

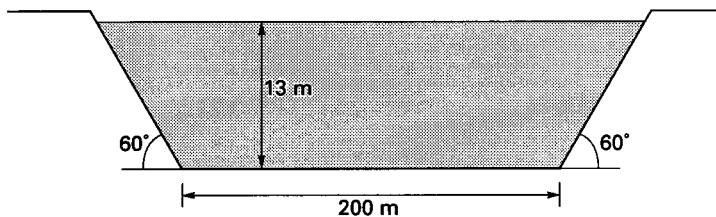
Opgave 1 Watertransport

Water is schaars in het Midden-Oosten. Turkije en Israël werken aan een plan om jaarlijks 1,1 miljard m^3 water uit een hoog gelegen Turks meer via een pijpleiding en een kanaal door de Golan-hoogten te laten stromen naar droge gebieden in Israël en Syrië. Dit kanaal zou, behalve voor de watervoorziening en de scheepvaart, in dit onrustige gebied in militair opzicht van grote betekenis kunnen zijn als tankbarrière. Theoretisch gezien een mooi idee, maar is het technisch uitvoerbaar? In deze opgave onderzoeken we onder andere of er niet te veel eisen worden gesteld.

Als tankbarrière moet het kanaal een brede bodem en steile wanden krijgen en minstens 13 meter diep zijn.

In figuur 1 is een dwarsprofiel getekend van een kanaal dat aan deze eisen voldoet.

figuur 1



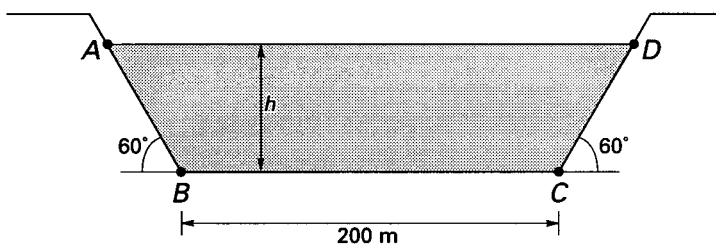
Om scheepvaart mogelijk te maken mag de stroomsnelheid van het water maximaal 3 m/s bedragen.

- 5 p 1 □ Bereken voor de situatie in figuur 1 hoeveel m^3 water het kanaal per seconde zou doorlaten bij een stroomsnelheid van 3 m/s en een waterhoogte van 13 meter. Rond het antwoord af op een geheel getal.

Volgens waterbouwkundigen zijn drie factoren van invloed op de stroomsnelheid van het water in een kanaal: de *hydraulische straal*, het *verhang* en de remmende werking van oevers en bodem. Hieronder worden deze begrippen nader toegelicht.

Voor de berekening van de *hydraulische straal* R heb je de 'natte oppervlakte' en de 'natte omtrek' nodig. Bekijk daartoe het dwarsprofiel van het kanaal in figuur 2.

figuur 2



De 'natte oppervlakte' is de oppervlakte van vierhoek $ABCD$.

De 'natte omtrek' is de totale lengte van de lijnstukken in dit dwarsprofiel die de afscheiding vormen tussen grond en water: $AB + BC + CD$.

Eindexamen wiskunde B havo 1994-II

De hydraulische straal R is het quotiënt van de natte oppervlakte en de natte omtrek, in formulevorm

$$R = \frac{\text{Oppervlakte vierhoek } ABCD}{AB + BC + CD}$$

In de situatie van figuur 2 kan R worden opgevat als functie van de waterhoogte h in meters.

- 6 p 2 Laat zien dat in die situatie bij benadering de volgende formule geldt:

$$R(h) = \frac{200h + 0,6h^2}{200 + 2,3h}$$

- 6 p 3 Toon met behulp van de formule uit vraag 2 aan dat bij stijging van de waterhoogte de hydraulische straal ook toeneemt.

In de waterbouwkunde wordt voor de stroomsnelheid van een kanaal de volgende formule gehanteerd:

$$V = k \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Hierin is:

- . V de stroomsnelheid in m/s,
- . S het verhang, dat wil zeggen het hoogteverschil (in kilometers) per kilometer kanaallengte (zo betekent $S = 0,003$ dat het kanaal per kilometer 3 meter daalt),
- . R de hydraulische straal in m,
- . k een constante die samenhangt met de weerstand van de oevers en de bodem. Een glad geasfalteerde kanaalwand remt de stroom minder dan begroeide oevers en een bodem vol oneffenheden. De waarde van k is dan ook hoger naarmate de weerstand minder is.

Voor het kanaal geldt $S = 0,003$ en $k = 50$.

Als dwarsprofiel nemen we opnieuw de situatie van figuur 2.

- 4 p 4 Toon door een berekening aan dat bij een waterhoogte van 13 m de stroomsnelheid van het water veel groter is dan de maximaal toelaatbare 3 m/s.

Bij een waterhoogte van 13 m is de stroomsnelheid van het water te hoog.

- 6 p 5 Onderzoek of bij waterhoogten boven 13 m de stroomsnelheid van het water lager dan 3 m/s kan zijn.