

Opgave 4 Energie uit asfalt

Lees onderstaand artikel.

artikel

Onder het wegdek van de brug bij de Haringvlietsluizen is een buizenstelsel aangelegd waardoor water kan worden gepompt. Zodra de temperatuur van het asfalt boven de 30 °C komt, laat men koud water door de buizen stromen. Het wegdek wordt dan gekoeld terwijl het water wordt opgewarmd. Het warme water wordt opgeslagen in ondergrondse zandlagen en kan in de winter weer worden opgepompt om het asfalt te verwarmen. De warmte die overblijft, wil men benutten voor de verwarming van huizen.

De resultaten van de eerste proefmetingen zijn zeer hoopgevend. Op zonnige dagen, wanneer het wegdek gekoeld wordt, levert het asfalt een gemiddeld vermogen van 80 W/m². In een jaar brengt 1,0 m² asfalt zo'n 5,4·10⁸ J op.



Bij de aanleg van het buizenstelsel wordt de snelweg tijdelijk overkapt.

naar: Comfort, december 1998

3p 16 Bereken het aantal uren per jaar dat het wegdek gekoeld wordt.

Op de dagen dat het gekoeld wordt, werkt het wegdek als een zonnecollector. Tijdens die dagen valt er per seconde gemiddeld 200 J stralingsenergie van de zon op 1,0 m² asfalt.

3p 17 Bereken het rendement van het wegdek als zonnecollector.

Tijdens het koelen van het asfalt stijgt de temperatuur van het water dat er langs stroomt van 7,0 °C naar 23 °C.

3p 18 Bereken hoeveel kilogram water op deze manier in één jaar door 1,0 m² asfalt kan worden verwarmd. Neem aan dat daarbij geen warmte verloren gaat.

Van de energie die in het warme water is opgeslagen, is 20% nodig voor het verwarmen van het wegdek in de winter. De rest kan worden gebruikt voor het verwarmen van woningen. Het wegdek van de brug bij de Haringvlietsluizen heeft een oppervlakte van 1,8·10⁴ m². Voor het verwarmen van een goed geïsoleerde woning is gemiddeld 3,5·10¹⁰ J per jaar nodig.

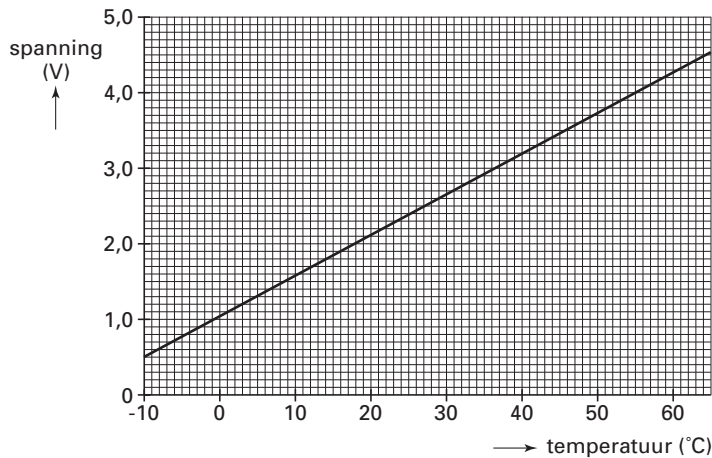
3p 19 Bereken het aantal woningen dat men kan verwarmen met de warmte die uit het wegdek van de Haringvlietsluizen gewonnen wordt.

2p 20 Noem twee voordelen van het op deze manier verwarmen van woningen ten opzichte van het verwarmen met behulp van aardgas.

Eindexamen natuurkunde 1 havo 2003-II

De temperatuur van het asfalt wordt gemeten met een temperatuursensor. De ijkgrafiek van de sensor is getekend in figuur 10.

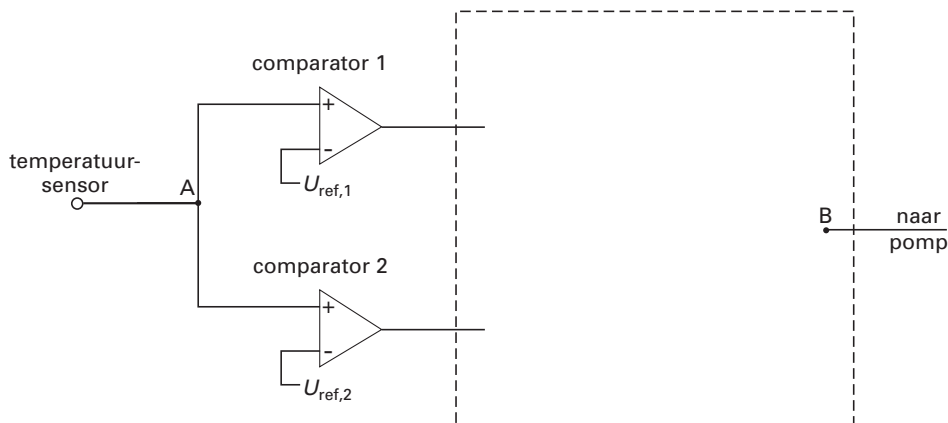
figuur 10



3p **21** □ Bepaal de gevoeligheid van de sensor.

De temperatuursensor wordt gebruikt in een schakeling met verwerkers. Deze schakeling moet automatisch de pomp, die het water in het wegdek rondpompt, aan en uit zetten. Een deel van de schakeling is getekend in figuur 11.

figuur 11

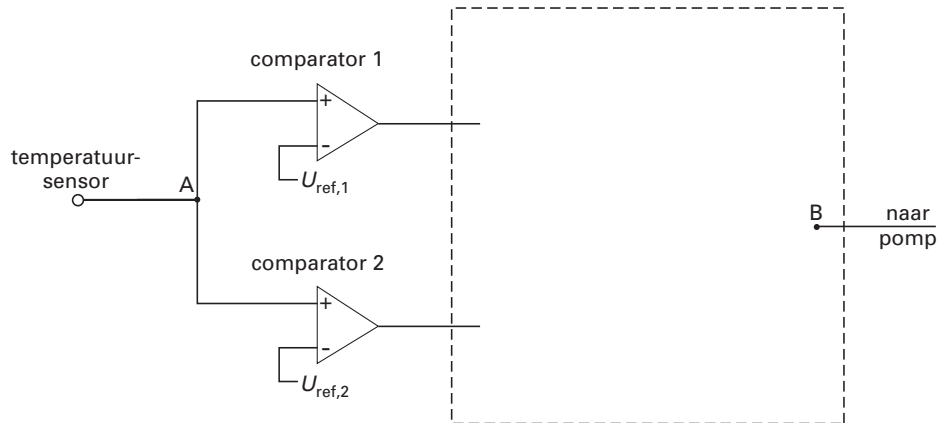


De pomp moet aangezet worden als de temperatuur van het asfalt hoger wordt dan 30 °C. Ook moet de pomp gaan werken als de temperatuur van het asfalt lager wordt dan 5 °C. Het uitgangssignaal van de temperatuursensor wordt in A toegevoerd aan twee comparatoren. De pomp gaat aan als het uitgangssignaal in B hoog is. Figuur 11 staat ook op de bijlage.

5p **22** □ Maak de schakeling in de figuur op de bijlage af door in de rechthoek één of meer verwerkers en de noodzakelijke verbindingen te tekenen. Geef van beide comparatoren de referentiespanning aan.

Bijlage bij vraag 22

Vraag 22



$$U_{\text{ref},1} = \dots\dots\dots$$

$$U_{\text{ref},2} = \dots\dots\dots$$