

Stichting Work-Study en de Work-Factor Raad willen een platform bieden aan Work-Factor gebruikers, arbeidsanalisten, cost engineers en industrial engineers om problemen, oplossingen, ideeën en tips te bespreken. Daartoe zullen we regelmatig een WS Tip sturen aan “WF-leden” en geïnteresseerden.

Mocht dit bericht niet op het juiste adres aankomen stuur het dan door naar geïnteresseerden en laat ons dat weten, svp.

METEN VAN HET ENERGIEVERBRUIK BIJ EEN GEGEVEN AANTAL WERKNEMERS

K. GHESQUIERE

Deel 1

Dank aan Dr. Raf Masschelein, Dr. Rik Veulemans en medewerkers van de School voor Maatschappelijke Gezondheidszorg van de K.U. Leuven voor hun bereidwillige medewerking aan dit werk. Dank aan Dr. Ivo Borgers en medewerkers van Medi-Leuven waar ik van een degelijke stageperiode kon genieten.

Inleiding

De laatste jaren werden veelvuldige pogingen ondernomen om de tot nu toe subjectieve beoordeling van de arbeidsbelasting door objectieve maatstaven te vervangen. De arbeidsfysiologie heeft hiervoor een meting ontwikkeld: het meten van het calorieverbruik bij de arbeid, als objectieve maatstaf voor de arbeidsbelasting.

De studie van de energetische belasting is nuttig en aanvullend bij de studie van de arbeidsomgeving.

In deze studie meten we het energieverbruik van 22 personen in een helio-rotatiepers-afdeling van een drukkerij. Deze 22 personen oefenen er volgende functies uit:

meestergast :	2
eerste drukker :	4
tweede drukker :	5
helper:	8
kelderman :	5
Totaal	24

Opm. : 2 personen hebben tijdens de studie 2 verschillende functies uitgeoefend.

Eerst zal het energieverbruik individueel worden berekend, daarna per functie en tenslotte berekenen we het totale gemiddelde energieverbruik van alle werknemers.

Het is immers gebleken dat de betreffende werknemers veelvuldig elkaanders werk overnemen en zo is een berekening van het totale gemiddelde energieverbruik zeker te verantwoorden.

Om het energieverbruik van de arbeidstaken te berekenen, zullen we de arbeidstaak in wel omschreven deelhandelingen verdelen. Van elke deelhandeling berekenen we of zoeken we het energieverbruik op en we berekenen ook hoeveel van de totale arbeidstaak een bepaalde deelhandeling voorstelt. Als we tenslotte deze beide combineren kennen we het gemiddelde energieverbruik van iedere werknemer.

Volgende punten moeten dus nu besproken worden

1. verdelen van de arbeidstaak in welomschreven deelhandelingen
2. hoeveel % van de tijd bedraagt iedere deelhandeling van de totale arbeidstaak van een bepaalde werknemer
3. berekenen of opzoeken van het energieverbruik van iedere deelhandeling
4. wat is tenslotte het gemiddelde energieverbruik van iedere werknemer afzonderlijk, van iedere functie; wat is het totale gemiddelde energieverbruik?

I. Verdelen van de arbeidstaak in welomschreven deelhandelingen

Door voldoende en langdurige observatie vormen we ons een beeld over de arbeidstaak van de verschillende werknemers. Deze arbeidstaak delen we in in deelhandelingen. Hierbij betrekken we alle verschillende handelingen welke de werknemers uitvoeren, zonder hierbij te veel in detail te treden, zodat het geheel nog overzichtelijk blijft. We leggen de handeling dus uit in basiselementen van lichamelijke activiteiten. Hierbij mogen we ook de intensiteit van de handeling niet vergeten. (Men had ook voor een Work-Factor systeem kunnen kiezen)

We typeren de handeling volgens lichaamshouding in combinatie met de grootte van de spieractie. In de gegeven situatie kunnen we ons beperken tot de volgende basis- houdingen: zitten, staan en gaan.

Deze 3 basishoudingen verdelen we verder volgens hun intensiteit in:

onbelast	:	basishouding zonder meer
hand	:	basishouding waarbij praktisch uitsluitend handbeweging
arm	:	basishouding waarbij praktisch uitsluitend armbeweging
lichaam	:	basishouding waarbij meerdere spiergroepen bewegen.

Hierbij vermelden we nog ten derde of de persoon belast is en, zo ja, met hoeveel kg.

Buiten deze 3 basishoudingen kwamen nog volgende handelingen aan bod: stijgen en dalen van ladder van 90°, stijgen en dalen van trap van 45°, duwen en trekken van last met variabele duw- en trekkracht, snijden van papierrollen, afvijlen van drijfriem met vijl, het vastschroeven van schroeven in staande houding met beweging van meerdere spiergroepen.

Tenslotte komen we tot de volgende indeling: zie hiervoor WS TIP 070, plus

- trap: op en neer
- ladder: op en neer
- duwen van last y (duw y)
- trekken van last z (trek z)
- snijden van papierrollen
- schaven van drijfriem met vijl
- vastschroeven van schroeven + S/L

II. Hoeveel van de totale arbeidsduur bedraagt iedere deelhandeling?

Verschiedende methodes kunnen hiervoor uitgedacht worden. We moeten echter realistisch zijn en in een minimum *van* tijd een zo groot mogelijk pakket aan informatie bekomen.

Twee methodes worden in deze studie uitgewerkt, zodat we deze dan achteraf kunnen vergelijken.

1. De multi-moment opname methode
2. De 5-minuten-observatie methode

III. Het berekenen en opzoeken van het energieverbruik van iedere deelhandeling

Het berekenen van het energieverbruik van een bepaalde handeling behoort tot het domein van de calorimetrie.

A. Directe calorimetrie

De energie die het lichaam verbruikt, wordt in warmte omgezet onafhankelijk van het uiteindelijk doel van dit energieverbruik: ademhaling, hart, longen, uitwendige bewegingen, chemische processen, etc. De meting van de warmteoutput van het lichaam is dus een maat voor het energieverbruik. Om dit te meten wordt een proefpersoon in een afgesloten ruimte gestopt, waarin nauwkeurig de temperatuursverschillen gemeten worden. Dit brengt veel problemen met zich mee, zodat nu op de indirecte calorimetrie wordt overgestapt.

B. Indirecte calorimetrie

Energie wordt door het lichaam vrijgegeven door middel van oxidatieprocessen. Deze zijn afhankelijk van de O₂-toevoer van uit de ingeademde lucht. Zo is de O₂-opname door het lichaam een maat voor het energieverbruik. Doorheen een masker ademt een proefpersoon in een spirometer, waarin door middel van kleppen de in- en expiratielucht gescheiden wordt. We meten de O₂-concentratie in de in- en expiratielucht en kennen zo de O₂-opname door het lichaam.

Als we nu weten dat de verbranding van 1 L O₂ 4,92 kcal. vergt, dan geldt volgende formule (van Dr. Weir)

$$E = 4,92 V * (20,93 - O_2^e) / 100 = 4,92 V O_2 \text{ , waarin}$$

E = energieverbruik in kcal/min

V = volume uitgeademde lucht in L/min

20,93 = O₂-conc van de ingeademde lucht, uitgedrukt in %

O₂^e = O₂-conc in de uitgeademde lucht, uitgedrukt in %

De proefpersonen voeren nu verschillende handelingen uit, terwijl hun O₂-opname gemeten wordt. Deze wordt dan in kcal omgezet. Als we nu hiervan de kcal, nodig voor het basaal metabolisme, aftrekken, dan bekomen we zuivere arbeidscalorieën.

Deze vinden we voor vele handelingen terug in de literatuur, in tabelvorm.

1. Berekenen van het energieverbruik van de basishoudingen met hun intensiteitverschillen en hun bijkomende last.

Het energieverbruik voor de door ons gebruikte basishoudingen vinden we terug bij H. van der Sluys en J.M. Dirken (11). Zie hiervoor de tabel in WS 070.

Deze waarden zijn uitgedrukt in kcal/kg/min en zijn zuivere arbeidscalorieën. Wanneer bij deze basishoudingen met hun intensiteitverschillen een last bijkomt, geven voorgenoemde auteurs hiervoor volgende formule om het energieverbruik aan te passen:

$$E/\text{min} = m \times (W + L) \times S \text{ , waarin}$$

E = energieverbruik in kcal

m = energieverbruik van de basishouding, zoals vermeld in de tabel in kcal/kg/min

W = lichaamsgewicht

L = last

S = tempo van de activiteit in verhouding tot het normale tempo; bij normaal tempo is dit 1

Met deze gegevens kunnen we van iedere persoon berekenen hoeveel het energieverbruik zal zijn van de drie basishoudingen met hun intensiteitverschillen en lasten.

Het onderwerp van vorige WS Tips staat op de WF Website onder: WF en Management/Praktisch - Algemeen/WS Tips.

Voor reacties naar

G. de Vrij

Secr.: Stichting Work-Study / WORK-FACTOR Raad / WFGD

Tel: +31.40.2046048

Fax: +31.40.2010432

E-mail: work-study@onsmail.nl of info@work-factor.nl

Website: www.work-factor.nl