

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.

### Bepaling van de toeslagfactor voor R&PV m.b.v. Energieverbruik en Work-Factor

#### Deel 3

A.d.h.v. een aantal voorbeelden berekenen we de benodigde energie voor een bepaalde arbeid c.q. werk dat uitgevoerd met tempo 80 Bdx.

Voorbeeld 4.1: zware arbeid

Een man van 70 kg loopt 2 passen, neemt een voorwerp van 18 kg van/uit een conveyerhaak, draait 180° en loopt 6 passen naar een contro lemal en monteert het voorwerp daarin en laat los.

	Analyse	RU	Basishouding	m	1 of 2 handig
Lopen	12+8x2	28	G/O	0,0361 x 0,028 x 1 =	1010,8 x 10 <sup>-6</sup>
Reiken naar voorwerp	R A – 1	3	S/A	0,0154 x 0,003 x 2 =	92,4 x 10 <sup>-6</sup>
Grijpen	Gr 1x2	4	S/H	0,0089 x 0,004 x 2 =	71,2 x 10 <sup>-6</sup>
Demonderen	Dsy B – 4	8	S/A	0,0154 x 0,008 x 2 =	246,4 x 10 <sup>-6</sup>
Lopen	22+10x6	82	G/A	0,0543 x 0,082 x 2 =	8905,2 x 10 <sup>-6</sup>
Verplaatsen	M B – 6	10	S/A	0,0154 x 0,010 x 2 =	308,0 x 10 <sup>-6</sup>
Monteren	Asy 10/-4	14	S/H	0,0089 x 0,014 x 2 =	249,2 x 10 <sup>-6</sup>
	T, (M B-0 -/- M A-0), W				
Loslaten	RI 1	2	S/H	0,0089 x 0,002 x 2 =	35,6 x 10 <sup>-6</sup>
Totaal		151			10.670 x 10 <sup>-6</sup>

$$m = 10670 \times 10^{-6} / 151 \times 10^{-3} = 70,7 \times 10^{-3}$$

$$E = 0,0707 (70 + 18) \times 80/60 = 8,29 \text{ Kcal/min}; > 4,0, \text{ dus rust.}$$

$$R = (8,29 / 4,0 - 1) \times 100\% = 107\%$$

Bijv. Na elke 26 cycli/voorwerpen (is 3,7 minuut, T80 Bdx) wordt 4,0 minuut rust voorgeschreven.

Voorbeeld 4.2: Zou deze man, na het loslaten van het voorwerp, staande controleren en meten gedurende 0,3 minuten en gebruikt hij daarbij de handen en armen voor elk de helft van de tijd, dan

$$S/H \quad 0,150 \times 0,0089 = 1335 \times 10^{-6}$$

$$S/A \quad 0,150 \times 0,0154 = 2310 \times 10^{-6}$$

$$\text{Totaal} \quad 3645 \times 10^{-6}$$

De totaal tijd is (0,151 + 0,150 + 0,150) = 0,451 minuut en

totaal energieverbruik is (10670 + 3645) x 10<sup>-6</sup> = 14315 x 10<sup>-6</sup> Kcal/kg.

$$m = 14315 \times 10^{-6} / 451 \times 10^{-3} = 31,7 \times 10^{-3}$$

$$E = 0,0317 (70 + 18) \times 80/60 = 3,72 \text{ Kcal/min}; < 4,0, \text{ dus geen rust.}$$

Voorbeeld 4.3: Werkt de man tijdens het controleren en meten gelijktijdig met beide handen of beide armen, dan wordt

$$m = (14315 + 3645) \times 10^{-6} / 451 \times 10^{-3} = 39,8 \times 10^{-3}$$

$$E = 0,0398 (70 + 18) \times 80/60 = 4,67 \text{ Kcal/min}; > 4,0, \text{ dus rust.}$$

$$R = (4,67 / 4,0 - 1) \times 100\% = 17\%$$

De toeslag van 6% voor persoonlijke verzorging blijft natuurlijk ook steeds bestaan. Dit is bijvoorbeeld 14 minuten 's ochtends en 14 minuten 's middags gedurende een werktijd van 8 uur. De lunchpauze van bijv. 30 minuten wordt hier niet tot de werktijd gerekend.

Omdat iedereen gedurende de dag wel eens voor korte tijd wat zwaarder werk doet, bijv. tijdens het a-cyclische werk onderdelen of producten wisselen en/of aanvullen, geldt een minimum toeslag voor rust van 4%.

Waarmee de totale minimum toeslag voor R&PV komt op 10% voor een 8-urige werkdag en 100% manueel werk.

Dat de eenvoudige formules voor E en R niet goed opgaan voor het hanteren van zwaardere gewichten blijkt wel uit voorbeeld 4, maar dan verricht door een lichte man van amper 50 kilo en een tempo van amper 50 Bdx. Die zou net op de grens van 4,0 Kcal/min blijven hangen en geen rust krijgen.

Voor lopen met gewichten zijn de gegevens van Givoni en Goldman beter geschikt.

Voorbeeld 5

Een man van 70 kg draait zich om en loopt 6 m naar een rek en haalt een doos met gewicht van 10 kg achter uit het rek, loopt 6 m en zet de doos op een stapel andere dozen, zonder rompbewegingen (om het eenvoudig te houden). Tempo 60 Bdx.

RH	Analyse	RU	b.h.	m	m	b.h.	RU	Analyse	..	LH
Draai om en 6m lopen	22+8.4/3.6	86	G/O	36,1						
Reiken naar doos	R+Gr C - 1	7	S/A	15,4	15,4	S/A	7	R+Gr C - 1	..	
Doos uit rek	Dsy C - 4	13	S/A	15,4	15,4	S/A	13	Dsy C - 4	..	
Armen strekken	M C - 3	11	S/A	15,4	15,4	A/A	11	M C - 3	..	
Lopen 6m	12+10.4/3.6	92	G/A	54,3						
Doos neerzetten	M C - 5	15	S/A	15,4	15,4	S/A	15	M C - 5	(netjes)	
Loslaten	RI 1	2	S/H	8,9	8,9	S/H	2	RI 1	..	
Totaal		226					226			

Berekening m:

$$G/O \quad 86 \times 36,1 \cdot 10^{-6} = 3,10 \cdot 10^{-3}$$

$$G/A \quad 92 \times 54,3 \cdot 10^{-6} = 5,00 \cdot 10^{-3}$$

$$S/A \quad 92 \times 15,4 \cdot 10^{-6} = 1,42 \cdot 10^{-3}$$

$$S/H \quad 4 \times 8,9 \cdot 10^{-6} = 0,04 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Totaal voor 1 cyclus} \quad 9,56 \cdot 10^{-3}$$

$$m = 9,56 \times 10^{-3} / 226 \times 10^{-3} = 42,3 \times 10^{-3}$$

$$E = 0,0423 (70 + 10) \times 60/60 = 3,38 \text{ Kcal/min}; < 4,0, \text{ dus geen (extra) rust, T 60 Bdx!}$$

$$E = 0,0423 (70 + 10) \times 80/60 = 4,51 \text{ Kcal/min}; > 4,0. \text{ dus wel (extra) rust, T 80 Bdx!}$$

$$R = (4,51 / 4,0 - 1) \times 100\% = 12,8\%.$$

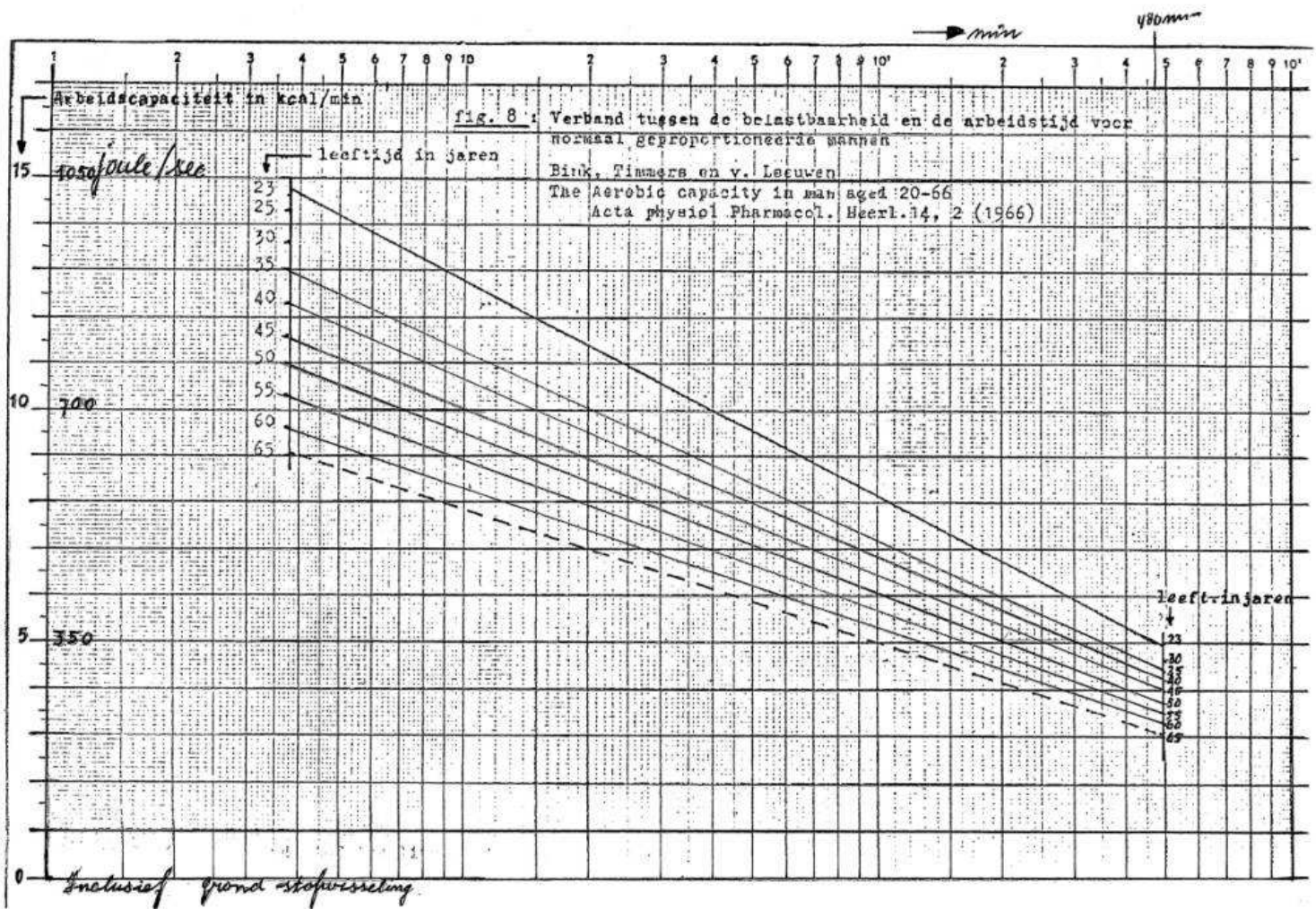
Ook bleek later dat de rust afhankelijk is van de gewerkte tijd: het is bij zware arbeid beter om meerdere keren een kleinere rustpauze te geven dan een enkele keer een grote pauze. Zie ook enkele films van Gilbreth over mannen die zware lasten dragen.

Een betere formule voor rust is dan,  $R = 1,9 T^{0,145} \times (EV_{\text{eff}} / EV_{\text{grens}} - 1)^{1,4} \times 100\%$ , T is arbeidstijd in minuten en EV = energieverbruik. Voor voorbeeld 4.1 wordt de rust R = 159%.

Ook bleek uit proeven dat rust afhankelijk is van de leeftijd van de werker.

Op een dergelijke manier zijn vele werkplekken geanalyseerd en geclassificeerd in een aantal categorieën met verschillende zwaarte en zijn uitgebreidere formules toegepast. Tevens zijn de arbeidsomstandigheden en mentale aspecten daarbij betrokken. Op die manier zijn de bekende Philips tabellen voor de bepaling van de toeslag voor R&PV ontstaan.

Het blijkt dat in verreweg het merendeel van de werkplekken in België en Nederland ten tijde van het onderzoek, de uitvoerders minder dan 4,0 c.q. 3,2 Kcal per minuut arbeidsenergie verbruiken gedurende de werkdag of de dienst. Dat betekent dat in de meeste gevallen een TF van 10% volstaat en alleen in bijzondere gevallen een extra variabele toeslag nodig is.



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](mailto:work-study@onsmail.nl) of [info@work-factor.nl](mailto:info@work-factor.nl)

Website: [www.work-factor.nl](http://www.work-factor.nl)