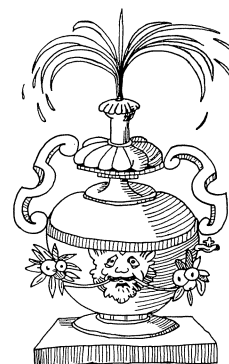


# De Heronsfontein

11.

Mededelingen over vondsten en ideeën waarin het verrassende element iets gemeen heeft met de speelse vindingen van Heron van Alexandrië, naar wie dit tijdschrift genoemd is.



Instabiliteitsverschijnselen zijn in de bouwtechniek geassocieerd met het optreden van drukspanningen in de constructie. Omdat deze situatie regel is, zou men kunnen denken met een wetmatigheid te maken te hebben. Om gedachtenverstarring in dit opzicht te voorkomen, is het nuttig te herinneren aan het volgende belastingsgeval, in 1951 door prof. dr. ir. J. A. HARINGX aangegeven <sup>1)</sup>.

Een met vloeistof gevulde buis is in horizontale stand door twee rolopleggingen op afstand  $l$  ondersteund (fig. 1). De vloeistof wordt onder druk gebracht via twee zuigers, die zonder wrijving in de buis passen. Er treden hierbij geen axiaal gerichte normaalspanningen in de buis op; in omtreksrichting heersen trekspanningen.

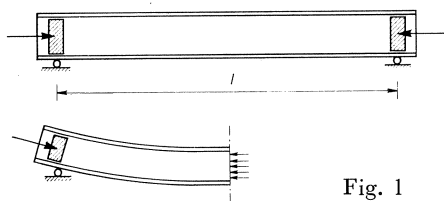


Fig. 1

Het lijkt op het eerste gezicht misschien onwaarschijnlijk, dat de aldus belaste buis onder omstandigheden (bij voldoende hoge druk) zou kunnen uitknikken. Toch is dit wel degelijk het geval, zoals de volgende beschouwing leert.

Welke vorm de buis ook aanneemt, de vloeistof zal in evenwicht zijn onder de daarop uitgeoefende alzijdige druk. Beschouwt men voor een uitgebogen stand de helft van de buis links van de middendoorsnede, dan zijn drie op de vloeistof werkende invloeden te onderscheiden:

1. de kracht die via de zuiger wordt uitgeoefend (waarvan de horizontale component  $P$  zal worden genoemd),
2. de drukspanningen door de vloeistof rechts van de middendoorsnede op de vloeistof links daarvan uitgeoefend,
3. reactiekrachten afkomstig van de buis.

<sup>1)</sup> „De instabiliteit van inwendig op druk belaste cilinders”, De Ingenieur, 1951, nr. 29, blz. O 39. Lector ir. J. J. P. GEERLINGS was zo vriendelijk de Heron-redactie, die langs andere weg met het probleem in kennis was gebracht, op deze publikatie attent te maken.

De onder 1, 2, en 3 genoemde krachten vormen een evenwichtssysteem, zodat de resultante van 1 en 2 tevens de resultante is van de door de vloeistof op de buis uitgeoefende druk. Daarnaast wordt nog slechts door de roloplegging een reactie op de buis uitgeoefend, waarvan nu eenvoudigheidshalve wordt aangenomen dat deze kracht dezelfde werklijn heeft als de verticale component van de kracht die op de zuiger werkt.

Het buigende moment ter plaatse van het zwaartepunt van de middendoorsnede wordt nu gevonden als het produkt van de krachtcomponent  $P$  en de maat der uitbuiging als hefboomsarm. Bij een bepaalde kritieke grootte van de druk zal het buigende moment, dat de buis als gevolg van zijn stijfheid kan leveren, maar juist gelijk zijn aan het eerder genoemde moment, zodat de uitgebogen stand een evenwichtsstand is. De berekening van deze kritieke waarde verloopt nu op dezelfde wijze als voor het knikgeval van EULER; ook de uitkomst voor de knikkracht ( $P_k$ ) is gelijk:

$$P = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

Men kan het resultaat nog op verschillende manieren nader verklaren. Het is bijvoorbeeld mogelijk de vloeistof als deel van de constructie op te vatten; men heeft dan de regel „gered” dat voor knik ergens drukspanningen moeten optreden. Een meer algemene gevolgtrekking is, dat men steeds moet onderzoeken of bij vervorming van een constructie de belasting op andere wijze gaat aangrijpen.

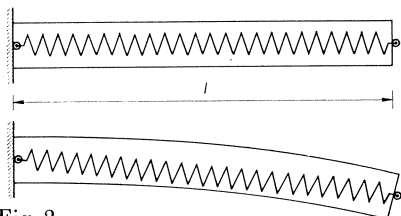


Fig. 2

Een ander voorbeeld, waarbij dit principe kan worden toegepast, is afgebeeld in fig. 2. Een uitkragende ligger ter lengte  $l$  wordt onder druk gebracht door een veer, die zich buiten de constructie bevindt (in tegenstelling tot kabels in voorgespannen beton) en dus zelf recht blijft. Het bevestigingspunt bevindt zich bij de inklemming; de kniklengte van de staaf is dan gelijk aan  $l$ . De bekende uitkomst  $2l$  geldt voor het geval dat bij uitbuiging de drukkracht op het uiteinde evenwijdig blijft aan de oorspronkelijke werklijn en ter plaatse van de inklemmingsdoorsnede een bijkomend buigend moment opwekt.