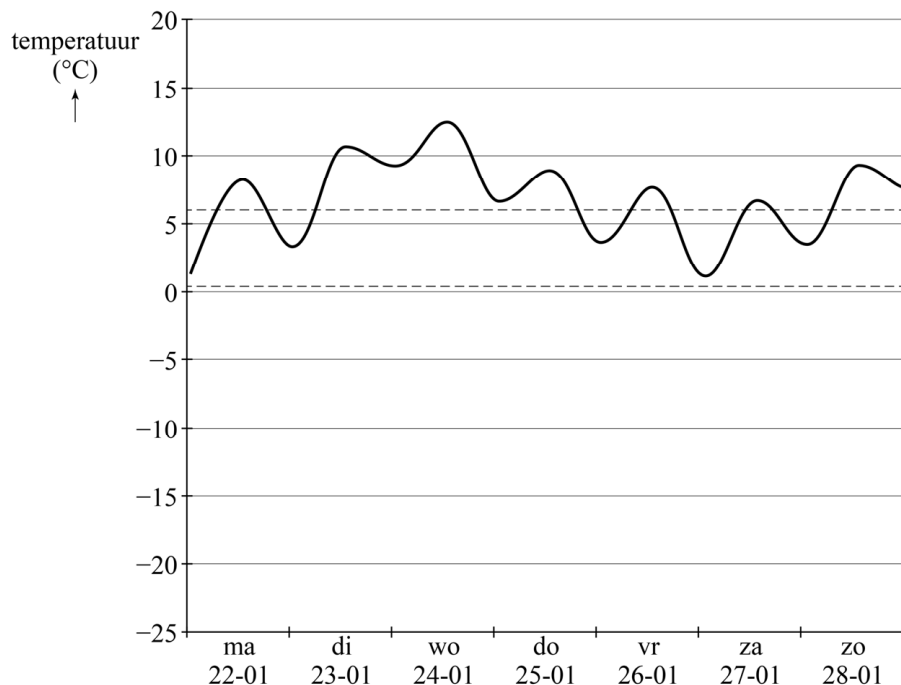


## Temperatuursverwachting

Tegenwoordig kun je op veel plaatsen de verwachte temperatuur vinden. Zo ook op de website van het KNMI. Het KNMI kan aan de hand van weerkaarten de temperatuur voor een aantal dagen voorspellen.

Op 21 januari 2018 heeft het KNMI een grafiek gemaakt van de verwachte temperatuur van 22 januari tot en met 5 februari van dat jaar. In figuur 1 zie je een stukje van deze grafiek. Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

**figuur 1**



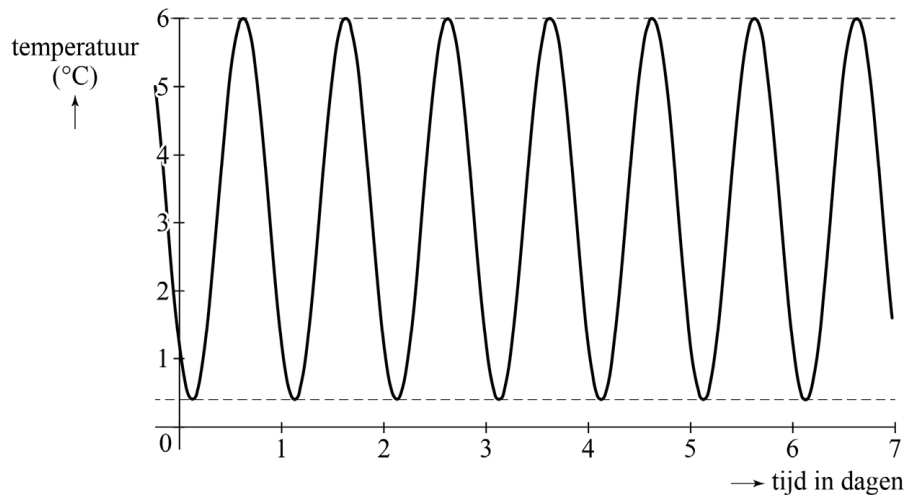
Ook zie je in deze figuur twee stippellijnen. Deze lijnen geven het gemiddelde van de minimumtemperatuur en het gemiddelde van de maximumtemperatuur voor de periode 1981 – 2010 weer. Als de temperatuur tussen deze twee stippellijnen in zit, noemen we de temperatuur **normaal** voor de tijd van het jaar.

In figuur 1 is te zien dat het volgens de verwachting in de week van 22 januari 2018 behoorlijk warm zou worden voor de tijd van het jaar.

- 3p 18 Bereken met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage hoeveel procent van de tijd het volgens de verwachting in de week van 22 januari 2018 warmer zou zijn dan normaal. Geef je antwoord in hele procenten.

In figuur 1 is de gemiddelde minimumtemperatuur  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  en de gemiddelde maximumtemperatuur  $6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Als de temperatuur normaal is voor de tijd van het jaar, dan zal deze dus schommelen tussen die twee waarden. Je krijgt dan een grafiek zoals in figuur 2.

**figuur 2**



Deze grafiek geeft het verwachte temperatuurverloop aan in de week van 22 januari als de temperatuur normaal is voor de tijd van het jaar. We noemen dit de **modelgrafiek voor 22 tot 29 januari**.

Je kunt deze grafiek modelleren met een sinusïde van de volgende vorm:

$$T_J = d + a \sin(b(t - c))$$

In deze formule is  $T_J$  de temperatuur in  $^{\circ}\text{C}$  in de week van 22 januari en  $t$  de tijd in dagen met  $t = 0$  op 22 januari om 00:00 uur.

In het model nemen we aan dat de laagste temperatuur zich steeds voordoet om 03:00 uur en de hoogste temperatuur steeds om 15:00 uur.

4p **19** Stel een formule op voor  $T_J$ .

De gemiddelde minimum- en maximumtemperaturen zijn echter niet altijd constant. In het voorjaar bijvoorbeeld, zullen deze temperaturen stijgen. Zie de tabel.

**tabel**

|                   | 1 april | 1 mei |
|-------------------|---------|-------|
| gemiddeld minimum | 5,3     | 9,2   |
| gemiddeld maximum | 14,2    | 18,1  |

Als we aannemen dat de gemiddelde minimum- en maximumtemperatuur tussen 1 april en 1 mei lineair toenemen, dan is het met behulp van deze tabel nu ook mogelijk een modelgrafiek te maken voor de gehele maand april. We gaan er hierbij van uit dat de minimumtemperatuur steeds bereikt wordt om 03:00 uur en de maximumtemperatuur steeds om 15:00 uur.

De formule van deze modelgrafiek is:

$T_A = 0,13t + 9,75 + 4,45\sin(2\pi(t - 0,375))$  met  $T_A$  de verwachte temperatuur in °C in april en  $t$  de tijd in dagen met  $t = 0$  op 1 april om 00:00 uur.

- 3p **20** Laat met een berekening zien hoe je de getallen 0,13 en 9,75 kunt afleiden uit de gegevens.

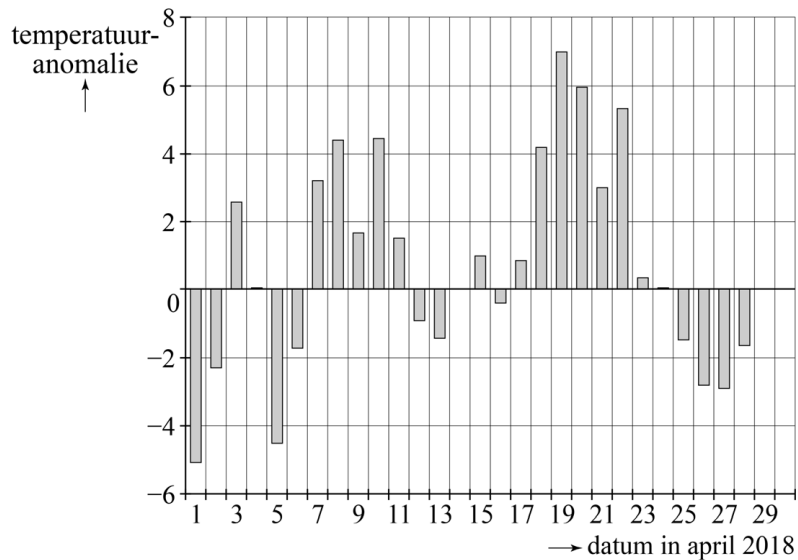
Volgens het model is de temperatuur om 21:00 's avonds precies gelijk aan de gemiddelde temperatuur op die dag. Dat wordt de theoretische dagtemperatuur genoemd. Het KNMI meet ook gedurende de dag steeds de temperatuur en berekent met behulp van deze meetwaarden de werkelijke (gemiddelde) dagtemperatuur. Het verschil tussen de werkelijke dagtemperatuur en de theoretische dagtemperatuur wordt de **temperatuuranomalie**<sup>1)</sup> genoemd.

Bijvoorbeeld: Volgens de formule van  $T_A$  is de theoretische dagtemperatuur op 5 april 2018 gelijk aan 10,4 °C. Op 5 april 2018 was de werkelijke dagtemperatuur 5,9 °C. De temperatuuranomalie is dan  $5,9 - 10,4 = -4,5$  °C.

noot 1 In werkelijkheid is de bepaling van de temperatuuranomalie complexer, maar in deze opgave gaan we uit van een sterk vereenvoudigd model.

In figuur 3 staat de grafiek van de temperatuuranomalie voor de eerste 28 dagen van april 2018. Deze grafiek staat vergroot op de uitwerkbijlage.

**figuur 3**



Op 29 april 2018 was de werkelijke dagtemperatuur 9,2 °C. Op 30 april 2018 was dit 9,5 °C.

- 4p 21 Bereken de temperatuuranomalieën van de laatste twee dagen van april 2018 en teken deze er in de grafiek op de uitwerkbijlage bij.

**Let op: de laatste vraag van dit examen staat op de volgende pagina.**