

- 33 Bij een aardbeving lopen er longitudinale en transversale golven door de aarde. De transversale golven hebben in een bepaald gesteente een voortplantingssnelheid van $3,4 \text{ km s}^{-1}$. De frequentie van deze golven is $1,2 \text{ Hz}$.

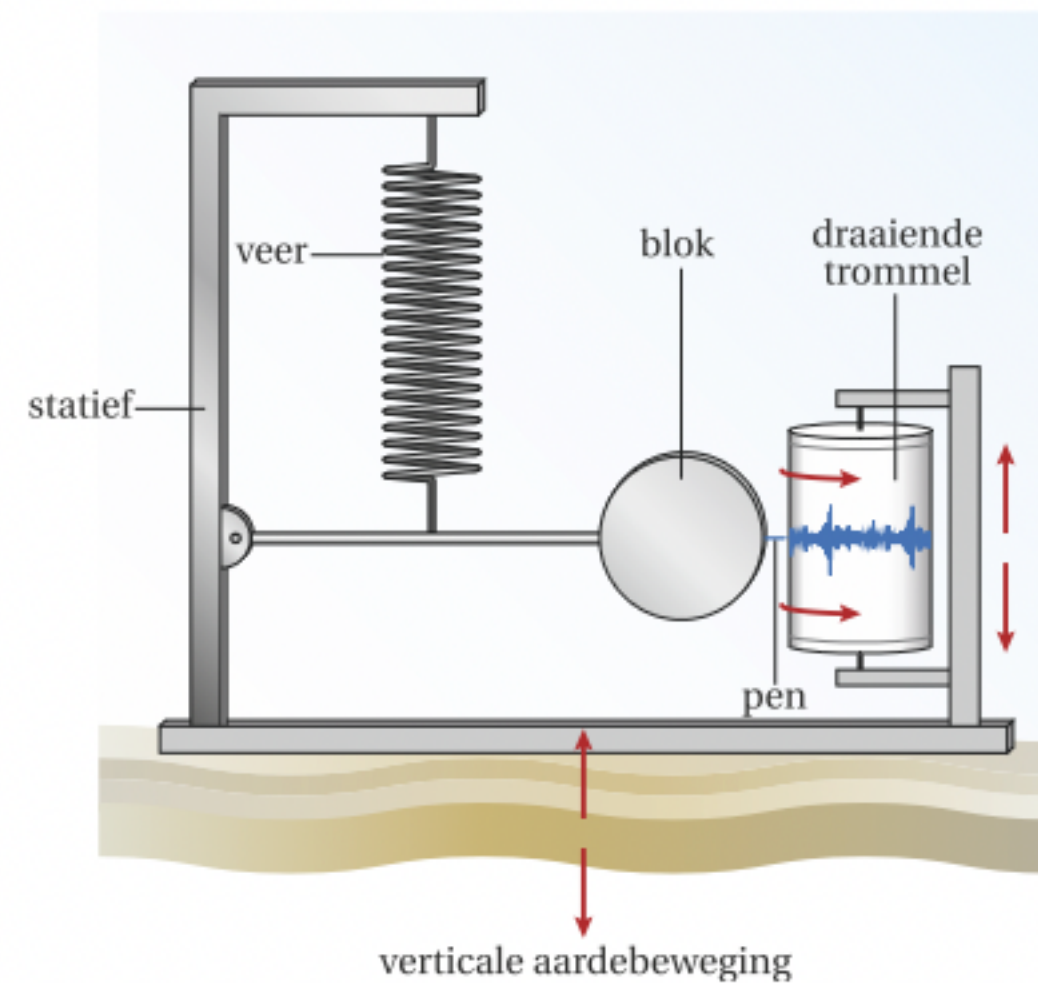
- Leg uit wat het verschil is tussen longitudinale en transversale golven.
- Bereken de golflengte van de transversale golven in dit gesteente uitgedrukt in km.

Aardbevingstrillingen worden geregistreerd door een seismograaf.

In figuur 9.67 zie je een eenvoudig type seismograaf. Een zwaar blok hangt aan een veer. Dit blok kan zonder wrijving draaien om een scharnier. Het stangetje en het scharnier zorgen ervoor dat het blok alleen in verticale richting kan trillen.

Bij een aardbeving mag het blok-veersysteem niet gaan resoneren met de trillingen van de aardbeving. Daartoe moet de eigenfrequentie van de veer met het blok klein zijn ten opzichte van de frequentie van de aardbevingstrillingen. De eigenfrequentie van de veer met het blok is $0,37 \text{ Hz}$. De massa van het blok is $4,2 \text{ kg}$.

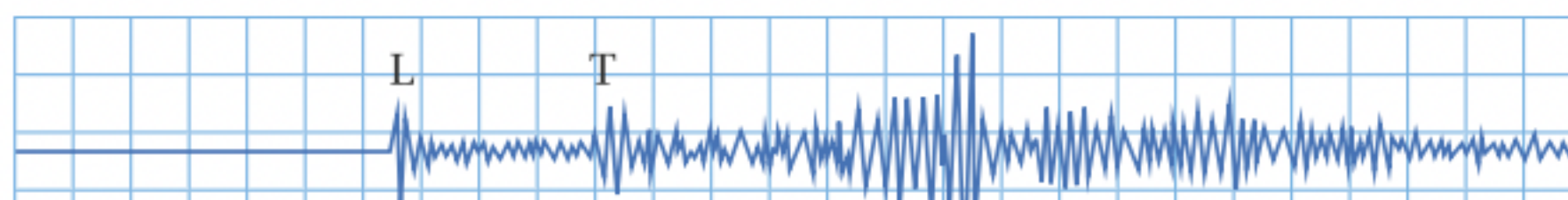
- Bereken de veerconstante van de veer.



Figuur 9.67

De longitudinale golven hebben een andere voortplantingssnelheid dan de transversale golven. Door dit snelheidsverschil komen de golven niet tegelijk op een meetstation aan. In figuur 9.68 zie je een registratie van een aardbeving in Griekenland, gemeten door het KNMI in De Bilt. Op het tijdstip aangegeven met L kwamen de longitudinale golven aan, op tijdstip T de transversale golven. De longitudinale golven komen dus het eerst aan. Je mag aannemen dat beide soorten golven dezelfde weg hebben gevolgd. De aardbeving vond plaats op een afstand van $2,3 \cdot 10^3 \text{ km}$. De gemiddelde snelheid van de transversale golven is $3,4 \text{ km s}^{-1}$.

- Bepaal de gemiddelde snelheid van de longitudinale golven.



Opgave 33

- Bij een transversale golf is de richting van de trilling loodrecht op de richting waarin de golf beweegt. Bij een longitudinale golf is de richting van de trilling dezelfde als de richting waarin de golf beweegt.
- De golflengte bereken je met de formule voor golfsnelheid.

$$v = f \cdot \lambda$$

$$v = 3,4 \text{ km s}^{-1} = 3,4 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$$

$$f = 1,2 \text{ Hz}$$

$$\text{Invullen levert } 3,4 \cdot 10^3 = 1,2 \times \lambda.$$

$$\lambda = 2,83 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } \lambda = 2,8 \text{ km}.$$

- De veerconstante bereken je met de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem. De trillingstijd bereken je met de formule voor frequentie.

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = 0,37 \text{ Hz}$$

$$0,37 = \frac{1}{T}$$

$$T = 2,70 \text{ s}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$$

$$m = 4,2 \text{ kg}$$

$$\text{Invullen levert } 2,70 = 2\pi \sqrt{\frac{4,2}{C}}.$$

$$C = 2,27 \cdot 10^1 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } C = 2,3 \cdot 10^1 \text{ N m}^{-1}.$$

- De gemiddelde snelheid van de longitudinale golven bereken je met de formule voor de verplaatsing bij eenparige beweging. De tijd bereken je met de tijdsduur voor de transversale golven en het tijdsverschil tussen de transversale en de longitudinale golven. Het tijdsverschil bepaal je met behulp van figuur 9.68 in het boek. De tijdsduur van de transversale golven bereken je met de formule voor de verplaatsing bij eenparige beweging.

$$S_{\text{trans}} = v_{\text{trans}} \cdot t_{\text{trans}}$$

$$S_{\text{trans}} = 2,3 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$v_{\text{trans}} = 3,4 \text{ km s}^{-1}$$

$$2,3 \cdot 10^3 = 3,4 \times t_{\text{trans}}$$

$$t_{\text{trans}} = 6,764 \cdot 10^2 \text{ s}$$

In figuur 9.68 van het boek lees je af dat het tijdsverschil tussen de transversale en de longitudinale golven $3,5 \text{ minuut} = 3,5 \times 60 = 210 \text{ s}$ is.

$$t_{\text{long}} = 6,764 \cdot 10^2 - 210 = 4,664 \cdot 10^2 \text{ s}$$

$$S_{\text{long}} = v_{\text{long}} \cdot t_{\text{long}}$$

$$S_{\text{long}} = 2,3 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$t_{\text{long}} = 4,664 \cdot 10^2 \text{ s}$$

$$2,3 \cdot 10^3 = v_{\text{long}} \times 4,664 \cdot 10^2$$

$$v_{\text{long}} = 4,93 \text{ km s}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } v_{\text{long}} = 4,9 \text{ km s}^{-1}.$$