

Opgave 1 ‘Indoor Skydive’

Lees onderstaand artikel.

Iedereen kan vliegen!

Bij Roosendaal bevindt zich ‘Indoor Skydive’. In deze attractie ervaar je het gevoel van een ‘vrije val’, zonder uit een vliegtuig te springen. Je zweeft in een windtunnel in een verticale luchtstroom die een snelheid van maximaal 240 km h^{-1} kan hebben. Door je armen en benen in een iets andere positie te brengen, kun je je in de tunnel omhoog of omlaag bewegen.



De snelheid van 240 km h^{-1} komt overeen met de snelheid die je bereikt als je vanaf een bepaalde hoogte valt, met verwaarlozing van de luchtweerstand.

3p 1 Bereken die hoogte.

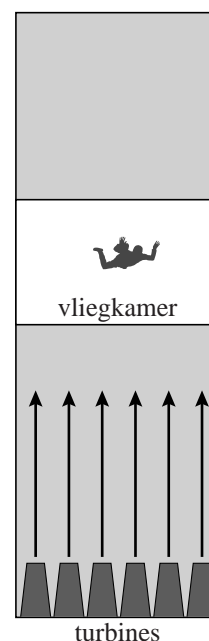
In figuur 1 staat de cilindrische toren van Indoor Skydive schematisch weergegeven. Onder in de toren bevinden zich de turbines. Dit zijn ventilatoren die de lucht omhoog blazen.

In tabel 1 staan een aantal gegevens van Indoor Skydive.

tabel 1

tunnelhoogte	23,5 m
doorsnede vliegkamer	$14,6 \text{ m}^2$
maximale lichtsnelheid	240 km h^{-1}
maximale luchtstroom	$3,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
spanning over elke turbine	400 V
maximaal elektrisch vermogen van één turbine	0,50 MW
aantal turbines	12

figuur 1



- 2p 2 Toon aan dat de lichtsnelheid 240 km h^{-1} bedraagt als er sprake is van de maximale luchtstroom.

De gebruikte spanning is hoger dan de normale netspanning.

- 2p 3 Leg uit wat in deze situatie een groot voordeel is van deze hogere spanning.

Eén kWh elektrische energie kost €0,20.

- 3p 4 Bereken de elektriciteitskosten van de turbines voor één minuut zweven op maximaal vermogen.

De luchtstroom op de skydiver veroorzaakt een luchtweerstandskracht. Voor de luchtweerstandskracht geldt de formule:

$$F_w = \frac{1}{2} C_w \rho A v^2$$

Hierin is:

- F_w de luchtweerstandskracht (in N),
- C_w de luchtweerstandscoefficiënt,
- ρ de dichtheid van lucht (in kg m^{-3}),
- A de frontale (loodrecht op de luchtstroom) oppervlakte (in m^2),
- v de lichtsnelheid (in ms^{-1}).

Een skydiver (massa 70 kg) houdt zijn lichaam zoveel mogelijk in de stand zoals schematisch weergegeven in figuur 2.

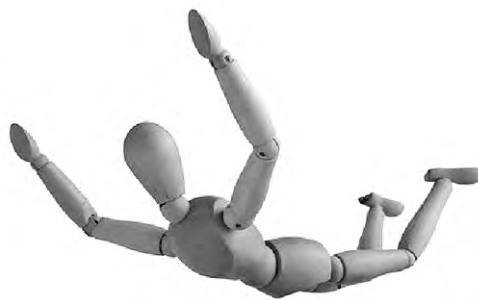
Hij maakt van zijn lichaam een soort kommetje.

In dat geval geldt: $C_w = 0,50$.

Een technicus van Indoor Skydive stelt de lichtsnelheid zó in dat de skydiver stil hangt.

- 4p 5 Bereken die lichtsnelheid. Maak daarvoor een schatting van de frontale oppervlakte van de skydiver.

figuur 2



Om in de vliegekamer te manoeuvreren kan de skydiver zijn armen en benen in een andere stand brengen.

Op een bepaald moment strekt de skydiver zijn benen uit, zoals weergegeven in figuur 3.

- 2p 6 Leg uit of de skydiver dan omhoog of omlaag zal bewegen.

figuur 3

