2 = 22.70 \text{ mm}$

- อลูมิเนียม (Al) $2.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 = 2.6 \times 2 = 5.20 \text{ mm}$

ดังนั้น นำข้อมูลที่ได้เป็นไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 4

สเกลความหนาแน่น ($2 \text{ mm} = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)



2.การเขียนไดอะแกรมโดยใช้แท่งบาร์เทียบขนาดตามตารางพื้นที่ สามารถพิจารณาได้ดังตัวอย่าง

กำหนดให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงบางชนิด เป็นดังนี้

- ถ่านหินแอนทราไซต์ = 29,300 kJ/kg

- ถ่านหินลิกไนต์ = 12,600 kJ/kg

- ไม้แห้ง = 15,100 kJ/kg

โดยสเกลกำหนดให้เป็น 1 : 5 และใช้พื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ด้าน²) ดังนั้นสามารถคำนวณหาขนาดพื้นที่ของค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดได้ดังนี้

- ถ่านหินแอนทราไซต์ = 29,300 kJ/kg

นั่นคือ ด้าน² = 29,300 kJ/kg

ความยาวด้าน = $\sqrt{29,300}$

= 171.2 mm

แต่มาตราส่วนเป็น 1: 5 ดังนั้นความยาวด้าน = $\frac{171.2}{5} = 34.24$ mm

นั่นคือความยาวด้าน = 34.2 mm

- ถ่านหินลิกไนต์ = 12,600 kJ/kg

นั่นคือ ด้าน² = 12,600

ความยาวด้าน = $\sqrt{12,600}$

= 112.3 mm

จากมาตราส่วนเป็น 1: 5 ดังนั้นความยาวด้าน = $\frac{112.3}{5} = 22.46$ mm

- ไม้แห้ง = 15,100 kJ/kg

นั่นคือ ด้าน = 15,100

ความยาวด้าน = $\sqrt{15,100}$

= 122.9 mm

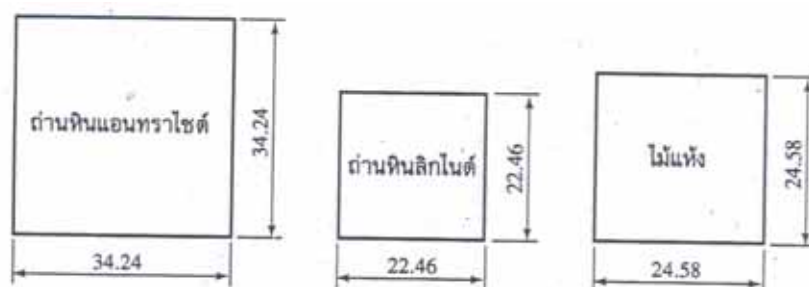
จากมาตราส่วนเป็น 1: 5 ดังนั้นความยาวด้าน = $\frac{122.9}{5} = 24.58$ mm

- ถ่านหินแอนทราไซต์ มีความยาวด้าน = 34.24 มิลลิเมตร

- ถ่านหินลิกไนต์ มีความยาวด้าน = 22.46 มิลลิเมตร

- ไม้แห้ง มีความยาวด้าน = 24.58 มิลลิเมตร

จากข้อมูลที่ได้ สามารถนำมาเขียนโคอะแกรมได้ดังรูปที่ 5



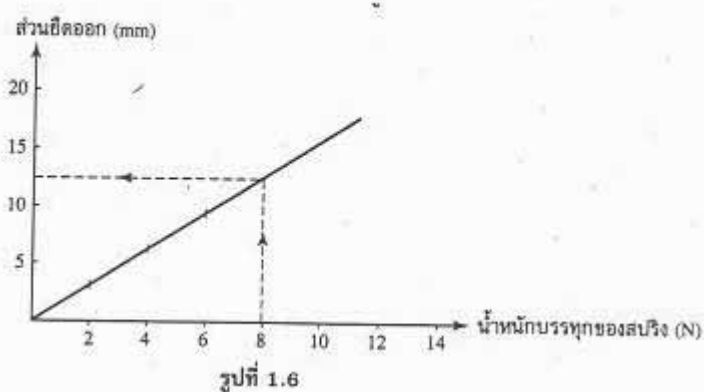
1.6.3 วิธีเปรียบเทียบโดยใช้กราฟเส้นตรงแสดงการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าสองจำนวนที่แปรผันเป็นสัดส่วนคงที่ต่อกัน

ในการเขียนไคอะแกรม วิธีเปรียบเทียบโดยใช้กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าสองจำนวนที่แปรผันเป็นสัดส่วนคงที่ต่อกัน สามารถพิจารณาได้จากตัวอย่างดังนี้
สปริงยึดตัวหนึ่ง เมื่อมีแรงดึงขนาดต่างๆ กัน จะยืดออกดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8

น้ำหนักบรรทุกสปริง, N	2	4	6	8	10
ส่วนยืดตัวของสปริง, mm	3	6	9	12	15

จากข้อมูลข้างต้น สามารถนำมาเขียนไคอะแกรมแสดงสมรรถนะของสปริงตัวนี้ และสามารถคำนวณหาอัตราการยืดของสปริง (mm/N) ได้ดังรูปที่ 1.6



เราสามารถคำนวณหาอัตราการยืดตัวของสปริงได้จาก

$$\text{อัตราการยืดตัว} = \frac{\text{ความยาวที่ยืดออก}}{\text{น้ำหนักบรรทุกหรือภาระของสปริง}}$$

1.6.4 วิธีเปรียบเทียบโดยใช้กราฟเส้นตรงแสดงการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าสองจำนวน ซึ่งค่าเปลี่ยนแปลงนั้นมีส่วนที่สามมาเกี่ยวข้อง

ในการเขียนไดอะแกรมวิธีเปรียบเทียบโดยใช้กราฟเส้นตรงแสดงการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าสองจำนวนซึ่งค่าเปลี่ยนแปลงนั้นมีส่วนที่สามมาเกี่ยวข้อง และส่วนที่สามที่มากเกี่ยวข้องนี้เรียกว่า พารามิเตอร์ (Parameter) พิจารณาได้ดังตัวอย่าง

ข้อมูลแสดงระยะทางที่รถยนต์แล่นได้ = เวลาที่ใช้ ณ อัตราเร็วค่าใดค่าหนึ่งได้ดังตารางที่ 1.12

ตารางที่ 9

ความเร็วแล่น เมตร/วินาที;m/s(Parameter)	1	2	3	4	1	2	3	4
ระยะเวลา,วินาที;s	2	2	2	2	4	4	4	4
ระยะทางที่แล่นได้,เมตร;m	2(a)	4	6	8	4(b)	8	12	16

จากข้อมูลข้างล่าง นำมาเขียนไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 1.7

