

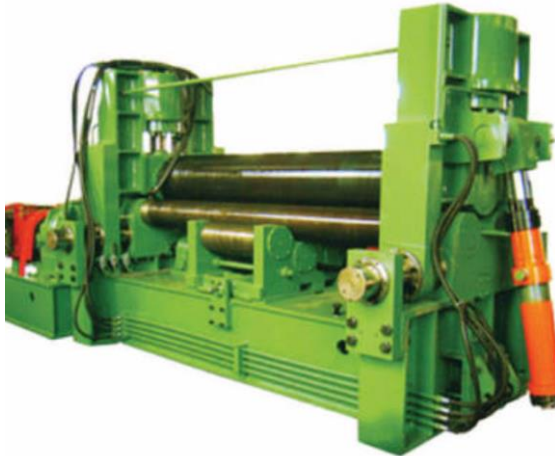
คู่มือการคำนวณ แรงม้าเครื่องจักร



จัดทำโดย
นายสหวัฒน์ โสภา

การคิดกำลังแรงม้าเครื่องจักร (แรงม้าเปรียบเทียบ)

กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้กำหนดวิธีประเมินกำลังเครื่องจักร (แรงม้าเปรียบเทียบ) ไว้ดังนี้



1. ประเภทเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้า

1.1 ถ้าทราบค่าต้นกำลังเป็นกิโลวัตต์ (มอเตอร์)

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = \text{กิโลวัตต์} / 0.746$$

1.2 ถ้าทราบค่าต้นกำลังเป็น KVA หรือไม่ทราบก็ให้วัดแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถใช้งาน แล้วนำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาแรงม้าเปรียบเทียบ ดังนี้ (คิดประสิทธิภาพ 100 %)

1.2.1 ไฟฟ้ากระแสตรง (ประสิทธิภาพ 100 %)

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = (\text{KVA}) / 0.746$$

$$\text{หรือ} = (\text{VA}) / 746$$

1.2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ (ประสิทธิภาพ 80 %)

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = (\text{KVA} \times 0.8) / 0.746$$

$$\text{หรือ} = (\text{VA} \times 0.8) / 746$$

เมื่อ (V = 220 Volt ไฟฟ้าระบบ Single Phase)

$$\text{และแรงม้าเปรียบเทียบ} = (\text{VA} \times 1.73 \times 0.8 \times 1.73) / 746$$

เมื่อ (V = 380 Volt ไฟฟ้าระบบ 3 phase)

1.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกี่ยวกับความร้อน เช่น Heater หรือเครื่องชุบโลหะหรือสิ่งที่คล้ายกันประเมินค่าแรงม้าเปรียบเทียบเหมือนข้อ 1.2.1 และ 1.2.2 แต่ให้เกิดประสิทธิภาพเพียง 60 % ของกำลังไฟฟ้า (Input)

1.4 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าประเมินจากขนาดที่ใช้แอมแปร์สูงสุดของเครื่องโดยให้คิดว่า

100	แอมแปร์	=	5.5	แรงม้า
150	แอมแปร์	=	8	แรงม้า
180	แอมแปร์	=	9	แรงม้า
200	แอมแปร์	=	11	แรงม้า
250	แอมแปร์	=	14	แรงม้า
300	แอมแปร์	=	17	แรงม้า
400	แอมแปร์	=	26	แรงม้า
500	แอมแปร์	=	32	แรงม้า

1.5 สำหรับเครื่อง Spot Welding ประเมินจากขนาด KVA ของข้อ 1.2 แต่คิดค่าประสิทธิภาพเพียง 20 %

2. ประเภทเครื่องจักรที่เป็นเตาต่างๆ

2.1 เตาอบ

2.2.1 เตาอบทั่วไป ประเมินจากปริมาตรรอบนอกของเตาอบโดยถือว่า

$$1 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 2 \text{ แรงม้า}$$

ทั้งนี้ ไม่ว่าเตาอบจะใช้เชื้อเพลิงอะไรก็ตาม ได้แก่ จำพวกเตาอบขนม เตาอบในทำนองเดียวกัน โดยยกเว้นเตาอบที่ใช้ไฟฟ้าซึ่งทราบค่า KW แล้ว

2.1.2 เตาอบไม้

2.1.2.1 ในกรณีใช้หม้อไอน้ำสำหรับใช้เตาอบไม้อย่างเดียว ให้ประเมินแรงม้าเฉพาะเตาอบไม้ โดยประเมินจากปริมาตรรอบนอกของเตา โดยถือว่า

$$1 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 0.12 \text{ แรงม้า}$$

2.1.2.2 ในกรณีที่นำไอน้ำไปใช้กับเครื่องจักรอย่างอื่น หรือใช้งานอย่างอื่นด้วย นอกเหนือจากเตาอบไม้ ให้ประเมินแรงม้าจากหม้อไอน้ำ แต่เพียงอย่างเดียว

2.1.2.3 เตาอบไม้ที่ใช้เชื้อเพลิงอย่างอื่น เช่น ลมร้อนจากเครื่องผลิตลมร้อน หรือความร้อนจากการเผาถ่าน ฟืน แกลบ หรือขี้เลื่อย เป็นต้น ให้ประเมินแรงม้า โดยประเมินจากปริมาตรรอบนอกของเตา โดยถือว่า

$$1 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 0.12 \text{ แรงม้า}$$

2.2 เตาอังโล่ หรือเตาดินเผาทั่วไป ประเมินจากเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเตา ดังนี้

2.2.1 ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเตาไม่เกิน 40 เซนติเมตร ประเมินแรงม้าเตาละ 0.25 แรงม้า

2.2.2 ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเตามากกว่า 40 เซนติเมตรแต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร ประเมินแรงม้าเตาละ 0.5 แรงม้า

2.2.3 ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของเตามากกว่า 100 เซนติเมตร ขึ้นไป ประเมินแรงม้าเตาละ 2 แรงม้า

ทั้งนี้ ได้แก่กำลังจำพวก เตาคว่ำกาแฟ เครื่องอย่างต่างๆ เตาเผาเหล็ก(ใช้ถ่าน) เตาหนึ่งถ้วยเดียว (ใช้กระทะ) เตาเคี้ยวน้ำตาลทรายแดง เตาเผาที่ใช้ถ่านทำนองเดียวกัน

2.3 เตาเผาอิฐ จำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.3.1 เตาเผาถาวร (เตาเผาที่มีลักษณะปิดทึบ) ประเมินแรงม้าเปรียบเทียบจากปริมาตรรอบนอกของเตา โดยถือว่า

$$1 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 0.25 \text{ แรงม้า}$$

นอกจากนี้เตาเผาในลักษณะเดียวกัน ก็ให้ประเมินแรงม้าเปรียบเทียบเหมือนกัน ได้แก่ เตาเผาโถ่ง เตาเผาเครื่องปั้นดินเผา เตาเผาปูนขาว เตาเผาในลักษณะเดียวกัน

2.3.2 เตาเผาชนิดไม่ถาวร (เอาอิฐดินมาก่อเป็นรูปเตา) ประเมินแรงม้าเปรียบเทียบจากปริมาตรรอบนอกของเตา โดยถือว่า

$$1 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 0.1 \text{ แรงม้า}$$

2.4 เตาบ่มไบยาสูบ ประเมินแรงม้าเปรียบเทียบจากขนาดปริมาตรของห้องบ่มไบยาสูบโดยถือว่า

$$1 \text{ ลูกบาศก์เมตร} = 0.05 \text{ แรงม้า}$$

2.5 เตาหลอมโลหะ (นอกจากเตาไฟฟ้าที่ทราบค่ากิโลวัตต์อยู่แล้ว) ประเมินโดยจะต้องทราบรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(ก) ชนิดของโลหะที่ใช้หลอม

(ข) น้ำหนักโลหะที่ใช้หลอมเต็มทีในแต่ละครั้ง (กิโลกรัม)

(ค) เวลาที่ใช้หลอมแต่ละครั้ง (ชั่วโมง)

$$\text{แรงม้า} = (\text{น้ำหนักโลหะที่ใช้หลอมแต่ละครั้ง} \times \text{ค่าคงที่}) / (\text{เวลาที่ใช้หลอม})$$

ค่าคงที่คิดจากชนิดของโลหะที่ใช้ห่อหุ้ม โดยให้คิดว่าโลหะแต่ละชนิดต้องการความร้อนชั่วโมงละเท่าใด ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ในการห่อหุ้มตัวซึ่งคิดเป็นตารางได้ดังนี้

ชนิดของโลหะ	ค่าคงที่
อลูมิเนียม	0.4
เหล็กหล่อ	0.3
ทองแดง	0.3
ทองเหลือง	0.2
สังกะสี	0.1
ตะกั่ว	0.03
ดีบุก	0.05

3. คำนวณจากประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้

3.1 GAS แรงม้าเปรียบเทียบ

$$= ((\text{Kg/hr}) \times (2.2 \text{ lb/kg}) \times (22000 \text{ Btu/lb}) \times 0.2) / (2545 \text{ Btu/hr})$$

3.2 น้ำมันโซล่า แรงม้าเปรียบเทียบ

$$= ((\text{L/hr} \times 0.8 \text{ kg/l}) \times (9000 \text{ Kcal/lb}) \times 0.2) / (641.0 \text{ Kcal/hr})$$

3.3 น้ำมันเตา แรงม้าเปรียบเทียบ

$$= ((\text{L/hr} \times 2.2 \text{ lb/l}) \times (0.84 \text{ (ถ.พ.)}) \times (19900 \text{ Btu/lb}) \times 0.2) / (2545 \text{ Btu/hr})$$

3.4 น้ำมันเบนซิน แรงม้าเปรียบเทียบ

$$= ((\text{L/hr} \times 2.2 \text{ lb/l}) \times (0.9 \text{ (ถ.พ.)}) \times (19200 \text{ Btu/lb}) \times 0.2) / (2545 \text{ Btu/hr})$$

3.5 เครื่องเชื่อมโลหะด้วยก๊าซคิดจากจำนวนคู่สายที่ใช้เชื่อมหรือตัดโลหะโดยคิดคู่สาย ละ 2 แรงม้า

4. ประเภทเครื่องยนต์สันดาปภายใน

ในกรณีที่เครื่องยนต์เก่า หรือไม่สามารถที่จะหาหลักฐานระบุกำลังแรงม้าให้ตรวจสอบลักษณะการทำงานเป็น เครื่องยนต์ 2 จังหวะ หรือ 4 จังหวะ

โดยใช้สูตร : เครื่องยนต์ 4 จังหวะ

$$\text{กำลังแรงม้า (BHP)} = (\text{Pb}_{\text{mep}} \text{ LAN} \times \text{จำนวนสูบ}) / (2 \times 33,000)$$

Pb_{mep} คือ ค่าความดันเฉลี่ยที่หัวสูบ ซึ่งได้หาค่าประสิทธิภาพทางเชิงกลแล้วเมื่อ (Brake mean effective pressure) มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว

L คือ ระยะช่วงชัก (Stroke) มีหน่วยเป็นฟุต

A คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบมีหน่วยเป็นตารางนิ้ว

N คือ ความเร็วของเครื่องยนต์ เป็น รอบต่อนาที

ชนิดเครื่อง	ความเร็วรอบ (RPM)	Pb_{mep}
1.เครื่องยนต์ดีเซลรอบเร็ว	1,800 รอบ	85
2.เครื่องยนต์ดีเซลปานกลาง (1-2 สูบ)	700 รอบ	100
3.เครื่องยนต์ดีเซลรอบช้า	200 รอบ	75
4.เครื่องยนต์เบนซินใช้กับรถยนต์	4,000 รอบ	110
5.เครื่องยนต์ดีเซลใช้การ อุตสาหกรรม และ แทรกเตอร์	1,800 รอบ	100
6.เครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก	3,000 รอบ	70

5. ประเภทหม้อไอน้ำ

5.1 แรงม้าหม้อไอน้ำ (Boiler Horse Power) คิดที่ 50 % ของ Boiler

Rating

$$\text{BHp} = 13.2 / 2 = 6.6 \quad \text{แรงม้าเปรียบเทียบ}$$

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = 6.6 \times \text{BHP}$$

5.2 หากระบุเป็น น้ำหนัก ต่อ ชั่วโมง เช่น Q ปอนด์ต่อชั่วโมง

(STEAM RATE)

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = Q \times 6.6 / 34.5$$

หมายเหตุ ถ้าระบุเป็น

Short ton	จะมีค่าเท่ากับ	2,000	ปอนด์/ชั่วโมง
Long ton	จะมีค่าเท่ากับ	2,240	ปอนด์/ชั่วโมง
Metric ton	จะมีค่าเท่ากับ	2,205	ปอนด์/ชั่วโมง

5.3 ถ้าระบุเป็นค่าความสามารถในการส่งถ่ายความร้อน เมกกะ บีทียูต่อ

ชั่วโมง (MBH)

ใช้สูตร

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = ((\text{MBH} \times 10^6 \times 6.6)) / (33475.35)$$

5.4 ถ้าระบุเป็นพื้นที่ผิวเรียบรับความร้อน (Heating Surface) เป็นตาราง

ฟุต ใช้สูตร

$$\text{แรงม้าเปรียบเทียบ} = \text{พื้นที่ผิวความร้อน (ตารางฟุต)} \times 6.6 / \text{ค่าคงที่}$$

พื้นที่ผิวรับความร้อนให้คิดทั้งหมดของหม้อไอน้ำ เช่น ฉนวนเตา ท่อไฟใหญ่ ท่อ

ไฟเล็ก ท่อน้ำ มีหน่วยเป็นตารางฟุต

ชนิดของหม้อไอน้ำ	ค่าคงที่
Steam Generator	5
Fire tube (Force Draft)	6
Fire tube (Natural Draft)	8
Water tube	6
Water tube (หม้อก๊วยเดียว)	7
หม้อน้ำลูกหมู	10

6. ประเภทมอเตอร์ไฟฟ้า

6.1 กรณีเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าใหม่ มี Nameplate และ Catalogue ที่ผลิตได้ตามมาตรฐานหนึ่งมาตรฐานใดที่กระทรวงอุตสาหกรรมยอมรับ ถ้าการตรวจสอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากับ Nameplate และ Catalogue เป็นการถูกต้องตรงกัน ให้ถือเอาค่าแรงม้านั้น

6.2 กรณีเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเก่า ไม่มี Nameplate และ Catalogue หรือมี Nameplate Catalogue แต่ผลิตได้ไม่ตามมาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมยอมรับให้ดำเนินการตรวจสอบดังนี้

6.2.1 วัด Frame Size ของมอเตอร์ แล้วเอาค่า Frame Size ที่วัดได้ไปคำนวณแรงม้า

6.2.2 วัด No Load Current, Voltage ที่ใช้กับมอเตอร์ RPM Pole จากนั้นนำค่าต่างๆที่ได้ไปคำนวณแรงม้า

6.2.3 วัดพื้นที่หน้าตัดของขั้วแม่เหล็ก, วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Rotor RPM Pole ในกรณีที่เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบตามข้อ 6.2.2 และ 6.2.3 ได้ดำเนินการและเก็บข้อมูลไว้เป็นสถิติ

7. ประเภทเครื่องจักรไอน้ำ

7.1 Simple Engine (สูบเดียว)

ใช้สูตร

$$HP = 0.442 D^2$$

7.2 Compound Engine (2 สูบ หรือชนิดไอดี – ไอดีเสีย)

ให้ถือเอาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไอดีเป็นเกณฑ์ ค่าแรงม้าให้คิดตามตารางต่อไปนี้ ในกรณีที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไอดีเป็นจุดทศนิยม ให้ Interpolate หาค่าแรงม้าใหม่

เส้นผ่าศูนย์กลาง ท่อไอดี (นิ้ว)	แรงม้าเปรียบเทียบ (แรงม้า)
6	25
7	35
8	45
9	60
10	75
12	100
14	160

8. ประเภทเครื่องยนต์ดีเซล

กรณีเป็นเครื่องยนต์ดีเซลใหม่ Nameplate และ Catalogue ที่ผลิตได้ตามมาตรฐานหนึ่งมาตรฐานใดที่กระทรวงอุตสาหกรรมยอมรับ ถ้าการตรวจสอบของเครื่องยนต์ดีเซลกับ Nameplate และ Catalogue เป็นการถูกต้องตรงกันให้ถือเอาค่าแรงม้านั้น

9. ต้นกำลังของโรงงานบางประเภท

9.1 ในกรณีที่ เป็นโรงงานผลิตไฟฟ้า

9.1.1 โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล กำลังแรงม้าเครื่องจักรที่อนุญาตให้คิดทั้งกำลังแรงม้าของหม้อน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) รวมกับกำลังแรงม้าของเครื่องจักรอื่นที่ใช้ในกระบวนการผลิต และสำหรับการคำนวณกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ให้คิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น โดยดูจาก Catalogue ของรุ่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เลือกใช้

9.1.2 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ กำลังแรงม้าเครื่องจักรที่อนุญาตให้คิดทั้งกำลังแรงม้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) และสำหรับการคำนวณกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุด ให้คิดจากกำลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เท่านั้น โดยดูจาก Catalogue ของรุ่นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้

9.1.3 โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล กำลังแรงม้าเครื่องจักรที่อนุญาตให้คิดทั้งกำลังแรงม้าจากเครื่องยนต์ก๊าซ (Gas Engine) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมกับกำลังแรงม้าของเครื่องจักรอื่นที่ใช้ในกระบวนการผลิต และสำหรับการคำนวณกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ให้คิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น โดยดูจาก Catalogue ของรุ่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เลือกใช้

อนึ่ง การคิดกำลังเครื่องจักรรวมของโรงงานประกอบกิจการผลิตพลังงานไฟฟ้า จะไม่คิดรวมเครื่องจักรของหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

9.2 โรงสีข้าว และโรงเลื่อยไม้ขนาดใหญ่ที่ใช้หม้อน้ำในการอื่นด้วย เช่น อบไม้หรือหนึ่งข้าว ให้คิดแรงม้าที่หม้อน้ำแต่เพียงอย่างเดียว

10. ประเภทห้องเย็น

หาความจุ (ตัน)

$$\text{ใช้สูตร} = ((1 \text{ ลบ.ม.}) \times (400 \text{ กก.}) \times (60\%) / (1,000))$$

11. ประเภทน้ำแข็ง

หาจำนวนช่องที่ผลิตได้ต่อวัน

$$\text{ใช้สูตร} = (\pi d^2 L \times N \times n) / 4$$

$d^2 L$ = ขนาดกระบอกสูบน้ำยา

N = จำนวนสูบ

n = ความเร็วรอบ

สำหรับผลิตน้ำแข็งซอง

$$ft^2/10 = \text{ตันน้ำแข็งต่อวัน}$$

สำหรับผลิตน้ำแข็งถ้วย

$$ft^2/12.5 = \text{ตันน้ำแข็งต่อวัน}$$

น้ำแข็ง 1 ซอง = น้ำแข็ง 150 กก.

12. เครื่อง Charge Battery

$$HP = (VA \times \text{จำนวน} \times 0.8) / 746$$

Amp	Volt	จำนวน แปตเตอร์	H.P.
60	12	2	1.54
30	12	3	1.15
100	12	2	2.57
20	12	3	0.77
30	12	4	1.54
60	12	3	2.32
15	12	2	0.39
10	12	1	0.12

13.เครื่องเชื่อมแบบ Spot Welding

$$\text{H.P.} = ((\text{KVA} \times 20\%) / 746)$$

$$\text{หรือ} = 1.34 \times \text{VA} \times 20\%$$

การคิดแรงม้าเปรียบเทียบของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้คิดตามปกติ

คือ 746 w = 1 H.P.

14. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า Arc welding.

100 Amp = 5.5 H.P.

150 Amp = 8 H.P.

180 Amp = 9 H.P.

200 Amp = 11 H.P.

300 Amp = 17 H.P.

400 Amp = 26 H.P.

500 Amp = 32 H.P.

15. เครื่อง Spot ไฟฟ้า

30 Amp.	=	4.5	H.P.
15 Amp.	=	2.5	H.P.
10 Amp.	=	1.5	H.P.
5 Amp.	=	1	H.P.

16. เครื่องเชื่อมแก๊ส

สายเชื่อม คู่ละ 2 H.P. (1 หัวเชื่อม)

17. การคิดแรงม้าเปรียบเทียบของโรงอบข้าวเปลือก

ให้คิดที่ปริมาณความร้อนจากเชื้อเพลิง (แกลบ) ที่ใช้

$$HP = ((\text{ปริมาณแกลบที่ใช้ kg/hr}) \times (2.205) \times (6,000 \times 0.2)) / 2545$$

*โดยทั่วไปใช้แกลบ 200 kg/hr

สรุปแรงม้าเปรียบเทียบ

ไฟฟ้า 1 KW (กิโลวัตต์) = 1.34 แรงม้า

ไฟฟ้า 1 KVA = 1.07 แรงม้า

(เมื่อ V = 220 Volt 1 phase)

ไฟฟ้า 1 KVA = 1.86 แรงม้า

(เมื่อ V = 380 Volt 3 phase)

น้ำมันโซล่า 1 ลิตร/ชั่วโมง = 2.25 แรงม้า

น้ำมันเตา 1 ลิตร/ชั่วโมง = 2.89 แรงม้า

น้ำมันเบนซิน 1 ลิตร/ชั่วโมง = 2.99 แรงม้า

GAS 1 กิโลกรัม/ชั่วโมง = 3.80 แรงม้า

หม้อน้ำ 1 BHP = 6.6 แรงม้า

หม้อน้ำ 1 ton/hr = 421.80 แรงม้า



ผู้เขียน : ฝึกการเก็บตัวอย่างจากปล่องระบาย (Stack Sampling)
ของโรงงานถลุงเหล็ก Nippon Steel เมือง Kita Kyushu โดยทุน JICA ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารอ้างอิง

1. พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
2. ประกาศ และ กฎกระทรวงอุตสาหกรรม ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
3. <http://www.ieat.go.th>
4. <http://www.google.co.th>
5. <http://www.diw.go.th>
6. <http://www.m-industry.go.th>
7. <http://www2.diw.go.th/e-license/login.asp>
8. <http://www.diwsafety.org/html/law2.html>
9. <http://reg.diw.go.th/usedoil/menu.asp>