

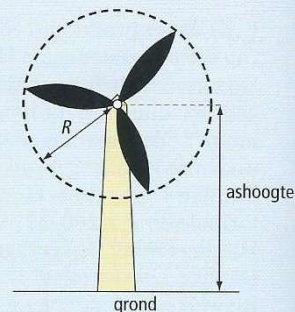
Uitdagende opdrachten

- U-1** Wind kan worden gebruikt om energie op te wekken. De hoeveelheid energie per seconde heet het vermogen. Het vermogen van de wind die langs een windmolen stroomt hangt af van de oppervlakte van de cirkel die de wieken beschrijven en de windsnelheid. Hiervoor geldt de formule

$$P_{\text{wind}} = 0,613 \cdot A \cdot v^3.$$

Hierin is P_{wind} het vermogen van de wind in Watt, A de oppervlakte in m^2 en v de windsnelheid in m/s .

- Laat met een berekening zien dat bij een windsnelheid van 6 m/s de wind door een molen met wieken van 31 meter een vermogen heeft van ongeveer 400 kW .
- De molen kan niet alle energie uit de wind halen: dan zou de wind achter de molen stil moeten staan. Bereken met hoeveel procent het vermogen van de wind is afgenomen als de windsnelheid achter de molen 20% lager is dan voor de molen.
- De windsnelheid is niet op alle hoogten gelijk. Voor open terrein geldt een verband van de vorm $v = p \cdot h^q \cdot w$. Hierin is w de windsnelheid op 10 meter boven de grond en h de hoogte in meters. Bereken aan de hand van de gegevens in de tabel de waarden van p en q in twee decimalen.
- Schrijf de formule voor het vermogen van de wind in de vorm $P_{\text{wind}} = \dots \cdot R \cdot w \dots \cdot h \dots$.



De oppervlakte van een cirkel met straal $R \text{ (m)}$ is $3,14 \cdot R^2 \text{ (m}^2\text{)}$

$h \text{ in m}$	1	100
$\frac{v}{w}$	0,59	1,71

- U-2** Powerliffen is een sport waarbij de sporter een zo groot mogelijk gewicht probeert te tillen. Iemand met een groot lichaamsgewicht kan meestal meer tillen dan iemand met een klein lichaamsgewicht. Om de prestaties van sporters te kunnen vergelijken, wordt er gecorrigeerd voor het lichaamsgewicht. Hiervoor bestaan diverse modellen.

In de formule $P = \frac{G}{12 \cdot L^{0,667}}$ is P een maat voor de prestatie,

G het getilde gewicht in kg en L het lichaamsgewicht in kg .

- Beredeneer vanuit de formule dat bij hetzelfde getilde gewicht de prestatie afneemt als het lichaamsgewicht toeneemt.
- Powerlifter A is 10% zwaarder dan powerlifter B. Bereken hoeveel procent A meer moet tillen dan B om dezelfde prestatie te leveren.
- Een andere manier om te corrigeren voor lichaamsgewicht is de formule van Siff die hiernaast staat weergegeven. Beredeneer dat ook voor de formule van Siff geldt dat een zwaardere sporter meer moet tillen voor dezelfde prestatie. (Ontleend aan *CE vwo wiskunde A 2010, tijdvak 2*)

$$P_{\text{Siff}} = \frac{G}{408,15 - \frac{11047}{L^{0,9371}}}$$

Gevoelstemperatuur

Als het waait, voelt het veel kouder aan dan de thermometer aangeeft. Dit wordt *gevoelstemperatuur* genoemd.

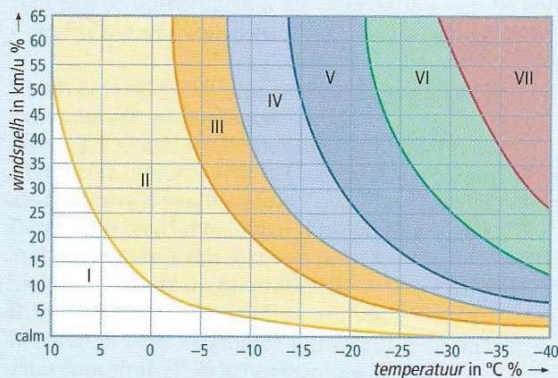
In onderstaande grafiek zijn punten met een gelijke gevoelstemperatuur verbonden door vloeiende lijnen.

Langs de horizontale as staat de temperatuur in graden Celsius en langs de verticale as de windsnelheid in km per uur.

Zo kun je aflezen dat bij een temperatuur van -25°C en een windsnelheid van 30 km per uur, waarschuwniveau V van toepassing is.

Terwijl bij een temperatuur van -25°C en een windsnelheid van 5 km per uur waarschuwniveau II geldt.

De grafiek wordt gebruikt door het leger op Goose Bay Air Base in Canada voor werk-kledingadviezen.



De waarschuwniveaus zijn:

Aangenaam, gewone kleding.
Werken en reizen onaangenaam, dikke kleding.
Werken en reizen gevaarlijk. Zware kleding.
Onbeschermde huid loopt gevaar te bevriezen bij langere blootstelling. Extra zware kleding.
Onbeschermde huid bevriest direct. Meerdere lagen beschermende kleding verplicht.
Enzovoort.

Er zijn verschillende formules in omloop om de gevoelstemperatuur te berekenen.

Op basis van experimenten tijdens de derde poolexpeditie van Admiraal Byrd werd door de Amerikaanse onderzoekers Paul Siple en Charles Passel de volgende formule opgesteld:

$$G_{S\&P} = 33 + (T - 33)(0,474 + 0,454\sqrt{W} - 0,0454W)$$

In deze formule is T de temperatuur in $^{\circ}\text{C}$ op 1,50 meter hoogte en W is de windsnelheid in m/s op 10 meter hoogte.

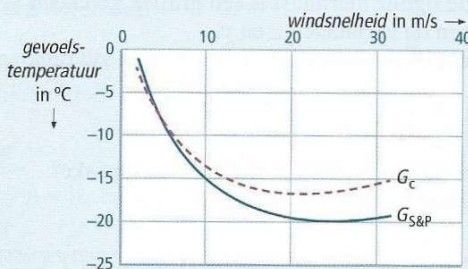
In 1948 stelde de meteoroloog Arnold

Court een aangepaste formule op:

$$G_C = 33 + (T - 33) \cdot (0,550 - 0,0454 \cdot W + 0,417 \cdot \sqrt{W})$$

Opdracht

De formules van Siple & Passel en Court verschillen van elkaar. In de grafieken hieronder is bij beide formules de gevoelstemperatuur getekend bij een constante temperatuur van 0°C .



- Laat zien dat je bij 0°C de formule van Siple & Passel kunt schrijven als:
 $G_{S\&P} = 17,358 + 14,982\sqrt{W} - 1,4982W$.
- Geef de formule van Court voor $T = 0$.
- Bereken bij welke windsnelheid de formules voor $T = 0$ dezelfde gevoelstemperatuur geven.
- De grafiek van de formule van Court is voor windsnelheden boven 20 m/s stijgend. Leg uit waarom dat niet realistisch is.
- Bij welke temperatuur is de formule van Siple & Passel niet meer realistisch?

In april 2000 is de eerste 'Global International workshop on Windchill' georganiseerd, om te komen tot een internationale standaard voor de 'windchill equivalent temperature'.

Daarbij werd de formule opgesteld:

$$G_f = 13,12 + 0,6215 \cdot T - 13,96 \cdot w + 0,4867 \cdot T \cdot w$$

met $w = (3,6 \cdot W)^{0,16}$.