

การตรวจวัดระดับความร้อนในสถานประกอบการ ตามกฎหมายกระทรวงแรงงาน

การประเมินภาระงาน

- การประมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายจากกระบวนการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงาน ซึ่งประเมินจากอัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolic rate)

$$\text{สารอาหาร} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{พลังงาน}$$

การทำงาน 20 %
ความร้อน 80 %
- อัตราการเผาผลาญอาหาร คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ของร่างกาย เพื่อสร้างพลังงาน มีหน่วยเป็น
 - ปริมาณความร้อนต่อขนาดร่างกาย: วัตต์/ตารางเมตรของผิวหน้า (W/m^2) - **ISO 8996**
 - ปริมาณความร้อนต่อเวลา: กิโลแคลอรี/ชั่วโมง (Kcal/hr.) - **กฎกระทรวงแรงงานฯ 2549**

การเปลี่ยนหน่วยอัตราการเผาผลาญอาหาร

- ISO กำหนดขนาดร่างกายมาตรฐาน (Standard person)
 - ชายอายุ 30 ปี น้ำหนัก 70 กิโลกรัม สูง 175 เซนติเมตร พื้นที่ผิวร่างกาย 1.8 ตารางเมตร
 - หญิงอายุ 30 ปี น้ำหนัก 60 กิโลกรัม สูง 165 เซนติเมตร พื้นที่ผิวร่างกาย 1.6 ตารางเมตร



จาก $1.162 \text{ วัตต์ (W)} = 1 \text{ กิโลแคลอรี/ชั่วโมง (Kcal/hr)}$

ดังนั้น อัตราการเผาผลาญอาหาร (Kcal/hr.) = $\frac{\text{อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m}^2) \times 1.8 \text{ m}^2}{1.162 \text{ (W)}}$

วิธีการประเมินภาระงาน ตามแนวทางของ ISO 8996

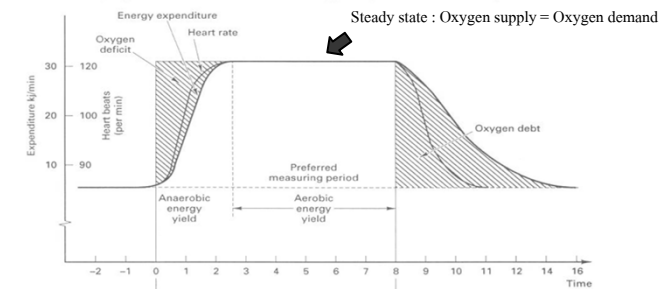
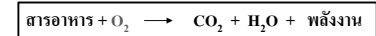
ระดับ	วิธีการ
คัดกรอง (Screening)	จำแนกตามอาชีพ
	จำแนกตามกิจกรรม
สังเกต (Observation)	ประเมินตามกิจกรรมที่พบบ่อยๆ
	ประเมินตามรอบการทำงาน
วิเคราะห์ (Analysis)	วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ภายในสภาวะที่กำหนด
เชี่ยวชาญ (Expertise)	วัดการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption)

ที่มา: International Organization for Standardization. ISO/FDIS 8996:2004 (E); Determination of Metabolic Rate, 2004.

วัดการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption)



การประเมินภาระงาน: วิธีวัดการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption)



ที่มา: K.Lange Andersen, R.Masironi, J.Rutenfranz, V.Selinger, et al. Habitual physical activity and health. Copenhagen : World Health Organization; 1978.

การคำนวณอัตราการเผาผลาญอาหารจากอัตราการใช้ออกซิเจน

สมการ 1 $RQ = \frac{V_{CO_2}}{V_{O_2}}$

สมการ 2 $EE = (0.23RQ + 0.77) \times 5.88$

สมการ 3 $ADU = 0.202 \times W_b^{0.425} \times H_b^{0.725}$

สมการ 4 (Partial Method)

$$M = EE \times V_{O_2} \times \frac{1}{ADU}$$

สมการ 5 (Integral Method)

$$M = (M_p \times \frac{t_m + t_r}{t_m}) - (M_s \times \frac{t_r}{t_m})$$

RQ	= Respiratory quotient
V_{O_2}	= Oxygen consumption rate (L/hr.)
V_{CO_2}	= Carbon dioxide consumption rate (L/hr.)
EE	= Energetic equivalent (W h/l O ₂)
M	= Metabolic rate (W/m ²)
ADU	= Body surface area (m ²)
W_b	= Body weight (kg)
H_b	= Body height (meter)
t_m	= length of the main period (minutes)
T_r	= length of the recovery period (minutes)

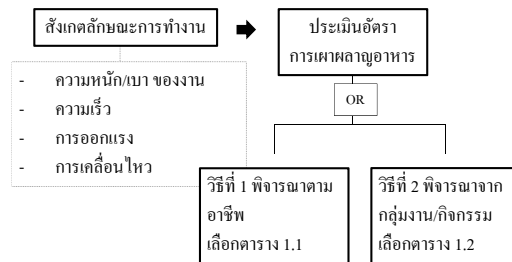
ที่มา: International Organization for Standardization. ISO/FDIS 8996:2004 (E): Determination of Metabolic Rate, 2004.

การประเมินภาระงานด้วยวิธีคัดกรอง ตามแนวทางของ ISO 8996

เนื้อหา
หลักการและวิธีการประเมินภาระงานด้วยวิธีคัดกรอง
ตารางอัตราการเผาผลาญอาหาร
การประเมินภาระงานตามกฎหมาย



หลักการและวิธีการประเมินภาระงานด้วยวิธีตาราง ตามแนวทางของ ISO 8996



***หากกิจกรรมที่ประเมินไม่พบให้ใช้ค่าอัตราการเผาผลาญอาหารของกิจกรรมที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

ตาราง 1.1 ตารางอัตราการเผาผลาญอาหารเฉลี่ยต่อเวลาการทำงาน พิจารณาตามอาชีพ

อาชีพ		อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
งานสำนักงาน	นั่งทำงานกับที่	55-65
	งานเสมียน	65-100
	งานทำความสะอาด	80-115
ช่างฝีมือ	ก่ออิฐ	110-160
	ช่างไม้	110-175
	ช่างติดตั้งกระจก	90-125
	ช่างสี	100-130
	คนทำขนมปัง	110-140
อุตสาหกรรมเหมือง	คนขายเนื้อ	105-140
	ช่างซ่อมนาฬิกา	55-70
	คนคุมเครื่องลากดึง	70-85
	คนพื้นด่านหิน	110
	คนคุมเตาถ่านหิน	115-175

ตาราง 1.1 ตารางอัตราการเผาผลาญอาหารเฉลี่ยต่อเวลาการทำงาน พิจารณาตามอาชีพ (ต่อ)

อาชีพ		อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
อุตสาหกรรมเหล็ก & เหล็กกล้า	คนคุมเตาหลอม	170-220
	คนคุมเตาหลอมไฟฟ้า	125-145
	คนงานหล่อหลอมใช้มือ	140-240
	คนงานหล่อหลอมใช้เครื่องจักร	105-165
	คนงานโรงหล่อ	140-240
อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเหล็กและโลหะ	ช่างตีเหล็ก	90-200
	ช่างเชื่อม	75-125
	ช่างกลึง	75-125
	คนคุมเครื่องเจาะ	80-140
	ช่างกลที่ทำงานละเอียดมาก	70-110

ตาราง 1.1 ตารางอัตราการเผาผลาญอาหารเฉลี่ยต่อเวลาการทำงาน พิจารณาตามอาชีพ (ต่อ)

อาชีพ		อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
อาชีพเกี่ยวกับการวาด/เขียนภาพ	คนจัดวางองค์ประกอบด้วยมือ	70-95
	คนเขียนเข้าเล่มหนังสือ	75-100
เกษตรกรรม	คนทำสวน	115-190
	คนขับแทรกเตอร์	85-110
ขนส่ง คมนาคม	คนขับรถ	70-100
	คนขับรถบัส	75-125
	คนขับรถราง	80-115
อาชีพอื่นๆ	คนควบคุมเครน	65-145
	ผู้ช่วยในห้องปฏิบัติการ	85-100
	อาจารย์	85-100
	ผู้ช่วยในร้านขายของ	100-120
	เลขานุการ	70-85

ตาราง 1.2 ตารางอัตราการแสดงอัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกลุ่มงานหรือกิจกรรมแบ่งตามระดับพลังงาน

ระดับ	อัตราการเผาผลาญอาหารเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) (W/m ²)	ตัวอย่างกิจกรรม
0 พัก	65 (55-70)	พักผ่อน, นอนพักนิ่งๆ
1 ต่ำ	100 (70-130)	งานเบา: - ทำงานเบาด้วยมือ เช่น เขียนหนังสือ พิมพ์งาน วาดภาพ เย็บผ้า ตัดผ้าโดยใช้มือหรือเครื่องจักร จัดเก็บหนังสือ - ทำงานด้วยมือและแขน เช่น งานที่ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือขนาดเล็กซ่อมรองเท้า งานแม่บ้าน โรงแปรรูปเกษตรเปลี่ยนผ้าปูที่นอน ตรวจตราหรือตรวจสอบวัสดุประกอบหรือคัดแยกวัตถุดิบขนาดเล็กน้ำหนักเบา - ทำงานด้วยแขนและขา เช่น ขี่รถในสภาพถนนปกติ ควบคุมเครื่องจักรด้วยเท้า ยืนถ่ายเอกสาร ยืนจะขึ้นงานขนาดเล็ก บดชิ้นงานขนาดเล็ก ใช้เครื่องมือขนาดเล็กขว้างขวดลวด ไสหรือกลึงชิ้นงานด้วยเครื่องมือพลังงานต่ำ - เดินสบายๆ ด้วยความเร็วไม่เกิน 2.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ตาราง 1.2 ตารางอัตราการแสดงอัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกลุ่มงานหรือกิจกรรมแบ่งตามระดับพลังงาน (ต่อ)

ระดับ	อัตราการเผาผลาญอาหารเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) (W/m ²)	ตัวอย่างกิจกรรม
2 ปานกลาง	165 (130-200)	งานปานกลาง: - ทำงานด้วยมือและแขนต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ เช่น ใช้ค้อนตอกตะปู धानewหังกา ดึงเหล็ก - ทำงานด้วยแขนและขา เช่น ขี่รถบรรทุก ขี่รถแทรกเตอร์ ขี่รถบนทางเรียบหรือควบคุมเครื่องจักรสำหรับงานก่อสร้าง งานช่างไม้ทั่วไป ขี่รถเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตร - ทำงานด้วยแขนและลำตัว เช่น ทำงานกับคอนกรีต ฉาบปูน ประกอบรถแทรกเตอร์ ขนย้ายสิ่งของหนักปานกลางเป็นช่วงๆ ขุดหลุม ลายหญ้า เก็บผักผลไม้ สืบหรือเดินร่อนขึ้นน้ำหนักเบา - เดินด้วยความเร็ว 2.5 – 5.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง - งานเชื่อม โลหะทั่วไป - งานขุดดินที่ใช้แรงน้อยกว่า 4.5 กิโลกรัม/นาที - งานขี่รถบรรทุกที่ต่อเนื่องกันเพื่อต่อคิวต่อทาง - งานเดินและขี่รถ โดยออกแรงเล็กน้อย - งานแม่บ้าน เช่น ดูดฝุ่น ล้างอ่าง

ตาราง 1.2 ตารางอัตราการแสดงอัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกลุ่มงานหรือกิจกรรมแบ่งตามระดับพลังงาน (ต่อ)

ระดับ	อัตราการเผาผลาญอาหารเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) (W/m ²)	ตัวอย่างกิจกรรม
3 สูง	230 (200-260)	งานหนัก: - ทำงานด้วยแขนและลำตัวโดยการออกแรงมากขึ้น เช่น ยกของหนักๆ งานเช็ดคอก ทำงานด้วยค้อนปอนด์ เลื่อยไม้ ตัดหญ้าด้วยมือ ขัดหรือแกะสลักไม้มือแข็ง - ขุดดินด้วยแรงระหว่าง 4.5-7 กิโลกรัม/นาที - เดินด้วยความเร็วระหว่าง 5.5 - 7 กิโลเมตร/ชั่วโมง - ทำงานด้วย แขน ขาและลำตัว เช่น สืบหรือเดินร่อนขึ้นที่มีน้ำหนักมาก จัดวางแท่งคอนกรีต ตัดเหล็กหล่อเป็นชิ้นเล็กๆ งานซ่อมหรือสร้างถนน - การใช้เครื่องมือ เช่น เครื่องจะดถนน งานก่ออิฐหรือคอนกรีต

ตาราง 1.2 ตารางอัตราการแสดงอัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกลุ่มงานหรือกิจกรรมแบ่งตามระดับพลังงาน (ต่อ)

ระดับ	อัตราการเผาผลาญอาหารเฉลี่ย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) (W/m ²)	ตัวอย่างกิจกรรม
4 สูงมาก	290 (>260)	งานหนักมาก: -ทำงานที่ออกแรงมากด้วยความเร็วมาก เช่น ทำงานใช้ขวาน การตัดหรือขุดด้วยแรงมาก - งานที่ต้องมีการปีนขึ้นไปสูง เช่น ปีนบันได ปีนซุ้มสิ่งกีดขวางหรือปีนบันไดสูง งานของหนักงานดับเพลิงที่ต้องมีการปีนบันได - เดินขอยเท้าถ้ำ รัง หรือเดินด้วยความเร็วกว่า 7 กิโลเมตร/ชั่วโมง - งานเหมือนงานที่ประเภทจะหือขุด - งานขุดดินที่ใช้แรงมากกว่า 72 กิโลกรัม/นาที - งานขนย้ายเศษเหล็ก

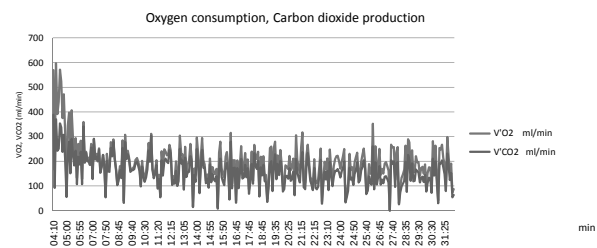
งานนั่งตรวจสอบขวดแก้ว



บันทึกอัตราการเผาผลาญอาหารและภาระงาน วิธีคัดกรอง

งาน	กลุ่มอาชีพ/ ระดับ (0-4)	อัตราการเผา ผลาญอาหาร (W/m ²)	อัตราการเผาผลาญ อาหาร (Kcal/hr)	ภาระงาน
1	1 (งานเบา)	100	$\frac{(100 \times 1.8)}{1.162} = 155$	เบา
2				
3				

การประเมินภาระงานของงานตรวจสอบขวดแก้ว: ด้วยวิธีวัดการใช้ออกซิเจน



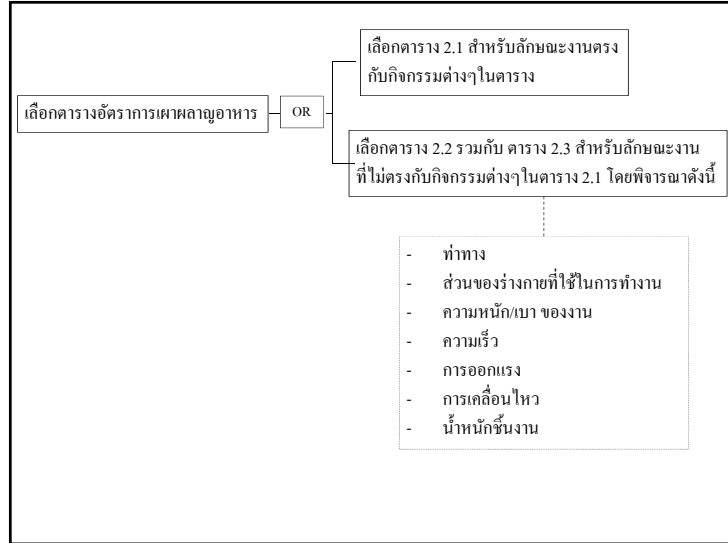
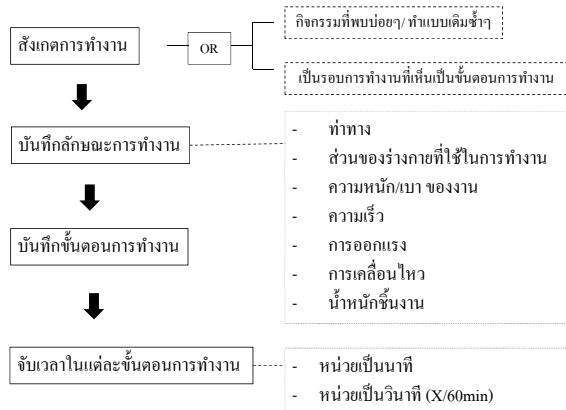
Metabolic rate	117.79	W/m ²	
	63.14	Kcal/hr	
Work load	Light work		

การประเมินภาระงานด้วยวิธีสังเกต ตามแนวทางของ ISO 8996

เนื้อหา
หลักการและวิธีการประเมินภาระงานด้วยวิธีสังเกต
ตารางอัตราการเผาผลาญอาหาร
การปรับเทียบค่าอัตราการเผาผลาญอาหาร
การประเมินภาระงานตามกฎหมาย



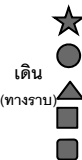
หลักการและวิธีการประเมินภาระงานด้วยวิธีสังเกต ตามแนวทาง ISO 8996



ตารางที่ 2.1 อัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกิจกรรมต่างๆ

กิจกรรม Activity (A)	อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
นอนหลับ	40
นอนเอนตัว	45
นั่งพัก	55
ยืนพัก/ยืนรอ	70
ยกของน้ำหนัก 50 กิโลกรัม	170*
การเดินบนทางราบ พื้นแข็ง	
1. ไม่แบกน้ำหนัก ด้วยความเร็ว 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง	110
ด้วยความเร็ว 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง	140
ด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง	165
ด้วยความเร็ว 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง	200
2. แบกน้ำหนัก	
0.5 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง	100*
3 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 1.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง	125*
10 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง	185
30 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง	250

พัก



ตารางที่ 2.1 อัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกิจกรรมต่างๆ (ต่อ)

กิจกรรม Activity (A)	อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
เดินขึ้นเขา บนทางเรียบ แข็ง	
1. ไม่แบกน้ำหนัก	180
ทางชัน 5 องศา ด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง	210
ทางชัน 15 องศา ด้วยความเร็ว 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง	300
ทางชัน 25 องศา ด้วยความเร็ว 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง	270
2. มีน้ำหนัก 20 กิโลกรัม	270
ทางชัน 15 องศา ด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง	410
ทางชัน 25 องศา ด้วยความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง	135
เดินลงเขา ความเร็ว 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไม่แบกน้ำหนัก	
ทางลาด 5 องศา	140
ทางลาด 15 องศา	180
ทางลาด 25 องศา	

เดิน
(ทางลาด)



ตารางที่ 2.1 อัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกิจกรรมต่างๆ (ต่อ)

กิจกรรม Activity (A)	อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
ปีนบันไดขึ้น 70 องศาด้วยความเร็ว 11.2 เมตร/นาที	
ไม่แบกน้ำหนัก	290
แบกน้ำหนัก 20 กิโลกรัม	360
คันหรือลากรถออก 3.6 กิโลเมตร/ชั่วโมง บนทางเรียบ แข็ง	
แรงผลัก 12 กิโลกรัม	290
แรงดึง 16 กิโลกรัม	375
คันหรือลากของที่มีน้ำหนัก บนทางเรียบ แข็ง	
น้ำหนัก 50 กิโลกรัม ความเร็ว 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง	250*
น้ำหนัก 10 กิโลกรัม ความเร็ว 1 กิโลเมตร/ชั่วโมง	150*
ลากหรือเข็นหรือ Handie (น้ำหนัก 100 กิโลกรัม) บนทางราบ	
ความเร็ว 1 กิโลเมตร/ชั่วโมง	250*
ความเร็ว 4.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง	230
ลากหรือเข็นหรือ Handie บนทางราบ (น้ำหนัก 800 กิโลกรัม) บนทางราบ	
ความเร็ว 1.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง	370*

ขั้นที่สูง

เครื่องทุ่นแรง/รถเข็น

ตารางที่ 2.1 อัตราการเผาผลาญอาหารสำหรับกิจกรรมต่างๆ (ต่อ)

กิจกรรม Activity (A)	อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
งานอันหนัก 42 แอวนาที	100
60 แอวนาที	190
ทำงานด้วยมือ สองข้าง น้ำหนัก 4.4 กิโลกรัม 15 จังหวะ/นาที	290
งานช่างไม้ เลื่อยไม้ด้วยเลื่อยมือ	220
เลื่อยไม้ด้วยเลื่อยมือ	100
ทำโครงไม้ด้วยมือ	300
งานก่ออิฐ ด้วยความเร็ว 5 ก้อน/นาที	170
การหมุนตะปูตุง	100
งานขุดหรือขุดดิน	290
กิจกรรมที่ทำอยู่กับที่ (สำนักงาน, ที่อยู่อาศัย, โรงเรือน, ห้องปฏิบัติการ)	70
งานอื่น, ทำกิจกรรมเล็กน้อย (เขย่งของ, ห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรม)	95
ทำงานกับเครื่องจักร	
งานเบา (งานปรับ, งานประกอบ)	100
งานปานกลาง (งานบรรจุ)	140
งานหนัก	210
ทำงานกับเครื่องมือ	
งานเบา (งานขัดเบาๆ ออกแรงน้อย)	100
งานปานกลาง (งานขัด ออกแรงปกติ)	160
งานหนัก (งานขัดที่ออกแรงมาก)	230

กิจกรรมอื่น ๆ

ตารางที่ 2.2 ตารางการเผาผลาญอาหารขณะนั่งทำงาน

ส่วนของร่างกาย		ความหนักของงาน		
		เบา	ปานกลาง	หนัก
Posture (P)				
มือ 1 ข้าง*	น้ำหนักขึ้นงาน*	-	<1 kg	>1 kg
	ค่าเฉลี่ย	40	50	60
	ค่าช่วง	35-45	45-55	55-65
มือ 2 ข้าง	น้ำหนักขึ้นงาน*	< 1 kg	1-2 kg	> 2 kg
	ค่าเฉลี่ย	70	85	95
	ค่าช่วง	65-75	75 - 90	90-100
แขน 1 ข้าง	น้ำหนักขึ้นงาน*	0.1-3 kg	3-10 kg	> 10 kg
	ค่าเฉลี่ย	90	110	130
	ค่าช่วง	<100	100 - 120	>120
แขน 2 ข้าง	น้ำหนักขึ้นงาน*	0.1-3 kg	3-10 kg	> 10 kg
	ค่าเฉลี่ย	120	140	160
	ค่าช่วง	85-130	130 - 150	>150
ทั้งร่างกาย	น้ำหนักขึ้นงาน*	< 10 kg	10-15 kg	> 15 kg
	ค่าเฉลี่ย	180	245	335
	ค่าช่วง	<210	210 - 285	>285 (285-385)

ตารางที่ 2.3 อัตราการเผาผลาญอาหารประมาณจากท่าทางขณะทำงานที่แตกต่างไปจากการนั่ง

Posture (P)	ท่าทาง	อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²)
	นั่ง	-
	คุกเข่า	10
	หมอบหรือนั่งพับขาตัวเอง	10
	ยืน	15
	ยืนก้มตัว	20

งานแขวนชิ้นงาน



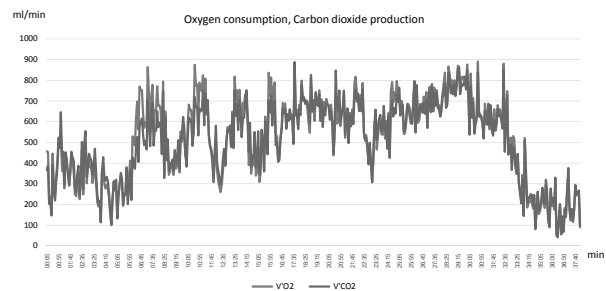
ตารางคำนวณอัตราการเผาผลาญอาหารและภาระงานจากการประเมินด้วยวิธีการสังเกต

งานที่ประเมิน:งานแขวนชิ้นงาน..... ฝ่าย/หน่วยงาน:ผลิต.....

เครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน: น้ำหนักเครื่องมือ: น้ำหนักชิ้นงาน: **10 kg**.....

ขั้นตอนที่	เวลา*	ขั้นตอนการทำงาน	M (W/m ²)	Time (min)	Total
1				×	=
2				×	=
3				×	=
4				×	=
5				×	=
รวม					
ค่าเฉลี่ยอัตราการเผาผลาญอาหาร (Total/Time)					 W/m ²
เปลี่ยนหน่วยอัตราการเผาผลาญอาหาร = อัตราการเผาผลาญอาหาร (W/m ²) × 1.8 m ²					 Kcal/hr.
1.162 (W)					ภาระงาน

การประเมินภาระงานของงานตัดแต่งชิ้นงาน ด้วยวิธีวัดการใช้ออกซิเจน



Metabolic rate	117.79	W/m ²	
	182.46	Kcal/hr	(145.96-218.95)
Work load	Light work		