

สุขศาสตร์อุตสาหกรรมการประเมิน cd แผ่นที่ 2

สมดุลความร้อนในร่างกาย

$$H = M + R - C - E - D$$

H = ความร้อนสะสมของร่างกาย (Body Heat Storage)

M = ความร้อนจากการเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงาน

R = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการแผ่รังสี (Radiation)

C = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการพา (Convection)

E = ความร้อนที่สูญเสียไปเพราะการระเหยของเหงื่อ (Evaporation)

D = ความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการนำ

สัดส่วนการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีต่างๆจากร่างกาย

ร้อยละของการถ่ายเทความร้อน

การระเหยโดยการหายใจออกและทางผิวหนัง	22
การแผ่รังสีความร้อน	60
การพาความร้อน	12
การนำความร้อน	3
อื่นๆ	3
รวม	100

การประเมินสภาพความร้อน

1. การวัดระดับความร้อนเป็น WBGT
2. การประเมินความหนักเบาของงานที่ทำ

สูตรคำนวณ WBGT

* ในอาคารไม่มีอิทธิพลจากแสงแดด

$$WBGT = 0.7 \text{ NWB} + 0.3 \text{ GT}$$

* นอกอาคาร/มีอิทธิพลจากแสงแดด

$$WBGT = 0.7 \text{ NWB} + 0.2 \text{ GT} + 0.1 \text{ DB}$$

DB อุณหภูมิกระเปาะแห้ง

NWB อุณหภูมิกระเปาะเปียก

GT อุณหภูมิ โกลบ

ตัวอย่าง คนงานที่ลานโล่งหน้าอาคารในโรงงานช่วงเช้า ส่วนตอนบ่ายทำงานในตัวโรงงาน วัดอุณหภูมิต่างๆ เป็นองศา C ปรากฏในตาราง จงประเมินการสัมผัสความร้อนว่าจะมีอันตรายหรือไม่

	NBT	GT	DB
ลานหน้าอาคาร	33	38	35
ในตัวโรงงาน	30	34	33

วิธีทำ WBGT ลานหน้าอาคาร (เป็นนอกอาคารมีอิทธิพลแดด)

$$= 0.7(33)+0.2 (38)+0.1(35)$$

$$= 23.1+7.6+3.5$$

$$= 34.2$$

WBGT อยู่ในตัว โรงงาน

$$= 0.7(30)+0.3(34)$$

$$= 21+10.2$$

$$=31.2$$

ขณะนี้ทราบ WBGT แต่ยังไม่ประเมินไม่ได้ว่าจะมีอันตรายหรือไม่ต้องทราบ Workload ก่อน

ตารางการประเมินภาระงาน

ท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกาย

กิโลแคลอรี/นาที

ยืน

0.6

ชนิดของงาน

ค่าพลังงานเฉลี่ย

ช่วง

กิโลแคลอรี/นาที

กิโลแคลอรี/นาที

ทำงานด้วยมือ

ทำงานด้วยแขนข้างเดียว

ทำงานด้วยแขนทั้ง 2 ข้าง

ทำงานด้วยร่างกายทุกส่วน

งานเบา (ขับรถ)

3.5

2.5-15.0

งานปานกลาง ทาสี ขัดถูพื้น ทำความสะอาดพรม

5.0

งานหนัก (ลาก ดึง ยกของหนัก)

7.0

งานหนักมาก (ก่อสร้าง ขุดดิน คู้ยตะกรันในเตาหลอม)

9.0

เมตคอลลีชิมพื้นฐานของร่างกาย

1.0

ค่ามาตรฐานระดับความร้อน WBGT ของกฎหมายไทย

ภาระงาน	WBGT C°
เบา	34
ไม่เกิน 200 Kcal/hr	
ปานกลาง	32
200-350 Kcal/hr	
หนัก	30
เกิน 350 Kcal/hr	

การประเมินภาระงาน (Workload)

*ในอาคารไม่มีอิทธิพลจากแสงแดด

Workload = พลังงานจากท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Body position and movement)
+ พลังงานจากชนิดของงาน (Type of work) + พลังงาน Basal metabolism

ตัวอย่าง คนงานเจาะถนนด้วยเครื่องเจาะทั้งวัน วัดอุณหภูมิ NWB , GB และ DB เท่ากับ 32 , 36 และ 34 C° ตามลำดับ
ถามว่าคนงานสัมผัสความร้อนเกินมาตรฐานหรือไม่

วิธีทำ คำนวณ WBGT (นอกอาคาร)

$$= 0.7(32)+0.2(36)+0.1(34)$$

$$= 33 \text{ C}^\circ$$

กำหนด Workload

$$= 636 \text{ กิโลแคลอรี/ชั่วโมง}$$

$$= \text{งานหนัก (ตามที่กฎหมายกำหนด)}$$

สรุป คนงานคนนี้สัมผัสความร้อนเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด

ตัวอย่าง คนงานเจาะถนนทั้งวันใช้พลังงานเท่าใด

จากสูตร Workload = พลังงานจากท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Body position and movement)
+ พลังงานจากชนิดของงาน (Type of work) + พลังงาน Basal metabolism

พลังงานจากท่าทางและการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ยืน (ใช้พลังงาน 0.6 กิโลแคลอรี/นาที)

$$\text{ดังนั้นทั้งวัน (8 ชั่วโมง) ใช้พลังงานไป } 0.6 \times 60 \times 8 = 288 \text{ กิโลแคลอรี}$$

พลังงานจากชนิดของงาน

ทำด้วยร่างกายทุกส่วน เป็นงานหนักมาก (ใช้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี/นาที)

$$\text{ดังนั้นทั้งวัน (8 ชั่วโมง) ใช้พลังงานไป } 9 \times 60 \times 8 = 4,300 \text{ กิโลแคลอรี}$$

พลังงาน Basal metabolism

เกิดขึ้น 1 กิโลแคลอรี/นาที

ดังนั้น ทั้งวัน(8 ชั่วโมง) ใช้พลังงานไป $1 \times 60 \times 8 = 480$ กิโลแคลอรี

สรุป ใช้พลังงานทั้งวัน $288 + 4300 + 480 + 5,088$ กิโลแคลอรี

สังเกต ตามกฎหมายและมาตรฐานอื่นๆ เมื่อจะประเมินการสัมผัสความร้อนจะเกิด Workload คือ พลังงานที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง ดังนั้นในกรณีนี้คนงานจะถนนจึงใช้พลังงานไป $5,088 \text{ หาร } 8 = 636$ กิโลแคลอรี/ ชั่วโมง

การประเมินการสัมผัสเสียงดัง (Sound pressure level)

$$\text{SPL} = L_p = 20 \log_{10} (P/P_0)$$

L_p = ระดับความดังเสียง (เดซิเบล)

P = ความดังเสียง

P_{ref} = ความดังเสียงอ้างอิง (2×10^{-5} นิวตัน/ตารางเมตร)

ส่วนประกอบของเครื่องวัดเสียง

- ไมโครโฟน (Omnidirectional Microphone)
- ภาคปรีแอมป์รีไฟเออร์ (Preamplifier)
- เวกติงเน็ตเวิร์ค (Weighting Networks)
- ภาคขยายสัญญาณเสียง (Amplifier)
- มิเตอร์ (Meter)

อุปกรณ์ประกอบการตรวจวัดเสียง

- อุปกรณ์ปรับความถูกต้อง (Calibrator)
- ฟองน้ำกันลม (Wind screen)
- ขาตั้ง (Tripod)

เทคนิคการตรวจวัดเสียง

- ตำแหน่งที่จะทำการตรวจวัด
- ติดตั้งเครื่องวัดเสียงให้ระดับไมโครโฟนอยู่ที่ระดับหู
- ไม่ควรมีสิ่งใดอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและไมโครโฟน
- ตั้งเครื่องวัดเสียงให้อ่าน SCALE A และเป็นค่าอ่านซ้ำ

กรณีสัมผัสเสียงดังคงที่

คำนวณหาระยะเวลาในที่ที่มีระดับเสียงดังนั้นๆ ได้จากสูตร

$$T = \frac{480}{2^{(L-90/5)}}$$

ถ้าระยะเวลาที่กำหนดมีค่ามากกว่าระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสจริง แสดงว่าผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยิน

ตัวอย่าง โรงงานแห่งหนึ่งวัดระดับเสียงในห้องทำงานห้องหนึ่งได้ 100 dB(A) คนงานจะอยู่ในห้องทำงานนั้นได้ไม่เกินกี่นาที

$$T = \frac{480}{2^{(L-90/5)}}$$

$$= \frac{480}{4}$$

$$= 120 \text{ นาที หรือ 2 ชั่วโมง}$$

กรณีที่ไม่อยู่ประจำที่สัมผัสเสียงดังต่างกัน

เสียงดังที่มีระดับความดังแตกต่างกัน ค่ามาตรฐานการสัมผัสเสียง เหล่านั้นจะคิดเป็นปริมาณเสียงที่สัมผัสซึ่งต้องน้อยกว่า ร้อยละ 100

สูตร $D = (C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_n/T_n) \times 100$

D = ปริมาณการสัมผัสเสียง %

C = ระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงในระดับหนึ่งๆ (ชั่วโมง)

T = ระยะเวลาที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถสัมผัสเสียงที่ระดับนั้นๆ (ชั่วโมง)

	C	T
ระดับเสียง (dBA)	ระยะเวลาที่สัมผัส	มาตรฐาน OSHA
100	2	2
95	1	4
92	3	6
90	2	8

$$D = 2/2 + 1/4 + 3/6 + 2/8$$

$$= 1+0.25+0.5+0.25$$

$$= 2.0$$

$$= 200\%$$

การคำนวณหาระยะเวลาที่สัมผัสเสียงเฉลี่ยในเวลา 8 ชั่วโมง (TWA)

$$TWA = C + 16.61 \log (D/100)$$

เมื่อ TWA = ปริมาณการสัมผัสเสียงเฉลี่ยในเวลา 8 ชั่วโมง

$$C = TLV = 90 \text{ dBA ในเวลา 8 ชั่วโมง}$$

D = ปริมาณการสัมผัสเสียงสะสมเป็นเปอร์เซ็นต์

$$TWA = 16.61 \log (200/100)+90$$

$$= (16.61 \times 0.30103)+90$$

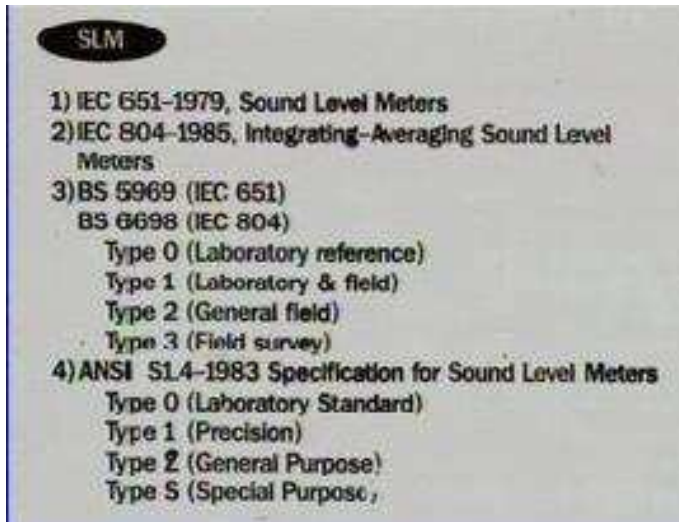
$$= 95.000108 \text{ dBA}$$

การตรวจวัดเสียง

1. การวัดเสียงที่แหล่งกำเนิด

- การสำรวจเสียงขึ้นต้น
- การวัดเสียงในสถานที่ทำงาน
- การวัดเสียงในตำแหน่งที่คนทำงาน

2. การวัดเสียงติดที่ตัวบุคคล



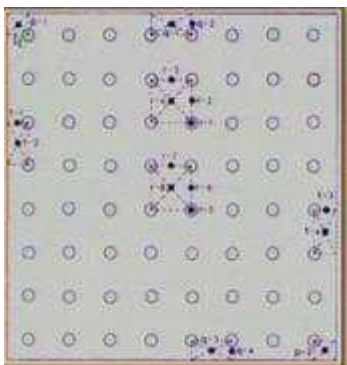
มาตรฐานเครื่องวัดเสียง

การตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง

เทคนิคการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง

1. การวัดแบบจุด (Spot measurement)
2. การวัดแสงเฉลี่ยแบบพื้นที่ (Area measurement)
 - แบบแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2x2 ตารางเมตร
 - แบบการวัดตามลักษณะการติดตั้งหลอดไฟ มีอยู่ 6 แบบ

2.1 หลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนแถวมากกว่า 2 แถว



แสดงการติดตั้งโคมไฟระยะห่างและระหว่างแถวเท่ากัน

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{(R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P)}{NM}$$

NM

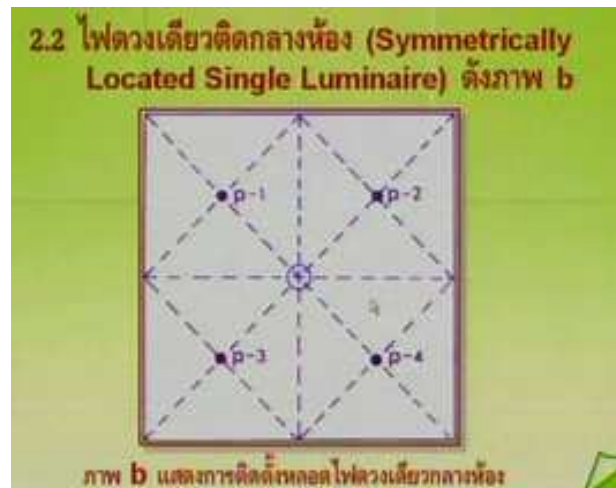
N = จำนวนหลอดไฟต่อแถว

M = จำนวนแถว

O หลอดไฟดวงไฟ

ขั้นตอนในการตรวจวัดคือ

1. อ่านค่า r ทั้ง 8 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า R
2. อ่านค่า q ทั้ง 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า Q
3. อ่านค่า t ทั้ง 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า T
4. อ่านค่า p ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า P
5. แทนค่า R,Q,T,P,N และ M ตามสูตร จะได้ค่าแสงเฉลี่ย



ทำการวัดที่จุด (p-1, p-2, p-3 และ p-4) แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{(p_1+p_2+p_3+p_4)}{4}$$

○ = หลอดไฟ/ดวงไฟ

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ อ่านค่า p ทั้ง 4 จุด แทนค่าตามสูตร จะได้ค่าแสงเฉลี่ย

2.3 หลอดไฟติดตั้งแถวเดียวกลางห้อง (Single Row of Individual Luminaires) ดังภาพ c

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[Q(N-1)+P]}{N}$$

□ = หลอดไฟ/ดวงไฟ

ภาพ C แสดงการติดตั้งหลอดไฟที่มีระยะห่างระหว่างหลอดไฟเท่ากัน

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

1. อ่านค่า q ทั้งหมด 8 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า Q
2. อ่านค่า p ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า P
3. แทนค่า Q,P, และ N ตามสูตรจะได้ค่าแสงเฉลี่ย

2.4 หลอดไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องมากกว่าหรือเท่ากับ 2 แถว

(Two or More Continuous Rows of Luminaires) ดังภาพ d

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[RN(M-1)+QN+T(M-1)+P]}{M(N+1)} \quad N = \text{จำนวนหลอดไฟต่อแถว}$$

$M = \text{จำนวนแถว}$



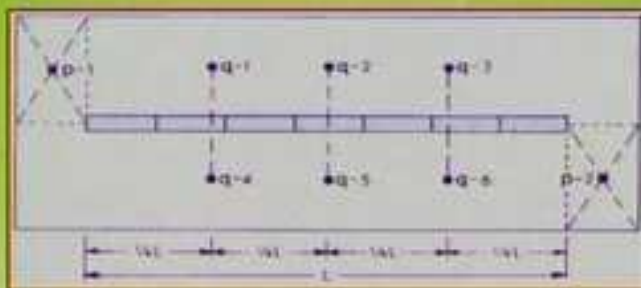
ภาพ d แสดงการติดตั้งหลอดไฟแบบต่อเนื่องที่มีมากกว่าหรือเท่ากับ 2 แถว

2.5 หลอดไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องแถวเดียว

(Single Row of Continuous Luminaires) ดังภาพ e

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[QN + P]}{N+1} \quad N = \text{จำนวนหลอดไฟ}$$

ภาพ e แสดงการติดตั้งหลอดไฟแบบต่อเนื่องแถวเดียว



ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

1. อ่านค่า q ทั้งหมด 6 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า Q
2. อ่านค่า p ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า P
3. แทนค่า Q,P, และ N ตามสูตรจะได้ค่าแสงเฉลี่ย

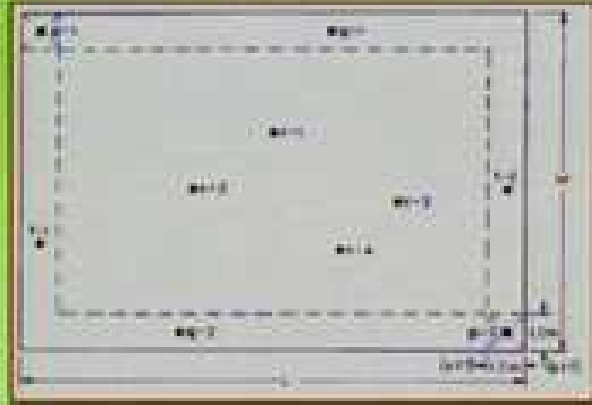
2.5 หลอดไฟกระจายบนเพดาน

(Luminous or Louver all Ceiling) ดังภาพ f

$$\text{แสงเฉลี่ย} = \frac{[R(L-S)(W-S)+8Q(L-S)+8T(W-S)+64P]}{WL}$$

W = ความกว้างของห้อง

L = ความยาวของห้อง



ภาพ f แสดงการติดตั้งหลอดไฟกระจายบนเพดาน

ที่มา VCD เอกสารการสอนชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรม การประเมิน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช