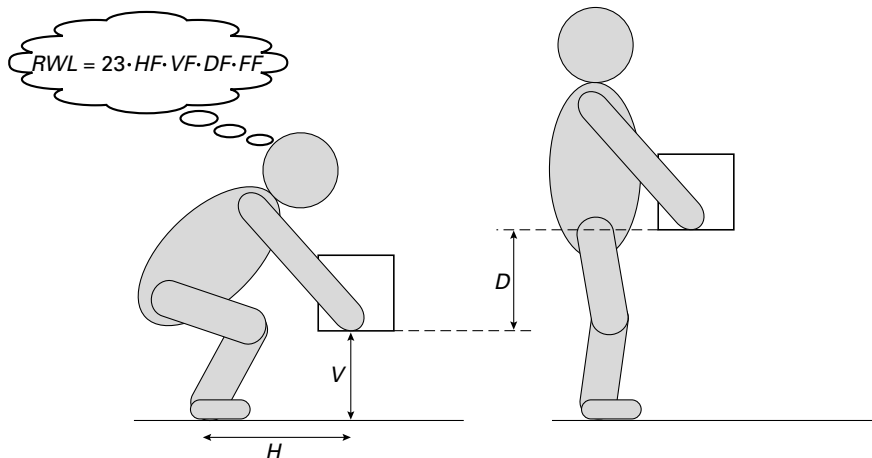


Opgave 4 Tillen

Veel rugklachten worden veroorzaakt door het (verkeerd) tillen van zware voorwerpen. Het Amerikaanse National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) heeft een methode ontwikkeld om voor iedere tilsituatie het aanbevolen maximale tilgewicht RWL (Recommended Weight Limit) te bepalen. In figuur 5 is zo'n tilsituatie afgebeeld.

figuur 5



In deze figuur is H de horizontale afstand in cm van de handen tot de enkels bij het begin van het tillen, V de verticale afstand in cm van het voorwerp tot de vloer bij het begin van het tillen en D de verticale afstand in cm waarover het voorwerp moet worden getild. Verder hangt de tilsituatie af van de *tilfrequentie* F . Dit is het aantal keren per minuut dat een voorwerp wordt getild.

De RWL (in kg) wordt berekend door 23 kg te vermenigvuldigen met een aantal reductiefactoren die afhangen van de afstanden H , V en D en van de tilfrequentie F . In een formule:

$$RWL = 23 \cdot HF \cdot VF \cdot DF \cdot FF$$

Hierin zijn HF , VF , DF en FF de reductiefactoren.

De reductiefactor VF hangt af van de afstand V volgens de onderstaande formule:

$$VF = \begin{cases} 1 + 0,003 \cdot (V - 75) & \text{voor } 0 \leq V \leq 75 \\ 1 - 0,003 \cdot (V - 75) & \text{voor } 75 \leq V \leq 200 \end{cases}$$

- 3p 17 □ Welke waarde van V geeft de grootste waarde van VF ? Licht je antwoord toe.

Eindexamen wiskunde A vwo 2001-I

De reductiefactoren HF en DF hangen af van de afstanden H en D volgens de

$$\text{formules } HF = \frac{25}{H} \text{ en } DF = 0,82 + \frac{4,5}{D}.$$

De reductiefactoren HF , VF , DF en FF zijn allemaal kleiner dan of gelijk aan 1. Als H zo klein is dat HF volgens bovenstaande formule groter dan 1 zou zijn, wordt de formule voor HF niet gebruikt. In dat geval neemt men $HF = 1$.

Hetzelfde geldt voor DF : als D zo klein is dat DF volgens bovenstaande formule groter dan 1 zou zijn, wordt de formule voor DF niet gebruikt. In dat geval neemt men $DF = 1$.

- 3p **18** Bereken de kleinste waarde van D waarbij de formule voor DF nog te gebruiken is.

De reductiefactor FF hangt af van de tilfrequentie F . Voor het verband tussen F en FF heeft men geen formule opgesteld. In plaats daarvan maakt men gebruik van de waarden in tabel 1.

tabel 1

frequentie F (aantal keren per minuut)	$\leq 0,2$	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FF	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,84	0,80	0,75	0,70	0,60	0,52	0,45	0,41	0,37

Volgens de NIOSH-methode wordt een tilsituatie *veilig* genoemd als het gewicht (in kg) van het te tillen voorwerp niet groter is dan de RWL .

Een werknemer moet een aantal keren per minuut een krat van een lopende band in een spoelmachine tillen. Er geldt $H = 40$ cm, $V = 60$ cm en $D = 30$ cm. De kratten wegen 11 kg.

- 6p **19** Bereken de maximale tilfrequentie waarbij dit volgens de NIOSH-methode nog een veilige tilsituatie is.

Een andere werknemer, die op de grond staat, moet dozen van een laadklep op een lopende band zetten met een frequentie van 1 doos per 5 minuten. Er geldt $H = 25$ cm. De hoogte van de laadklep kan ingesteld worden tussen 75 cm en 165 cm. De lopende band bevindt zich op een hoogte van 190 cm.

- 4p **20** Toon aan dat in deze situatie met de laadklep geldt: $VF = 0,003D + 0,655$.

De formule voor de RWL is nu te herleiden tot

$$RWL = 0,0566D + \frac{67,7925}{D} + 12,6638$$

Het ligt voor de hand te denken dat in deze situatie de RWL kleiner is naarmate de laadklep lager staat, dus naarmate D groter is. Toch blijkt dat volgens de formule niet zo te zijn.

- 5p **21** Stel de afgeleide van RWL op en bereken daarmee voor welke waarde van D de RWL minimaal is.