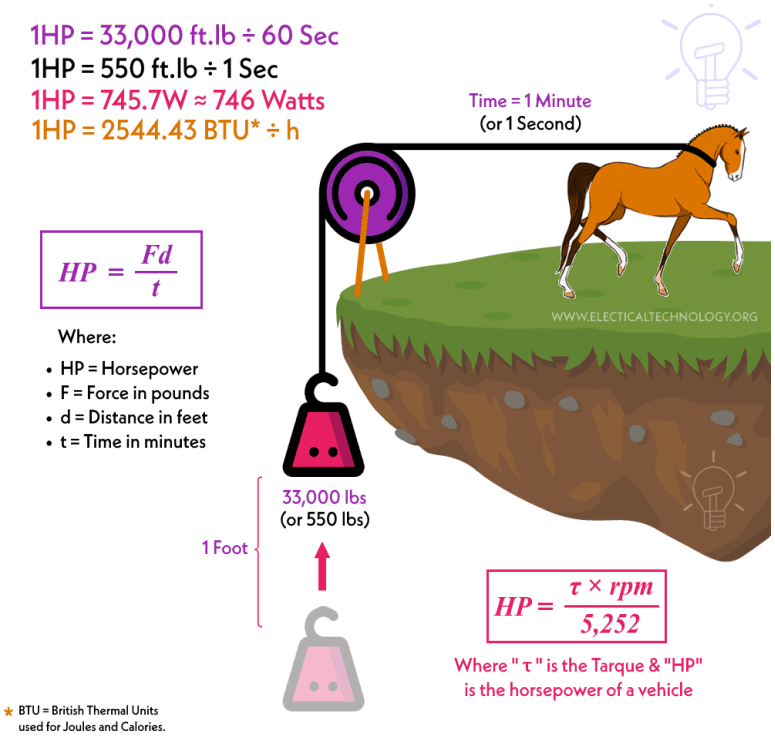
คู่มือการตรวจสอบแรงม้าของเครื่องจักรและวิธีคำนวณแรงม้าเปรียบเทียบ

นิยามและที่มา

แรงม้า (horsepower ย่อ: hp) เป็นชื่อของหน่วยวัดกำลัง หรืออัตราการทำงานในเชิงฟิสิกส์หลายหน่วย โดยกำหนดว่า 1 แรงม้า คือ อัตราของการทำงาน ได้ 550 ฟุต-ปอนด์ต่อวินาที ตัวแปรเปลี่ยนหน่วยที่ใช้กันสามัญที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกำลังไฟฟ้า คือ 1 แรงม้า = 746 วัตต์ หมายความว่า หากใช้ม้า 1 ตัวปั่นไฟให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เราจะได้กระแสไฟฟ้าออกมาต่อเนื่อง 746 วัตต์ นั่นเอง



คำว่า "แรงม้า" ใช้ครั้งแรกในปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 โดยเจมส์ วัตต์ วิศวกรชาวสก็อต ผู้มีชื่อเสียงเป็นผู้พัฒนาเครื่องจักรไอน้ำให้มีประสิทธิภาพ จนกลายเป็นพลังขับเคลื่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม เพื่อเปรียบเทียบปริมาณออกของเครื่องจักรไอน้ำกับกำลังของม้างาน

ภายหลัง หน่วยแรงม้าได้ขยายไปครอบคลุมถึงปริมาณออกของกำลังของเครื่องจักรลูกสูบประเภทอื่นด้วย รวมทั้งกังหัน มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรอื่น นิยามของหน่วยแตกต่างกันไปตามภูมิภาค ปัจจุบันประเทศส่วนใหญ่ใช้หน่วยวัตต์ซึ่งเป็นหน่วยเอสไอ

1 แรงม้า	=	550 ฟุต – ปอนด์ /วินาที
	=	167 ม. - 0.453 กก. /วินาที
	=	2,545 บี.ที.ยู. /ชั่วโมง
	=	746 วัตต์

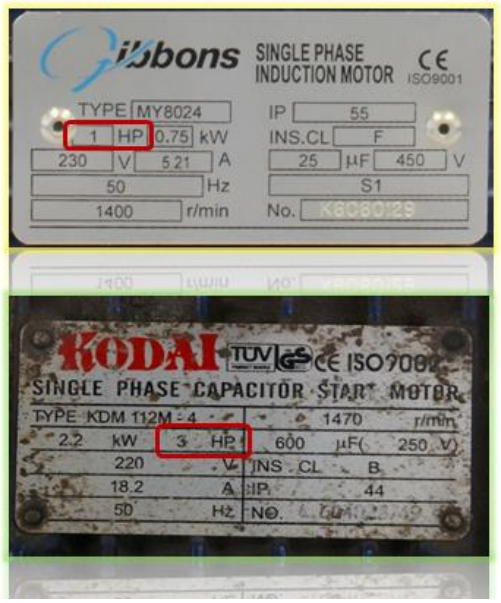
ซึ่งมีที่มาการคำนวณมาจากสูตร งาน (W) (จูล) = แรง (F) คูณด้วย ระยะทาง (S) และ พลังงาน (P) คือ งาน (W) ต่อหน่วยเวลา (วินาที) มีชื่อว่าเรียกว่า วัตต์ (Watt) หรือ 1 วัตต์ = 1 จูลต่อวินาที หรือ เท่ากับ งาน (W) คูณด้วย ความเร็ว (V) เมตรต่อวินาที (P = W x V)

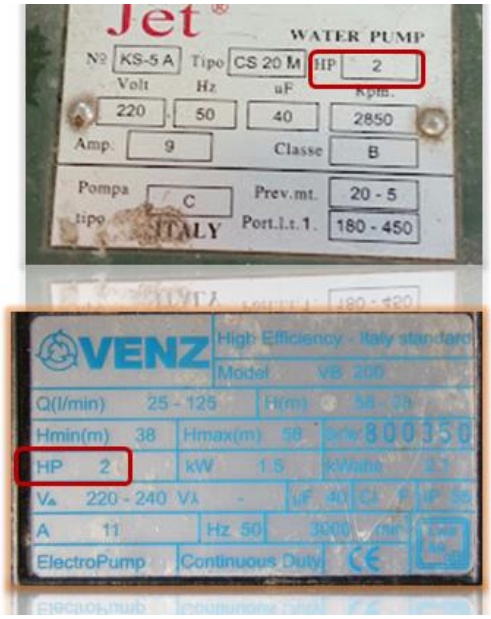
<u>วิธีการตรวจสอบ</u>

การตรวจสอบแรงม้าของเครื่องจักรและวิธีคำนวณแรงม้าเปรียบเทียบ สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. อ่านได้โดยตรงจาก Name Plate หรือ Catalogue ซึ่งติดตั้งอยู่บนตัวเครื่องจักรสามารถสังเกตเห็นได้ง่าย หรือเป็นรายละเอียดที่มากับคู่มือการใช้งานเครื่องจักร

<u>ตัวอย่าง</u> อ่านค่าแรงม้าจาก Name Plate





<u>ตัวอย่าง</u> อ่านค่าแรงม้าจาก Catalogue

เครื่องซีลรุ่น PFS-200
มีรายละเอียดเอกสารแนบ
มากับตัวเครื่องดังนี้

รุ่น	PFS-200	PFS-300	PFS-400
ระดับไฟ	300W	400W	600W
ความยาว	200mm	300mm	400mm
ความกว้างของลวดซีล	2mm	2.5mm	2.5mm
ช่วงระยะเวลาการซีล (วินาที)	0.2-1.5 วินาที	0.2-1.5 วินาที	0.2-1.5 วินาที
ขนาดตัวเครื่อง	80 x 320 x 150mm	80 x 450 x 180mm	85 x 550 x 180mm

2. ต้องทราบค่าต้นกำลังหรือทราบรายละเอียดอื่นๆ ก่อนแล้วนำมาคำนวณแรงม้าเปรียบเทียบ

ก. ประเภทที่ใช้ไฟฟ้า
ข. ประเภทเตาต่างๆ
ค. ประเภทเชื้อเพลิงแก๊ส
ง. ประเภทหม้อไอน้ำต่างๆ
จ. ประเภทต้นกำลังของโรงงานบางประเภท

(ทั้งนี้จะเน้นเฉพาะเครื่องจักรที่ใช้เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารเท่านั้น)

ก. ประเภทที่ใช้ไฟฟ้า

1. ถ้าทราบค่าต้นกำลังเป็นกิโลวัตต์ หรือ วัตต์

แรงม้าเปรียบเทียบ = $\frac{KW}{0.746}$ (กิโลวัตต์)

= $\frac{W}{746}$ (วัตต์)

ตัวอย่าง เช่น ปั๊ม มีพิกัดมอเตอร์ 1.5 กิโลวัตต์ จะคำนวณได้เป็นกี่แรงม้า

จากตัวอย่าง เมื่อทราบต้นกำลังเป็นหน่วยกิโลวัตต์สามารถคำนวณเป็นแรงม้าเปรียบเทียบ ได้ดังนี้

จากสูตร $\frac{KW}{0.746} \rightarrow \frac{1.5}{0.746}$ = 2.01 แรงม้า

2. ถ้าทราบค่าต้นกำลังเป็น กิโลโวลต์และแอมแปร์ หรือ ไม่ทราบ ก็ให้วัดแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถใช้งานได้ แล้วนำค่ามาคำนวณหาแรงม้าเปรียบเทียบ ดังนี้

2.1 ไฟฟ้ากระแสตรง

แรงม้าเปรียบเทียบ = $\frac{KVA}{0.746}$ หรือ $\frac{VA}{746}$

2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ กำหนด COSØ = 0.8

2.2.1 แรงม้าเปรียบเทียบ = $\frac{KVA \times 0.8}{0.746}$ หรือ $\frac{VA \times 0.8}{746}$

(V = 220 Volt)

2.2.2 แรงม้าเปรียบเทียบ = $\frac{KVA \times 1.732 \times 0.8}{0.746}$ หรือ $\frac{VA \times 1.732 \times 0.8}{746}$

(V = 380 Volt)

โดยค่า COS ทางไฟฟ้า หมายถึง ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งบ่งบอกถึงอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง มีหน่วยเป็นวัตต์ ต่อกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีหน่วยเป็น โวลต์-แอมแปร์ ซึ่งอยู่ในรูปของ COS กรณีไฟฟ้ากระแสสลับกำหนดให้ COSØ = 0.8

จากสูตรการคำนวณดังกล่าวตามข้อ 2. พบว่าการคำนวณแรงม้าเปรียบเทียบค่อนข้างมีความหลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้า จึงขอยกตัวอย่างประกอบ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในการคำนวณ ดังนี้

ตัวอย่าง ตู้แช่เย็นใช้สำหรับเก็บรักษาวัตถุดิบผลไม้สด เพื่อใช้ผลิตเครื่องดื่ม จากฉลากที่ระบุไว้เป็นตู้แช่เย็น Panasonic ดังข้อมูลด้านล่าง จงคำนวณหาแรงม้าเปรียบเทียบของตู้แช่เย็นนี้ (สถานที่ผลิตอาหารมีลักษณะเป็นอาคารพาณิชย์ จ่ายแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ : single phase)

Panasonic
ตู้แช่เครื่องดื่ม รุ่น : ABC
ปริมาตร 694 ลิตร
แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์ / 50 เฮิรตซ์
กระแสไฟฟ้า 2.8 แอมป์
หลอดไฟ 30 วัตต์ x 1

ตู้แช่เย็นนี้ใช้กำลังไฟฟ้าต่อตรงกับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 โวลต์ 2.8 แอมแปร์

คำนวณส่วนที่ 1 จากสูตร $\frac{VA \times 0.8}{746} \rightarrow \frac{220 \times 2.8 \times 0.8}{746}$ = 0.66 แรงม้า (ตามสูตร 2.2.1)

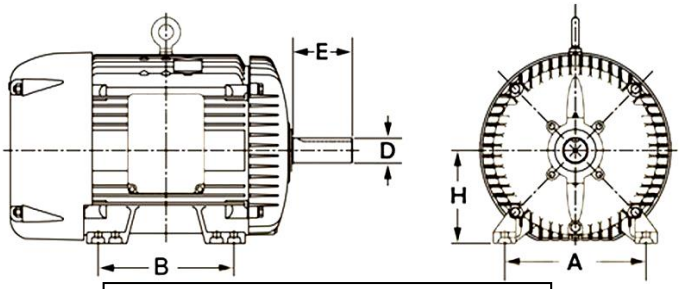
หลอดไฟในตู้แช่เย็น 30 วัตต์

คำนวณส่วนที่ 2 จากสูตร $\frac{W}{746} \rightarrow \frac{30}{746}$ = 0.04 แรงม้า (ตามสูตร 1)

ดังนั้นตู้แช่เย็นมีแรงม้าเปรียบเทียบรวม 0.66 + 0.04 = 0.7 แรงม้า

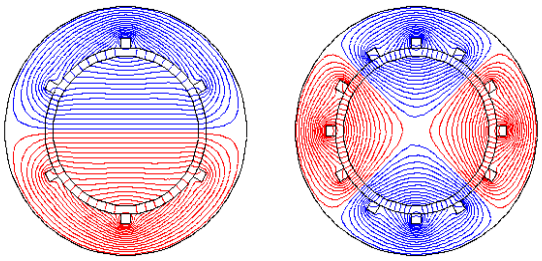
3. มอเตอร์ไฟฟ้าเก่า ไม่มี Name Plate หรือ Catalogue ที่มีการระบุแรงม้า (HP) ไว้โดยตรง หรืออาจระบุเป็นกิโลวัตต์ (KW) หรือ วัตต์ (W) หรือมีแต่ผลิตไม่ตรงตามมาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมยอมรับ จะมีวิธีการประเมินแรงม้าเปรียบเทียบได้หลายวิธี โดยจะขอยกตัวอย่างวิธีการวัดค่า Frame Size ของมอเตอร์ แล้วเปรียบเทียบค่าแรงม้าจากตาราง

ก่อนเปรียบเทียบแรงม้าจากตาราง จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับการวัด Frame Size ของมอเตอร์ ซึ่งจะขอแสดงรายละเอียด พร้อมทั้งอธิบาย ดังนี้



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงระยะต่างๆบนมอเตอร์

การวัดค่า Frame Size จากรูปที่ 3.1 และ 3.2 ให้พิจารณาค่าระยะความสูงระหว่างจุดกึ่งกลางแกนเพลากับฐานมอเตอร์ เรียกว่า Height Of Shaft (mm) แสดงสัญลักษณ์ตัวอักษร H และระยะห่างระหว่างจุดยึดฐานมอเตอร์ด้านข้าง เรียกว่า Dist Between Side View Of Bolts (mm) แสดงสัญลักษณ์ตัวอักษร B รวมถึงต้องพิจารณา จำนวนขั้วแม่เหล็กในการพันมอเตอร์ที่เรียกว่า Poles



รูปที่ 3.2 ภาพจำลองแสดง Poles 2 และ 4

ส่วน Poles ในมอเตอร์หมายถึง Magnetic Poles คือ จำนวนขั้วแม่เหล็ก ที่ถูกออกแบบขึ้นในการพันขดลวดมอเตอร์ เช่น 2, 4 หรือ 6 poles ดังนั้น จำนวน poles จะมีผลต่อความเร็วรอบมอเตอร์ คือ เป็นตัวที่กำหนดความเร็วรอบ และแรงบิดของมอเตอร์ ถ้าจำนวน Pole ยิ่งมาก ความเร็วรอบยิ่งต่ำ แต่แรงบิดยิ่งมาก และในทำนองกลับกัน จำนวน Pole ยิ่งน้อย ความเร็วรอบยิ่งสูง แต่แรงบิดยิ่งต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดมอเตอร์เดียวกัน

ตัวอย่าง มอเตอร์ไฟฟ้ามีขนาด ระยะความสูงจากกึ่งกลางแกนเพลา กับฐานมอเตอร์เป็น 10 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างจุดยึดฐานมอเตอร์ด้านข้างเป็น 14 เซนติเมตร ความถี่ที่ 50 เฮิรตซ์ (เป็นความถี่ปกติของกระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน) และมีจำนวน poles เป็น 2 มอเตอร์นี้จะมีแรงม้าเปรียบเทียบเป็นเท่าไหร่

- ระยะค่า H เป็นหน่วย mm จาก 10 cm x 10 = 100 mm และ
- ระยะค่า B เป็นหน่วย mm จาก 14 cm x 10 = 140 mm
- จำนวน poles เป็น 2 ความถี่ 50 เฮิรตซ์ พิจารณาจากตาราง 3.3

H =10 cm. A =16 cm. B =14 cm.

โดยวัดค่าระยะต่างๆเทียบกับตารางที่ 3.3 จะได้ค่าแรงม้าเปรียบเทียบ = 3 แรงม้า โดยมีความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์อยู่ที่ 1500 หรือ 3000 RPM

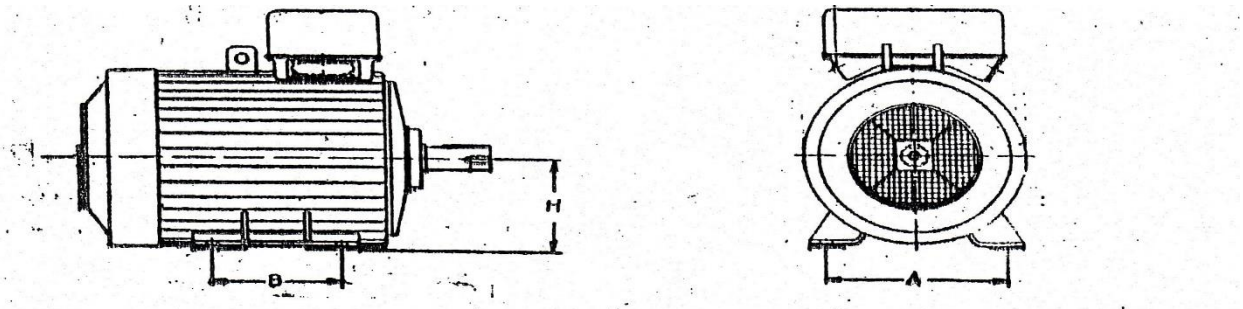
ตารางที่ 3.3

Height Of Shaft (mm)	Dist Between Side View Of Bolts (mm)	HP Freq 50 Cycle		
		3000 RPM (2 Poles)	1500 RPM (2 Poles)	1000 RPM (6 Poles)
90	125	2	2	1
100	140	3	3	2
112	140	5	5	3
132	140	7.5	7.5	5
132	178	10	10	7.5
160	210	15	15	10
160	254	20	20	15
180	241	25	25	17.5
180	279	30	30	20

ข้อมูลอ้างอิง จากการประเมินแรงม้าเครื่องจักรของกรมโรงงานอุตสาหกรรม
https://www.diw.go.th/webdiw/law

อนึ่งค่าแรงม้าเปรียบเทียบดังกล่าว เป็นเพียงค่าโดยประมาณ ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันตามตารางที่ผู้ผลิตมอเตอร์นำมาเป็นเกณฑ์การประเมิน โดยตารางที่ 3.3 นี้อ้างอิงจากการประเมินแรงม้าเครื่องจักรของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีจำนวน 4 poles นั้น สามารถเปรียบเทียบหาค่าแรงม้าได้ด้วยหลักการเดียวกัน แต่อาจมีรายละเอียดที่มากกว่าตารางที่ 3.3 เช่น มีการวัดค่าระยะห่างระหว่างจุดยึดฐานมอเตอร์ด้านหน้า เรียกว่า Dist Between Front View Of Bolts (mm) แสดงสัญลักษณ์ตัวอักษร A และสามารถหาตารางอ้างอิงได้ในแหล่งที่มาของการหาค่า Frame Size ตามเว็บไซต์ต่างๆ ดังตัวอย่างตารางที่ 3.4 เป็นต้น

ตารางที่ 3.4



FRAME SIZE	HEIGHT OF SHAFT "H" (mm.)	DISTANCE BETWEEN OF BOLTS		HP AT FREQ. 50 Hz			
		SIDE VIEW "B" (mm.)	FRONT VIEW "A" (m.m.)	3000 RPM (2 Poles)	1500 RPM (4 Poles)	1000 RPM (6 Poles)	750 RPM (8 Poles)
90 S	90	100	140	2	1.5	1	0.5
90 L	90	125	140	3	2	1.5	0.75
100 L	100	140	160	4	3 , 4	2	1 , 1.5
112 M	112	140	190	5.5	5.5	3	2
132 S	132	140	216	7.5 , 10	7.5	4	3
132 M	132	178	216	—	10	5.5 , 7.5	4
160 M	160	210	254	15 , 20	15	10	5.5 , 7.5
160 L	160	254	254	25	20	15	10
180 M	180	241	279	30	25	—	—
180 L	180	279	279	—	30	20	15
200 L	200	305	318	40 , 50	40	25 , 30	20
225 S	225	286	356	—	50	—	25
225 M	225	311	356	60	60	40	30
250 S	250	311	406	—	—	—	40
250 M	250	349	406	75	75	50	40
280 S	280	368	457	100	100	60	50
280 M	280	419	457	125	125	75	60
315 S	315	406	508	150	150	100	75
315 M	315	457	508	180	180	125	100
315 L	315	711	508	220	220	150	150
355 S	355	500	610	270	270	180	150
355 M	355	560	610	270	340	220	180
355 L	355	630	610	340	340	270	220
400 S	400	560	686	430	430	340	270
400 M	400	630	686	545	545	430	340
400 L	400	710	686	—	610	480	380
450 M	450	840	760	680	680	480	380
450 L	450	950	760	820	820	545	475

ข้อมูลอ้างอิง จากเอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตรโครงการฝึกอบรมขั้นตอนการดำเนินการและวิธีการ ปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ สำหรับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ชุด การประเมินแรงม้าเครื่องจักร

4. เครื่องไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน ไม่ได้ใช้พลังมอเตอร์ขับ เช่น HEATER ให้คิดค่าแรงม้าเปรียบเทียบตามข้อ 1 และ 2 แต่ให้คิดประสิทธิภาพเพียง 60% ของกำลังไฟฟ้า เช่น ไดร์เป่าสมร้อน เครื่องปิดผนึกชนิดกดด้วยมือหรือเท้า เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ และอุปกรณ์ในทำนองเดียวกัน

<u>ตัวอย่าง</u> เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติกแบบซีลมือกด รุ่น PFS-300 ใช้ระดับไฟฟ้าที่ 400 วัตต์ ตามที่ระบุใน Catalogue ด้านล่าง จงคำนวณหาค่าแรงม้าเปรียบเทียบเครื่องซีลนี้

รุ่น	PFS-200	PFS-300
ระดับไฟ	300W	400W
ความยาว	200mm	300mm
ความกว้างของลวดซีล	2mm	2.5mm
ช่วงระยะเวลาการซีล (วินาที)	0.2-1.5 วินาที	0.2-1.5 วินาที
ขนาดตัวเครื่อง	80 x 320 x 150mm	80 x 450 x 180mm

หาค่าแรงม้าเปรียบเทียบตามสูตรที่ 1 ทราบค่าต้นกำลังเป็นวัตต์

W / 746 ➢ 400 / 746 = 0.54 แรงม้า แต่ให้คิดประสิทธิภาพเพียง 60% ของกำลังไฟฟ้า ดังนั้นจะได้ 0.54 x 0.6 / 100 = <u>0.32 แรงม้า</u>

5. ห้องเย็นและเครื่องปรับอากาศ ที่ใช้งานในกิจกรรมการผลิตอาหาร เช่น ห้องแช่เย็นหรือแช่แข็งที่ใช้ในการเก็บรักษาวัตถุดิบ ระหว่างกระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

คิดแรงม้าเปรียบเทียบได้หลายวิธี เช่น

5.1 คิดตามข้อ ก. สูตรที่ 1 กรณีทราบค่า KW หรือ W และสูตรที่ 2 กรณีทราบค่า V และ A เช่น ห้องเย็นมีคอมเพรสเซอร์ขนาด 2.6 KW เป็นต้น

5.2 คิดจากข้อมูล Catalogue หรือ ฉลากประหยัดไฟฟ้าบนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่แสดงค่าขนาดในหน่วยบี.ที.ยู. /ชั่วโมง (Btu/hr) และค่าประสิทธิภาพ (EER) ในหน่วยบี.ที.ยู./ ชั่วโมง/ วัตต์ (Btu/hr/W) แล้วนำมาหาค่ากำลังงานที่ใช้ในหน่วยวัตต์ (W) จากสูตร

$$W = \frac{Btu/hr}{EER\ Btu/hr/W}$$ เมื่อได้ค่า W ให้คิดแรงม้าเปรียบเทียบตามข้อ ก. สูตรที่ 1

5.3 จากข้อ 5.2 หากไม่ทราบค่าประสิทธิภาพ (EER) ให้คิดประเมินจากการแปลงหน่วยบี.ที.ยู. /ชั่วโมง (Btu/hr) เป็น แรงม้า (Hp) โดย 2,545 Btu/hr เท่ากับ 1 Hp

<u>ตัวอย่าง</u> สถานที่ผลิตอาหารมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในห้องพักวัตถุดิบเพื่อปรับอุณหภูมิและควบคุมคุณภาพของผักและผลไม้สดในช่วงรอการตัดแต่ง โดยมีข้อมูลเครื่องปรับอากาศ แสดงบนฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ดังข้อมูลด้านล่าง จงประเมินหาแรงม้าเปรียบเทียบของเครื่องปรับอากาศนี้

แทนค่าจากสูตรที่ 5.2 ได้เป็น

$$W = \frac{Btu/hr}{EER\ Btu/hr/W}$$

$$= \frac{9,388}{11.83} = 793.61$$

ดังนั้น แรงม้าเปรียบเทียบ $= \frac{W}{746} = \frac{793.61}{746}$

= 1.06 แรงม้า

ข. ประเภทเตาต่างๆ

1. เตาอบทั่วไป ประเมินจากปริมาตรรอบนอกของเตา โดยถือว่า 1 ลูกบาศก์เมตร = 2 แรงม้า ไม่ว่าจะใช้เชื้อเพลิงอะไร ได้แก่ จำพวกเตาอบขนม หรือเตาอบที่ใช้งานในทำนองเดียวกัน ยกเว้นเตาอบที่ใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวซึ่งทราบค่า KW หรือ W อยู่แล้วให้คิดตามข้อ ก. สูตรที่ 1

ตัวอย่าง เตาอบขนมปังใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ตามบ้าน (15 กิโลกรัม) เพียงอย่างเดียว โดยเตาอบมีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูง 1 เมตร จงคำนวณหาค่าแรงม้าเปรียบเทียบเตาอบนี้

เตาอบใช้แก๊สเพียงอย่างเดียวไม่ได้ใช้ไฟฟ้า คิดจากปริมาตรรอบนอกของเตา ได้ 1 x 1.5 x 1 = 1.5 ลูกบาศก์เมตร

หากปริมาตรรอบนอกของเตา 1 ลูกบาศก์เมตรประเมินได้แรงม้าเปรียบเทียบ = 2 แรงม้า

ดังนั้นปริมาตรรอบนอกของเตา 1.5 ลูกบาศก์เมตรประเมินได้แรงม้าเปรียบเทียบ = 1.5 x 2 / 1 = 3 แรงม้า

กรณีเตาอบที่มีการใช้งานทั้งระบบไฟฟ้าและเชื้อเพลิงอื่นๆร่วมกัน ให้พิจารณาการคำนวณแรงม้าเปรียบเทียบทั้งสองระบบ แล้วนำมาคิดแรงม้าเปรียบเทียบรวมทั้งหมด

2. เตาอบไม้ที่ใช้เชื้อเพลิงอื่น เช่น ลมร้อนจากเครื่องผลิตลมร้อน หรือ ความร้อนจากการเผาถ่าน ฟืน แกลบ หรือขี้เลื่อย เป็นต้น ให้ประเมินแรงม้าเปรียบเทียบโดยประเมินจากปริมาตรรอบนอกของเตา ให้ถือว่า

1 ลูกบาศก์เมตร = 0.12 แรงม้า

3. เตาบ่มใบชา ประมาณแรงม้าเปรียบเทียบจากขนาดปริมาตรของห้องบ่มใบชา โดยให้ถือว่า

1 ลูกบาศก์เมตร = 0.05 แรงม้า

4. เตาอั้งโล่หรือเตาดินเผาทั่วไป ประเมินจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (∅) โดยเฉลี่ยของเตา ดังนี้
   4.1 ∅ เฉลี่ย ไม่เกิน 40 เซนติเมตร ประเมินแรงม้าเตาละ 0.25 แรงม้า
   4.2 ∅ เฉลี่ย เกิน 40 เซนติเมตร. แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร ประเมินแรงม้าเตาละ 0.5 แรงม้า
   4.3 ∅ เฉลี่ย เกิน 100 เซนติเมตรขึ้นไป ประเมินแรงม้าเตาละ 2 HP

เตาอั้งโล่ ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิง เมื่อวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของเตาได้ระยะโดยประมาณเท่ากับ 28 เซนติเมตร
ดังนั้น จะการประเมินแรงม้าเปรียบเทียบจะเป็นไปตามข้อ 4.1 เส้นผ่าศูนย์กลางของเตาไม่เกิน 40 เซนติเมตร เท่ากับ 0.25 แรงม้า

ค. ประเภทเชื้อเพลิงแก๊ส

เช่น หม้อต้มหรือเตาแก๊ส แรงม้าเปรียบเทียบคำนวณจากสูตร

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = \frac{\frac{kg}{hr} x\ 2.2\frac{lb}{kg} x 22{,}000\frac{Btu}{lb}\ x\ 0.2}{2545\frac{Btu}{hr}}$$

เมื่อ Heating Value ของแก๊ส = 22,000 Btu/lb
น้ำหนักแก๊ส 1 Kg = 2.2 lb
efficiency = 20% = 0.2

ดังนั้น แรงม้าเปรียบเทียบ = 3.8 x ปริมาณแก๊สที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง หน่วยเป็นกิโลกรัม
= 3.8 x น้ำหนักแก๊สที่ใช้ (Kg/Hr)

ตัวอย่าง สถานที่ผลิตอาหารขนาดเล็ก มีการใช้เตาแก๊สต้มให้ความร้อนเครื่องดื่ม โดยเป็นถังแก๊สเชื้อเพลิง ถังปกติที่ใช้ตามบ้านเรือน (15 กิโลกรัม) จากการสอบถามพนักงานผลิตจะใช้แก๊สถังนี้ประมาณ 45 วันจึงจะหมด ซึ่งแต่ละวันใช้เวลาต้มเครื่องดื่มประมาณ 0.5 ชั่วโมง วันหนึ่งต้มเครื่องดื่มได้ 2 รอบ จงคำนวณหาแรงม้าเปรียบเทียบของแก๊สที่ใช้

น้ำหนักแก๊สที่ใช้ (Kg/Hr) หาได้จากน้ำหนักแก๊ส 1 ถัง เป็น 15 กิโลกรัม ใช้แก๊สวันละ 0.5 x 2 = 1 ชั่วโมงต่อวัน โดยใช้ไป 45 วันแก๊สถังนี้จึงหมด ดังนั้น 1 วัน ใช้แก๊สรวม 1 ชั่วโมง ถ้า 45 วัน ใช้แก๊สรวม 45 ชั่วโมง

น้ำหนักแก๊สที่ใช้ (Kg/Hr) จะเท่ากับ 15 / 45 = 0.33 Kg/Hr

แรงม้าเปรียบเทียบ = 3.8 x น้ำหนักแก๊สที่ใช้ (Kg/Hr) ➢ 3.8 x 0.33 = 1.25 แรงม้า

ง. ประเภทหม้อไอน้ำต่างๆ

คิดแรงม้าเปรียบเทียบได้หลายวิธี เช่น

1 คิดจาก Boiler Horse Power (BHp) โดยดูจากแคตาล็อก หรือจาก Name Plate
แรงม้าเปรียบเทียบ = 6.6 x BHp
(1 BHp = 9.806 KW = 9,806 W = 33,475 Btu/hr)

2 คิดจากค่าความสามารถในการส่งถ่ายความร้อนเป็นกิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง

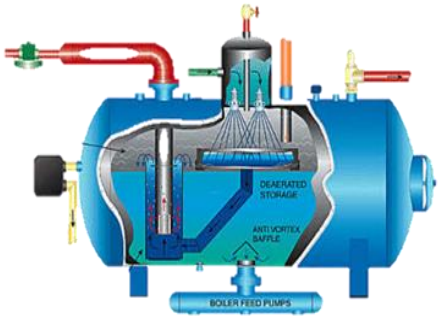
$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = \frac{\text{Kcal} \times 6.6}{8{,}435.7}$$

3 คิดประเมินจากพื้นที่ผิวรับความร้อน (Heating Surface) เป็นตารางฟุต (ft^2) จากสูตร

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = \frac{\text{Heating Surface} \times 6.6}{\text{ค่าคงที่}}$$

ค่าคงที่ขึ้นอยู่กับชนิดของหม้อไอน้ำ เช่น

ชนิดหม้อไอน้ำ	ค่าคงที่
Steam Generator (หม้อไอน้ำผลิตไอน้ำได้เร็ว / เชื้อเพลิงเหลว / มีพัดลม)	5
Fire Tube (ท่อไฟ / มีพัดลม)	6
Water Tube (ท่อน้ำ / มีพัดลม)	6
Water Tube (ท่อน้ำ / ไม่มีพัดลม)	7
หม้อน้ำรถไฟ (ท่อไฟ / ไม่มีพัดลม)	8



เนื่องด้วยหม้อไอน้ำ มีวิธีคิดแรงม้าหลากหลายวิธี และมีความซับซ้อนตามประเภทของหม้อไอน้ำชนิดต่างๆ รวมทั้ง เป็นเครื่องจักรที่ค่อนข้างมีราคาสูง ซึ่งโดยส่วนมากบริษัทฯที่ติดตั้งจะทำการประเมินแรงม้าเปรียบเทียบให้เป็นที่มีเรียบร้อยแล้ว

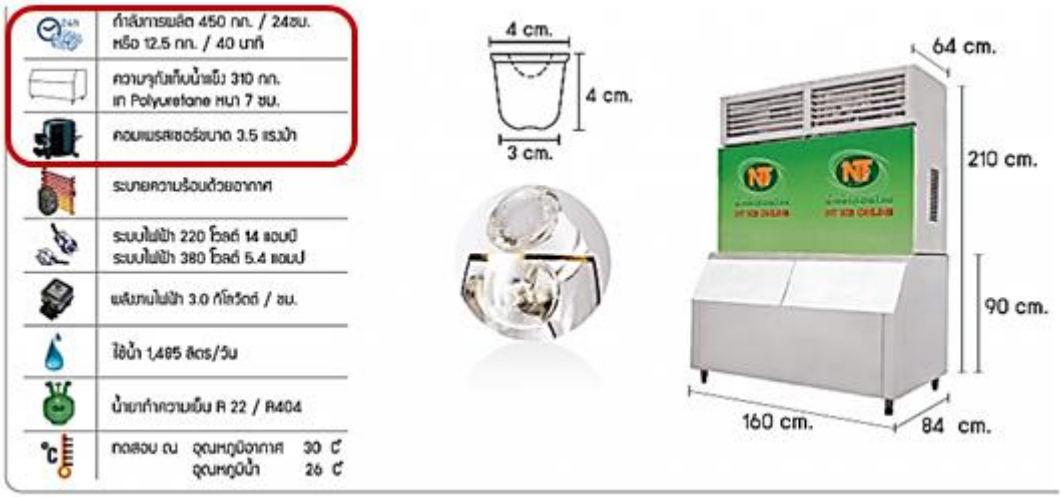
<u>ตัวอย่าง</u> หม้อไอน้ำ มีค่าแรงม้าหม้อไอน้ำ (BHp) เท่ากับ 75 จะมีค่าแรงม้าเปรียบเทียบเป็นเท่าใด

คำนวณจากสูตร แรงม้าเปรียบเทียบ = 6.6 x BHp ➢ 6.6 x 75 = <u>495 แรงม้า</u>

จ. ประเภทต้นกำลังของโรงงานบางประเภท

เครื่องทำน้ำแข็งก้อน พิจารณาข้อมูลคอมเพรสเซอร์ จาก Catalogue หากไม่มีให้พิจารณากำลังการผลิตต่อวัน และประเมินแรงม้าเปรียบเทียบดังนี้

กำลังการผลิต 200 กิโลกรัมต่อวัน แรงม้าเปรียบเทียบเท่ากับ 1.5 แรงม้า
กำลังการผลิต 400 กิโลกรัมต่อวัน แรงม้าเปรียบเทียบเท่ากับ 3.0 แรงม้า
กำลังการผลิต 600 กิโลกรัมต่อวัน แรงม้าเปรียบเทียบเท่ากับ 5.0 แรงม้า



ความสำคัญของการประเมินแรงม้า

ในการขออนุญาตสถานที่ผลิตอาหาร ต้องดำเนินการคำนวณแรงม้าของเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์การผลิตอาหาร เพื่อใช้พิจารณาประเภทของสถานประกอบการว่าเป็นสถานที่ผลิตอาหารที่เข้าข่ายโรงงาน หรือไม่เข้าข่ายโรงงาน

โดยตามพระราชบัญญัติโรงงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562 ได้กำหนดนิยาม "โรงงาน" หมายความว่า อาคาร สถานที่ หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักรมีกำลังรวม *ตั้งแต่ห้าสิบแรงม้าหรือกำลังเทียบเท่าตั้งแต่ห้าสิบแรงม้าขึ้นไป* หรือใช้คนงานตั้งแต่ห้าสิบคนขึ้นไป โดยใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตามเพื่อประกอบกิจการโรงงาน ทั้งนี้ ตามประเภทหรือชนิดของโรงงาน ที่กำหนดในกฎกระทรวง

นอกจากนี้จำนวนแรงม้าของเครื่องมือ เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตอาหาร ยังมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการพิจารณาและตรวจสถานประกอบการอาหาร ตามที่ระบุไว้ในบัญชีแนบท้ายที่ 2 ข้อ 2.5 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ค่าใช้จ่ายที่จัดเก็บจากผู้ยื่นคำขอในกระบวนการพิจารณาอนุญาตผลิตภัณฑ์อาหาร พ.ศ. 2560 และค่าธรรมเนียมใบอนุญาตผลิตอาหารของสถานที่ผลิตอาหารที่เข้าข่ายโรงงาน ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2522) ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ดังตารางแสดงค่าใช้จ่ายฯและค่าธรรมเนียมฯ ตามลำดับ

ตารางแสดงค่าใช้จ่ายการพิจารณาและตรวจสถานประกอบการด้านอาหาร

1) ไม่เกิน 5 แรงม้า และคนงาน 1-6 คน	ฉบับละ	3,000 บาท
2) มากกว่า 5 แรงม้า แต่ไม่เกิน 20 แรงม้า หรือ คนงาน 7-50 คน	ฉบับละ	5,000 บาท
3) มากกว่า 20 แรงม้า แต่ไม่เกิน 50 แรงม้า หรือ คนงาน 51-100 คน	ฉบับละ	10,000 บาท
4) มากกว่า 50 แรงม้า แต่ไม่เกิน 100 แรงม้า หรือ คนงาน 101-200 คน	ฉบับละ	15,000 บาท
5) มากกว่า 100 แรงม้า หรือ คนงาน 200 คน	ฉบับละ	20,000 บาท

ตารางแสดงค่าธรรมเนียมใบอนุญาตผลิตอาหารตามกฎกระทรวงฉบับที่ 5

1) ใบอนุญาตผลิตอาหารสำหรับโรงงานที่ประกอบกิจการ โดยใช้คนงานตั้งแต่เจ็ดคนแต่ไม่ถึงยี่สิบคน โดยไม่ใช้เครื่องจักรหรือใช้เครื่องจักรที่มีกำลังรวมไม่ถึงสองแรงม้า	ฉบับละ	3,000 บาท
2) ใบอนุญาตผลิตอาหารสำหรับโรงงานที่ประกอบกิจการ โดยใช้คนงานตั้งแต่ยี่สิบคนขึ้นไป โดยไม่ใช้เครื่องจักรหรือใช้เครื่องจักรที่มีกำลังรวมไม่ถึงสองแรงม้า	ฉบับละ	5,000 บาท
3) ใบอนุญาตผลิตอาหารสำหรับโรงงานที่ประกอบกิจการ โดยใช้เครื่องจักรตั้งแต่สองแรงมา หรือกำลังเทียบเทา ตั้งแต่สองแรงมาแต่ไม่ถึงสิบแรงมา	ฉบับละ	6,000 บาท
4) ใบอนุญาตผลิตอาหารสำหรับโรงงานที่ประกอบกิจการ โดยใช้เครื่องจักรที่มีกำลังรวมตั้งแต่สิบแรงม้า หรือ กำลังเทียบเทาตั้งแต่สิบแรงม้าแต่ไม่ถึงยี่สิบห้าแรงมา	ฉบับละ	7,000 บาท
5) ใบอนุญาตผลิตอาหารสำหรับโรงงานที่ประกอบกิจการ โดยใช้เครื่องจักรที่มีกำลังรวมตั้งแต่ยี่สิบห้าแรงม้า หรือ กำลังเทียบเท่าตั้งแต่ยี่สิบห้าแรงม้า แต่ไม่ถึงห้าสิบแรงมา	ฉบับละ	8,000 บาท
6) ใบอนุญาตผลิตอาหารสำหรับโรงงานที่ประกอบกิจการ โดยใช้เครื่องจักรที่มีกำลังรวมตั้งแต่หาสิบแรงมา หรือ กำลังเทียบเทาตั้งแต่หาสิบแรงมาขึ้นไป	ฉบับละ	10,000 บาท

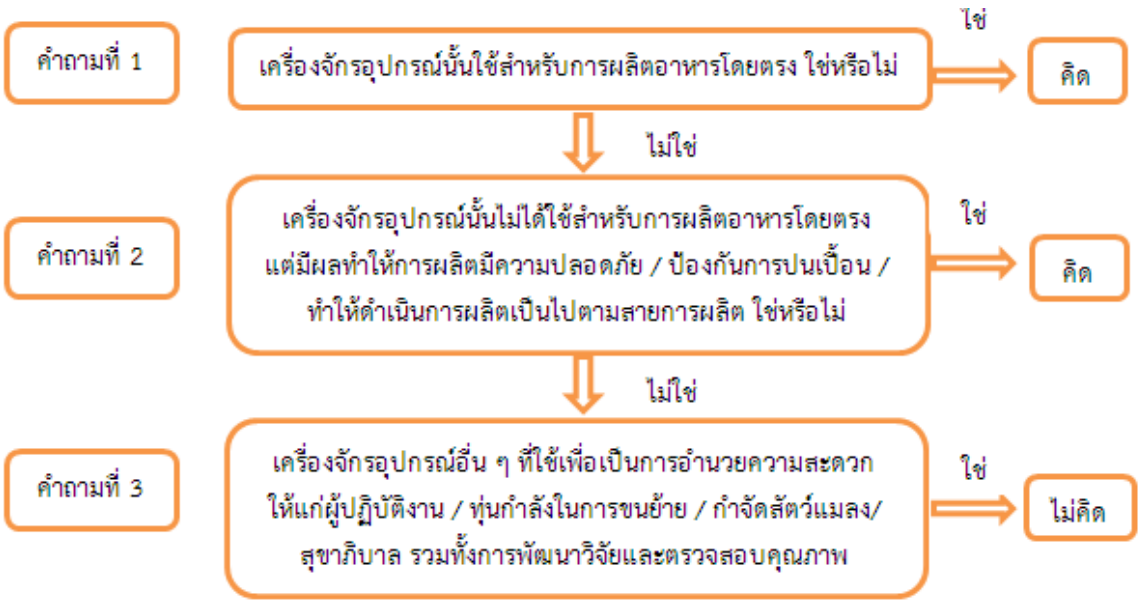
<u>เครื่องจักรใดบ้างที่ต้องคำนวณแรงม้า</u>

ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 "เครื่องจักร" หมายความวา สิ่งที่ประกอบด้วยชิ้นสวนหลายชิ้นสำหรับใชก่อกำเนิดพลังงาน เปลี่ยนหรือแปลงสภาพพลังงาน หรือสงพลังงาน ทั้งนี้ด้วยกำลังน้ำ ไอน้ำลม กาซ ไฟฟา หรือพลังงานอื่น อยางใดอยางหนึ่ง หรือหลายอยางรวมกัน และหมายความรวมถึงเครื่องอุปกรณ ไฟลวีล ปุลเล สายพาน เพลา เกียรหรือสิ่งอื่นที่ทำงานสนองกัน

สำหรับการขออนุญาตสถานที่ผลิตอาหาร ผู้ขอรับอนุญาตต้องดำเนินการจัดทำบัญชีรายการเครื่องจักรสำหรับการผลิตอาหาร โดยคำจำกัดความของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอาหาร คือ **“รายการเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่มีกำลังแรงม้าเปรียบเทียบ และไม่มีกำลังแรงม้าเปรียบเทียบ ทั้งหมด<u>ที่ใช้ในการผลิตอาหารนั้น</u> แต่มิใช่รวมทุกเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีอยู่ในสถานที่ผลิตอาหารนั้น”** เพื่อความเข้าใจที่ง่ายและชัดเจน จึงขอยกตัวอย่าง ดังตารางที่แสดง

รายการเครื่องจักร	คำนวณแรงม้า	ระบุในบัญชีรายการเครื่องจักร
เครื่องปรับอากาศ หรือพัดลม ช่วยในการระบายอากาศขณะปฏิบัติงาน	✗	✗
เครื่องปรับอากาศ ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิและรักษาคุณภาพผักผลไม้ขณะรอการตัดแต่ง	✓	✓
พัดลมใช้เป่าลมเย็นสินค้าสำเร็จรูปเพื่อช่วยลดอุณหภูมิ	✓	✓
ลิฟท์ หรือโฟล์คลิฟท์ลำเลียงสินค้า	✗	✗
มอเตอร์สายพานลำเลียงที่ติดตั้งกับเครื่องบรรจุห่อฟิลม์	✓	✓
หลอดไฟในสถานที่ผลิตอาหาร เช่น ไฟทางเดิน ไฟดักแมลง	✗	✗
หลอดไฟใช้ส่องขวดหลังบรรจุ หลอดยูวี ฆ่าเชื้อบรรจุภัณฑ์	✓	✓
ระบบปรับคุณภาพน้ำ เพื่อใช้สำหรับผลิตอาหาร	✓	✓
ระบบบำบัดน้ำเสีย	✗	✗
เครื่องจักรสำรอง ที่มีสภาพพร้อมใช้งาน สอดคล้องกับกรรมวิธีผลิตอาหาร	✓	✓
ตาชั่งสปริง 60 กิโลกรัม ทวนสอบน้ำหนักวัตถุดิบที่รับเข้า	✗	✓
ตาชั่งดิจิตอลชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ เสียบอะแดปเตอร์ใช้ไฟฟ้า	✓	✓
ตาชั่งดิจิตอลชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ใส่ถ่าน	✗	✓
เครื่องอัดแคปซูลแบบมือกด	✗	✓
เครื่องอัดแคปซูลอัตโนมัติ	✓	✓
เครื่องวัดค่าความชื้นในห้องปฏิบัติการ	✗	✗

จากการยกตัวอย่างตามตารางที่แสดง พบว่าในบางกรณี อาจทำให้ผู้ขออนุญาต หรือผู้ตรวจประเมินมีความไม่แน่ใจว่าเครื่องจักร หรืออุปกรณ์นั้นต้องคำนวณแรงม้า หรือระบุในทะเบียนเครื่องจักรสำหรับการขออนุญาตสถานที่ผลิตอาหาร หรือไม่ ทั้งนี้ให้พิจารณาจากผังการตัดสินใจ ดังต่อไปนี้



<u>ตารางแสดงผังการตัดสินใจ พร้อมเหตุผลประกอบว่าเครื่องจักรใดต้องคำนวณแรงม้า และระบุในบัญชีรายการเครื่องจักร</u>

ลำดับ	เครื่องจักร	คิดแรงม้า	ไม่คิดแรงม้า	คำตอบ 1/2/3	เหตุผล
1.	แท่นชาร์จถ่ายที่ใช้อะแดปเตอร์ต่อกับไฟ ณ สถานที่ผลิต เพื่อเอาถ่านชาร์จมาใส่เครื่องชั่ง	❖		2	ถ้าไม่มีแท่นชาร์จ ก็ไม่มีถ่านไปใส่เครื่องชั่ง
2.	แขนหุ่นยนต์ สายพานลำเลียงโรบอท ต่อเนื่องจากขั้นตอนบรรจุลงกล่อง	❖		2	เป็นสายการผลิตที่ต่อเนื่องกัน จะมีผลต่อกำลังการผลิตที่เพียงพอ ทำให้ไม่เกิดคอขวด ซึ่งอาจส่งผลต่อภาพรวมสายการผลิต
3.	ลิฟท์ โฟลค์ลิฟ ขนส่งวัตถุดิบ และสินค้า เนื่องจากสถานที่ผลิตอยู่ชั้น 3		❖	3	เป็นอุปกรณ์ทุ่นแรง ไม่มีก็อาจขนย้ายได้ แต่ช้าลงไม่สะดวก
4.	ไฟดักแมลง		❖	3	ใช้กำจัดสัตว์แมลง
5.	ไฟส่องขวดสินค้าที่บรรจุแล้ว	❖		2	เพื่อควบคุมไม่ให้มีสิ่งปลอมปนลงในอาหารหลังบรรจุแล้ว
6.	ไฟคัดวัตถุดิบ แบบที่ติดตั้งเป็นการเฉพาะ ณ จุดรับวัตถุดิบ	❖		1	ใช้สำหรับขั้นตอนการคัดเลือกวัตถุดิบโดยตรง
7.	เครื่องอบฆ่าเชื้อขวดภาชนะ	❖		1	ใช้สำหรับการฆ่าเชื้อภาชนะ
8.	เครื่องดักจับโลหะผลิตภัณฑ์สุดท้าย	❖		2	เพื่อควบคุมไม่ให้มีสิ่งปลอมปนลงในอาหารหลังบรรจุแล้ว
9.	ฮูดดูดควันที่ติดกับเตา	❖		2	ช่วยป้องกันการการกระจายกลิ่นและควันปนเปื้อนไปบริเวณอื่นๆ
10.	ระบบ CIPทั้งแบบรวมยูนิต และเคลื่อนที่	❖		2	ช่วยในการทำความสะอาดฆ่าเชื้อลดการปนเปื้อน
11.	กระติกน้ำร้อน ใช้ลวกอุปกรณ์ที่ใช้สัมผัสอาหาร	❖		2	ช่วยในการทำความสะอาดฆ่าเชื้อลดการปนเปื้อน เช่นกรณีอุปกรณ์ที่ใช้สัมผัสอาหารพร้อมทาน

ลำดับ	เครื่องจักร	คิดแรงม้า	ไม่คิดแรงม้า	คำตอบ 1/2/3	เหตุผล
12.	รอกแขวนใช้ลำเลียงแป้งไปยังฮอบเปอร์เทผสม	❖		2	เป็นเครื่องทุ่นแรงก็จริง แต่ทำมาเพื่อให้กระบวนการต่อเนื่องเป็นไปตามกำลัง และสายการผลิตจึงคิดแรงม้า
13.	เครื่องดูดความชื้นใช้คุมความชื้นห้องบรรจุ	❖		2	ช่วยให้การผลิตอาหารมีสภาวะเหมาะสม ลดความเสี่ยงจากความชื้น
14.	เครื่องดูดฝุ่นจากการผสมที่ติดไปกับตัวเครื่องผสมของแห้ง	❖		2	ช่วยในการทำความสะอาด และลดการปนเปื้อนข้ามระหว่างสูตรผลิตภัณฑ์
15.	เครื่องดูดฝุ่น แบบแยก ที่ใช้เฉพาะดูดฝุ่นทำความสะอาดเครื่องผสมแห้ง	❖		2	
16.	โรงสีข้าวที่มีขั้นตอนตั้งแต่การรับข้าว สีข้าว และมีเครื่องจักรลำเลียงต่อไปยังการบรรจุจนกระทั่งได้ข้าวสารบรรจุถุง	❖		1	เป็นเครื่องจักรเกี่ยวข้องกับสายการผลิตโดยตรงต้องมีการควบคุมตั้งแต่การรับวัตถุดิบกระบวนการสี ต่อเนื่องมายังการบรรจุ พิจารณาประกอบกับลักษณะอาคาร และความต่อเนื่องของสายการผลิต
17.	โรงสีข้าว กระบวนการรับข้าว สีข้าว แยกกันคนละอาคารกับกิจกรรมการบรรจุ โดยสายการผลิต แยกขาดจากกันชัดเจน	❖ คิดเฉพาะเครื่องจักรโรงบรรจุ		1	ในกรณีที่อาคาร และสายการผลิตแยกจากกัน ในการสีข้าว และการบรรจุถุงพร้อมจำหน่าย ให้คิดเฉพาะเครื่องจักรโรงบรรจุเท่านั้น

<u>บทสรุป</u>

จากรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้น การคำนวณหรือประเมินแรงม้าเปรียบเทียบของรายการเครื่องจักร นั้น มีวิธีการที่หลากหลาย ตามรูปแบบของต้นกำลังของเครื่องจักร และข้อมูลที่อื่นๆ ใช้ประกอบการพิจารณา ซึ่งผู้ขอรับอนุญาต และผู้ตรวจประเมิน จะต้องทำความเข้าใจในหลักการ เพื่อให้ได้ค่าแรงม้าเปรียบเทียบที่ถูกต้องและครบถ้วน หรือใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริงมากที่สุด ทั้งนี้หากไม่สามารถที่จะเข้าใจในหลักการคำนวณ ก่อนการจัดซื้อเครื่องจักรต่าง ๆ มาติดตั้งในสถานประกอบการ จะต้องทำการสอบถามจากผู้ขายเครื่องจักร หรือขอเอกสารเกี่ยวกับจำนวนแรงม้าของเครื่องจักรชนิด นั้นๆ และทำการรวบรวมจัดทำเป็นทะเบียนแสดงรายละเอียดของเครื่องจักรนั้นไว้ ดังเช่น ตัวอย่างด้านล่าง เป็นต้น

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
เครื่องบดเนื้อ

****

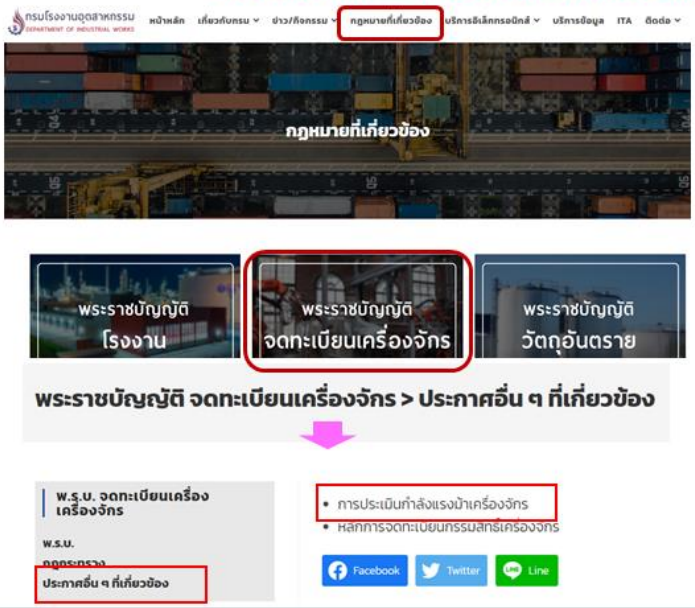
1. คุณลักษณะทั่วไป	1.1 รายละเอียดที่กำหนดเป็นค่าขั้นต่ำ
	1.2 เป็นเครื่องบดเนื้อ โครงสร้างทำด้วยสแตนเลส
	1.3 เป็นของใหม่ที่ยังไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และเป็นรุ่นใหม่ล่าสุดของแต่ละยี่ห้อ มีส่วนประกอบทุกชนิดจะต้องเป็นของแท้ตามมาตรฐานของเครื่องบดเนื้อที่จำหน่ายในท้องตลาด ผลิต หรือประกอบในประเทศ หรือต่างประเทศ
2. คุณลักษณะเฉพาะ	2.1 มีถาดรองรับเนื้อ สามารถบรรจุได้ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัม
	2.2 มีใบมีด รังผึ้ง คอบด และเกลียวบด ทำด้วยวัสดุที่แข็งแรง สามารถสัมผัสอาหารได้
	2.3 มีมอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 3 แรงม้า
	2.4 ใช้ไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลท์ 50 เฮิร์ท
3. เงื่อนไขอื่นๆ	3.1 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด
	3.2 รับประกันคุณภาพการใช้งานและชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมซ่อมแซมโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ไม่น้อยกว่า 1 ปี
	3.3 ส่งมอบ ติดตั้ง และทดสอบการใช้งานตามที่ระบุไว้ในเงื่อนไขการจัดซื้อ

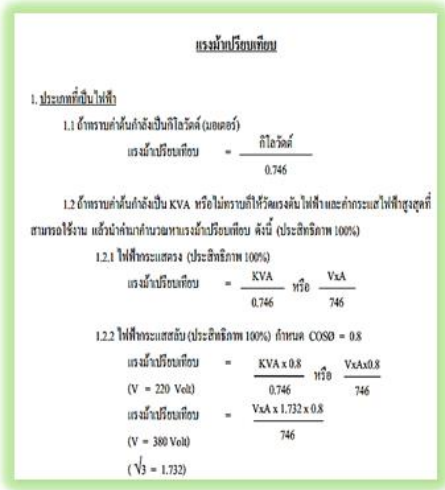
****

<u>เอกสารอ้างอิง</u>

สำหรับคู่มือการตรวจสอบแรงม้าของเครื่องจักรและวิธีคำนวณแรงม้าเปรียบเทียบ ฉบับนี้อ้างอิงมาจากการประเมินกำลังแรงม้าเครื่องจักร ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในเว็บไซต์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรมเป็นหลัก ซึ่งสามารถดาวน์โหลดเอกสารฉบับเต็มได้ที่ https://www.diw.go.th/webdiw/law

เว็บไซต์กรมโรงงาน https://www.diw.go.th/webdiw/law





<u>แรงม้าเปรียบเทียบ</u>

1. <u>ประเภทที่เป็นไฟฟ้า</u>

1.1 อ้างหรือคำนวณกำลังเป็นกิโลวัตต์ (มอเตอร์)

แรงม้าเปรียบเทียบ = กิโลวัตต์ / 0.746

1.2 อ้างหรือคำนวณกำลังเป็น KVA หรือไม่ทราบถึงแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถใช้งาน แล้วนำค่ามาคำนวณหาแรงม้าเปรียบเทียบ ดังนี้ (ประสิทธิภาพ 100%)

1.2.1 ไฟฟ้ากระแสตรง (ประสิทธิภาพ 100%)

แรงม้าเปรียบเทียบ = KVA / 0.746 หรือ VxA / 746

1.2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ (ประสิทธิภาพ 100%) กำหนด COSØ = 0.8

แรงม้าเปรียบเทียบ = KVA x 0.8 / 0.746 หรือ VxAx0.8 / 746

(V = 220 Volt)

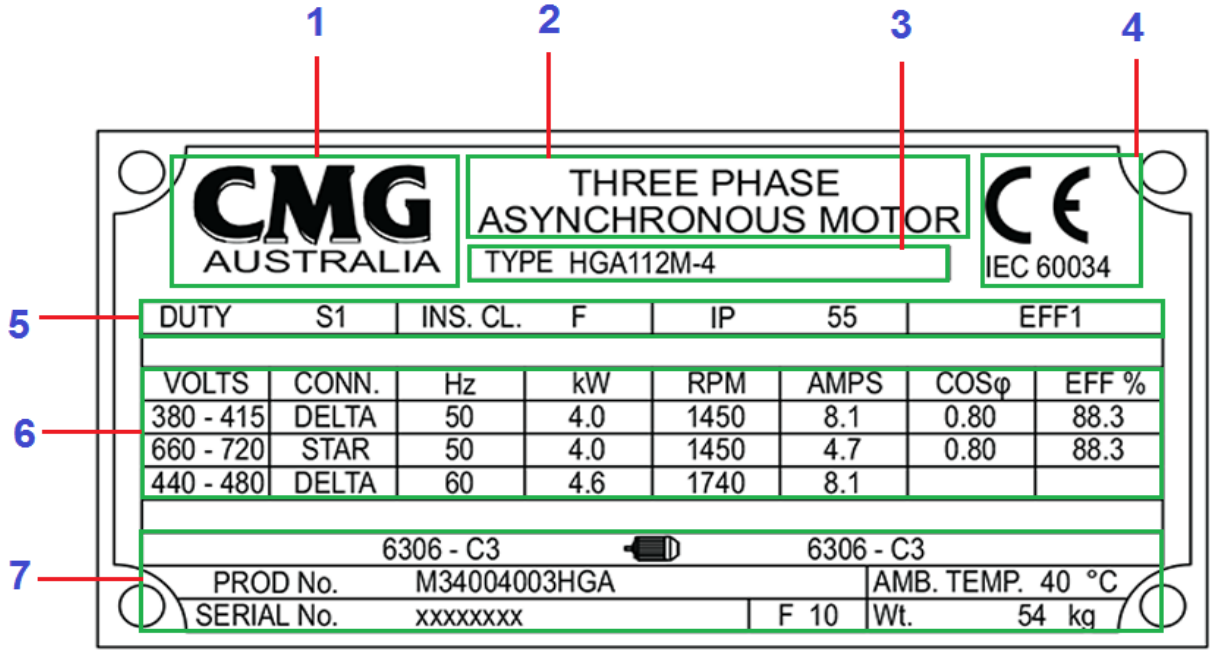
แรงม้าเปรียบเทียบ = VxA x 1.732 x 0.8 / 746

(V = 380 Volt)

($\sqrt{3}$ = 1.732)

ภาคผนวก

ตัวอย่าง การอ่านแผ่นป้ายมอเตอร์ (Name plate motor)



ข้อมูลที่ปรากฏอยู่บน Name plate จะบอกถึงคุณลักษณะทั้งหมดของมอเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ยี่ห้อและสถานที่ผลิต เช่น CMG AUSTRALIA
2. เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส
3. Type ของมอเตอร์ (HGA112M-4) หมายถึง มอเตอร์ CMG รุ่น HGA, Frame size : 112M และ 4 Poles
4. เป็นมอเตอร์มาตรฐาน IEC
5. Duty หมายถึง ชนิดการทำงาน (S1 : การทำงานอย่างต่อเนื่อง)
   INS.CL. F : ชนิดของฉนวน คลาส F (ทนความร้อนได้สูงสุด 155 องศาเซลเซียส)
   IP55 : ความสามารถในการป้องกัน โดย ตัวเลขตัวแรก : ความสามารถในการป้องกันฝุ่นละออง และ ตัวเลขตัวที่สอง : ความสามารถในการป้องกันของเหลว
   Eff : มาตรฐานประสิทธิภาพของมอเตอร์ โดย Eff 1 : มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง และ Eff 2 : มอเตอร์มาตรฐาน
6. ข้อมูลคุณลักษณะของมอเตอร์ที่แรงดันและความถี่ต่างๆ
   kW : กำลังทางไฟฟ้าขาออก (โดย 1 แรงม้า = 0.746 kW)
   RPM : ความเร็ว (speed) ของมอเตอร์
   AMPS : กระแสไฟฟ้าเมื่อมอเตอร์ขับโหลดที่พิกัดเต็มกำลัง (Full load Operation)
   Cosx : ค่าตัวประกอบกำลัง
   Efficiency % : ค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์
7. ข้อมูลชนิด Bearing ด้าน D-end (6306-C3) , N-end (6306-C3)
   PROD No. : Model ของมอเตอร์
   Serial No. : ซีเรียลของมอเตอร์
   AMB Temp. : Ambient temperature
   Wt. : น้ำหนักมอเตอร์

ตัวอย่าง หนังสือสำคัญแสดงการให้คำรับรองประจำเครื่องชั่งตวงวัด

กรณีที่ซื้อเครื่องชั่งไม่ว่าจะเป็นสปริง หรือดิจิตอล ท่านสามารถขอหนังสือฉบับนี้จากบริษัทผู้ขายได้ เพื่อเป็นการรับรองว่าเครื่องชั่งดังกล่าว ผ่านการสอบเทียบจากสำนักงานกลางชั่งตวงวัด แสดงว่ามีความเที่ยงตรง และแม่นยำ

เลขที่ ๕๑๙๓๙๙/๖๐-๖๑ ชว. ๓๐๐๕

สำนักงานกลางชั่งตวงวัด

หนังสือสำคัญแสดงการให้คำรับรองประจำเครื่องชั่งตวงวัด

หนังสือสำคัญนี้ออกให้เพื่อแสดงว่า

เครื่อง ชั่งไม่อัตโนมัติ ชนิด เครื่องชั่งสปริง

เครื่องหมายเลขประจำตัว -61

เลขลำดับประจำเครื่อง 34099

ได้รับการตรวจสอบและได้รับคำรับรองจากพนักงานเจ้าหน้าที่แล้ว

ลงชื่อ.....

(นาย[illegible])

เจ้าพนักงานตรวจสอบชั่งตวงวัดชำนาญงาน

พนักงานเจ้าหน้าที่

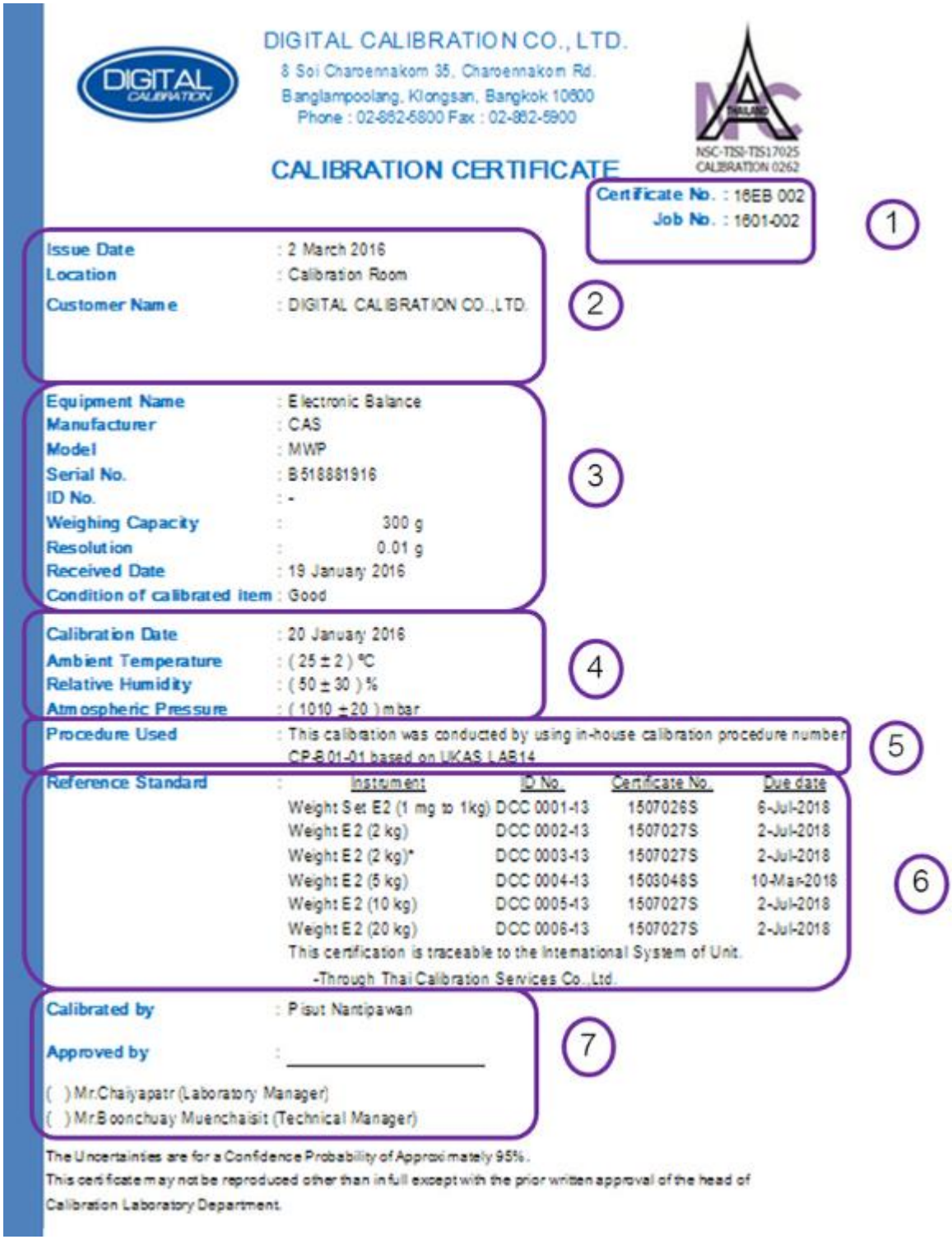
๗ มิ ก.ค. ๒๕๖๑

...../...../.....

พิกัดกำลังเกิน 20 กก.

ตัวอย่าง ใบรับรองการสอบเทียบเครื่องชั่ง และความหมายต่างๆ

กรณีที่มีการใช้เครื่องชั่งไประยะเวลาหนึ่ง อาจทำให้เครื่องชั่งนั้นเกิดความไม่เที่ยงตรง หรือแม่นยำ จึงต้องมีการส่งเครื่องชั่งไปยังหน่วยงานภายนอก เพื่อสอบเทียบเครื่องชั่ง โดยเฉพาะเครื่องชั่งที่ใช้สำหรับชั่งส่วนผสมของการผลิตอาหารต่าง ๆ ที่อาจมีการใช้วัตถุดิบซึ่งมีการกำหนดปริมาณการใช้งานตามกฎหมาย เช่น วัตถุเจือปนอาหาร เป็นต้น



DIGITAL CALIBRATION CO., LTD.
8 Soi Charoennakorn 35, Charoennakorn Rd.
Banglampoolang, Klongsan, Bangkok 10600
Phone : 02-862-5800 Fax : 02-862-5900

NSC-TISI-TIS17025
CALIBRATION 0262

CALIBRATION CERTIFICATE

Certificate No. : 16EB 002
Job No. : 1601-002

1

Issue Date : 2 March 2016
Location : Calibration Room
Customer Name : DIGITAL CALIBRATION CO.,LTD.

2

Equipment Name : Electronic Balance
Manufacturer : CAS
Model : MWP
Serial No. : B518881916
ID No. : -
Weighing Capacity : 300 g
Resolution : 0.01 g
Received Date : 19 January 2016
Condition of calibrated item : Good

3

Calibration Date : 20 January 2016
Ambient Temperature : (25 ± 2) °C
Relative Humidity : (50 ± 30) %
Atmospheric Pressure : (1010 ± 20) mbar

4

Procedure Used : This calibration was conducted by using in-house calibration procedure number CP-B.01-01 based on UKAS LAB14

5

Reference Standard :

Instrument	ID No.	Certificate No.	Due date
Weight Set E2 (1 mg to 1kg)	DCC 0001-13	1507026S	6-Jul-2018
Weight E2 (2 kg)	DCC 0002-13	1507027S	2-Jul-2018
Weight E2 (2 kg)*	DCC 0003-13	1507027S	2-Jul-2018
Weight E2 (5 kg)	DCC 0004-13	1503048S	10-Mar-2018
Weight E2 (10 kg)	DCC 0005-13	1507027S	2-Jul-2018
Weight E2 (20 kg)	DCC 0006-13	1507027S	2-Jul-2018

This certification is traceable to the International System of Unit.
-Through Thai Calibration Services Co.,Ltd.

6

Calibrated by : Pisut Nantipawan

Approved by : _____

( ) Mr.Chaiyapatr (Laboratory Manager)
( ) Mr.Boonchuay Muenchaisit (Technical Manager)

7

The Uncertainties are for a Confidence Probability of Approximately 95%.
This certificate may not be reproduced other than in full except with the prior written approval of the head of Calibration Laboratory Department.

ส่วนที่ 1

Certificate No.	:	เลขที่ใบรับรองผลการสอบเทียบ
Job No.	:	เลขที่ใบขอรับบริการ

ส่วนที่ 2

Issue Date	:	วันที่ออกใบรับรองผลการสอบเทียบ
Location	:	สถานที่สอบเทียบ
Customer Name	:	ชื่อที่อยู่เจ้าของอุปกรณ์สอบเทียบ

ส่วนที่ 3

Equipment Name	:	ชนิดของอุปกรณ์สอบเทียบ
Manufacture	:	ผู้ผลิตอุปกรณ์
Model	:	รุ่นของอุปกรณ์
Serial No	:	รหัสอ้างอิงจากผู้ผลิต
ID No	:	รหัสอ้างอิงของลูกค้า
Weighing Capacity	:	พิกัดของเครื่องชั่ง
Resolution	:	ค่าอ่านละเอียดของเครื่องชั่ง
Received Date	:	วันที่รับเครื่อง
Condition of calibrated item	:	สภาพภายนอกของเครื่องชั่ง

ส่วนที่ 4

Calibration Date	:	วันที่ทำการสอบเทียบ
Ambient Temperature	:	ช่วงอุณหภูมิที่ทำการสอบเทียบ
Relative Humidity	:	ช่วงความชื้นที่ทำการสอบเทียบ
Atmospheric Pressure	:	ช่วงแรงกดอากาศที่ทำการสอบเทียบ

ส่วนที่ 5

Procedure Use	:	วิธีการที่ใช้ในการสอบเทียบ

ส่วนที่ 6

Reference Standard	:	ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบ

ส่วนที่ 7

Calibrated By	:	ผู้ทำการสอบเทียบ
Approved By	:	ผู้ตรวจสอบ

Result of calibration : Before Adjustment (1)

Applied Weight g	Balance Reading g	Correction Value g	Uncertainty (± g)	Coverage Factor (k)
30.00	29.98	0.023	0.012	2.07
150.00	149.95	0.050	0.012	2.07
300.00	299.89	0.107	0.012	2.07

Adjustment By : ☐ Internal calibration ☑ External calibration at 300 g ☐ Without calibration

Result of calibration : After Adjustment (2)

1. Repeatability (n = 10 number of measurement)

Nominal Value g	Standard deviation of reading g
300.00	0.007

(4)

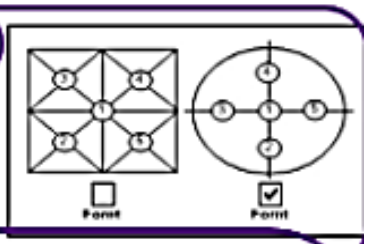


Figure 1

2. Departure of indication from nominal value (3)

Nominal Value g	Balance Reading g	Correction Value g	Uncertainty (± g)	Coverage Factor (k)
30.00	30.00	0.000	0.012	2.07
60.00	60.00	0.000	0.012	2.07
90.00	90.00	0.000	0.012	2.07
120.00	120.00	0.000	0.012	2.07
150.00	150.00	0.000	0.012	2.07
180.00	180.00	0.000	0.012	2.07
210.00	210.01	-0.010	0.012	2.07
240.00	240.00	0.000	0.012	2.07
270.00	270.00	0.000	0.012	2.07
300.00	300.00	0.000	0.012	2.07

3. Eccentric or off-centre loading (Figure. 1) (4)

Nominal Value 100 (g)				
Position 1	Position 2 (g)	Position 3 (g)	Position 4 (g)	Position 5 (g)
Off-Centre	0.010	0.000	0.000	0.000
Maximum difference between off-centre loading = 0.010 g				

Approved by : _____

This result of calibration was found accurate as shown on date and place of calibration only.

The reported uncertainty of measurement was based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k, providing a level of confidence of approximately 95%.

ส่วนที่ 1 การทดสอบความคลาดเคลื่อนก่อนการปรับแต่ง จะทำการทดสอบ 3 จุด

Nominal Value	:	ค่าคาดหมาย
Balance Reading	:	น้ำหนักที่เครื่องชั่งแสดง
Correction Value	:	ค่าแก้ไข หมายถึง น้ำหนักที่แท้จริงของสินค้าที่นำมาชั่งจะเท่ากับ น้ำหนักที่เครื่องชั่งแสดงรวมกับค่าแก้ไข
Uncertainty	:	ค่าความไม่แน่นอนของการวัด
Coverage Factor	:	ตัวประกอบที่ใช้คูณกับค่าความไม่แน่นอนรวมเพื่อให้เป็นความไม่แน่นอนขยาย

ส่วนที่ 2 การทดสอบการชั่งซ้ำ

Nominal Value	:	ค่าคาดหมาย
Standard deviation	:	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนที่ 3 การทดสอบความคลาดเคลื่อนในช่วงน้ำหนักต่างๆ

Applied Weight	:	น้ำหนักของตุ้มน้ำหนักที่ใช้ในการสอบเทียบ
Balance Reading	:	น้ำหนักที่เครื่องชั่งแสดง
Correction Value	:	ค่าแก้ไข หมายถึง น้ำหนักที่แท้จริงของสินค้าที่นำมาชั่งจะเท่ากับ น้ำหนักที่เครื่องชั่งแสดงรวมกับค่าแก้ไข
Uncertainty	:	ค่าความไม่แน่นอนของการวัด
Coverage Factor	:	ตัวประกอบที่ใช้คูณกับค่าความไม่แน่นอนรวมเพื่อให้เป็นความไม่แน่นอนขยาย

ส่วนที่ 4 การทดสอบการชั่งน้ำหนักไม่ตรงกลางจาน

Figure 1	:	ภาพแสดงลักษณะจานชั่งและตำแหน่งในการทดสอบ
Nominal Value	:	ค่าคาดหมาย
Position	:	ตำแหน่งที่ทดสอบอ้างอิงตาม figure 1
Off-Centre	:	หมายถึงน้ำหนักที่แตกต่างจากจุดกลางจานชั่ง (Position 1)