

Invloed van grondbelasting op PVC-waterleidingbuis (drukbuis)*

Concept van een paragraaf in de ontwerprichtlijnen voor de aanleg van hoofdleidingen van ongeplastificeerd PVC voor het transport van drinkwater.

Buizen van ongeplastificeerd PVC worden in de leidingtechniek beschouwd als flexibele buizen. De eigen stijfheid ervan is onvoldoende om grondinvloeden te weerstaan zonder dat de buis zelf er noemenswaardig door wordt beïnvloed. Buizen ondergronds worden door het verschil in de heersende gronddruk in verticale en horizontale richting belast op buiging. Wanneer de grond die de buis omringt homogeen van samenstelling en gedrag is, neemt daarbij de doorsnede van een flexibele buis de vorm van een ellips aan. Hierbij kunnen

ING. E. A. H. ALGRA
Kunststoffen- en Rubber
Instituut TNO

zich twee mogelijkheden van bezwijken voordoen:

— De buigvervorming van de buis kan zo groot worden dat de elastische grens van de grond die de buis omringt wordt overschreden. De instabiele toestand die dan intreedt leidt uiteindelijk tot het bezwijken van de buis.

— Als gevolg van te grote buigspanningen kan plaatselijk, aan de oppervlakte van de buiswand, scheurvorming optreden, wat kan leiden tot breuk van de buis.

Zowel om de optredende deformatie als de daarmee samenhangende buigspanning te berekenen bestaan verschillende methoden. Deze gaan uit van een aantal vereenvoudigingen ten opzichte van de werkelijk optredende situatie. Met name de invloed van de gesteldheid van de grond die de buis omringt en het gedrag van de grond op de lange duur is lastig te karakteriseren. Het is van belang er op te wijzen dat de min of meer geschematiseerde en geïdealiseerde toestand, die noodzakelijk is om een berekeningsmethode op te stellen, leidt tot berekende deformaties en spanningen die in de praktijk slechts kunnen worden gehanteerd als globale richtlijn. De eigenschappen van de grond worden gekenmerkt door twee grootheden. De eerste, de samendrukkingsconstante, heeft betrekking op het elastisch gedrag van de grond. Naarmate deze constante groter is weerstaat de grond beter de

* Dit artikel van de hand van ing. E. A. H. Algra is een voorpublicatie van een hoofdstuk van de ontwerprichtlijnen 'Aanleg Hoofd- en Dienstleidingen van PVC'. Reacties hierop worden gaarne ingewacht bij het KIWA.

neiging van de buis om te vervormen en draagt er op deze wijze toe bij om de buis zijn functie te laten vervullen. De tweede grootte, de zettingscoëfficiënt, geeft aan in hoeverre de naast de buis aangebrachte grond is verdicht. Naarmate de verdichting slechter is uitgevoerd, zal de grond naast de buis, nadat deze is gelegd, met verloop van tijd meer verdichten, waardoor de verticale belasting op de buis in sterke mate wordt verzwakt. Beide grootheden, samendrukkingsconstante en zettingscoëfficiënt, bepalen in hoge mate het mechanisch gedrag van de buis. Het is echter niet eenvoudig om aan beide grootheden een bruikbare getalswaarde toe te kennen.

Samendrukkingsconstante (Constante van Buisman, C)

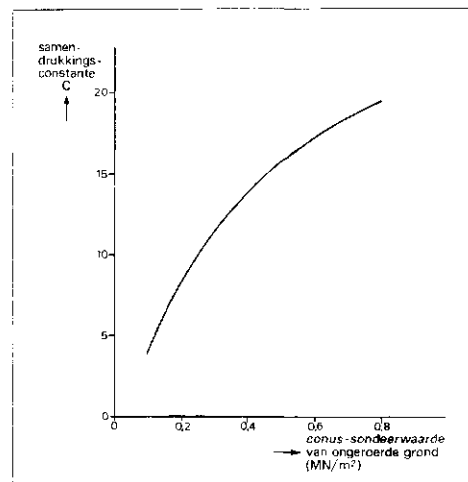
De werkelijke waarde van deze constante is slechts te bepalen door ter plaatse monsters te nemen en deze op het laboratorium te onderzoeken. Er worden in algemene overzichten vrij uiteenlopende waarden opgegeven.

Afb. 1 geeft een globaal overzicht dat met enige voorzichtigheid kan worden gehanteerd. Gewoonlijk verschilt deze constante van plaats tot plaats in een terrein. Zelfs rondom de buis kunnen verschillen optreden.

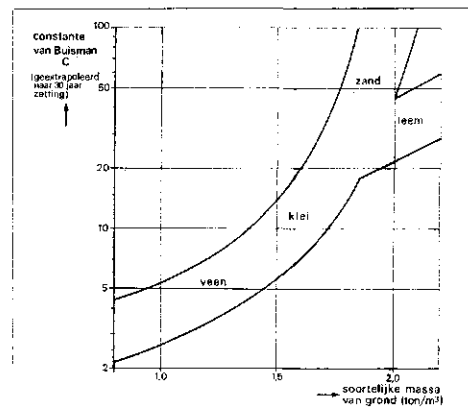
Bij berekeningen moet altijd een veilige waarde worden aangehouden. Hoewel de samendrukkingsconstante strikt genomen niet ter plaatse is vast te stellen, bestaat er voor lage waarden toch een zeker verband met de conussondeerwaarde, zoals weergegeven in afb. 2. Dit diagram geeft slechts globale informatie. Afb. 3 geeft een

Afb. 1.

	ongeroerde grond	geroerde grond	
		verdicht in sleuf	los
	zand 100 → 1000	zand	zand
	kleihoudend zand 60 → 100	kleihoudend zand	kleihoudend zand
40	zanderige klei	zanderige klei	zanderige klei
	30 → 60		
	zanderig leem		
30	stijve klei	zanderig leem	
		stijve klei	
20			zanderig leem
			stijve klei
10	slappe klei		
		slappe klei	slappe klei
0	veen	veen	veen



Afb. 2.



Afb. 3.

samenvatting weer van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft. Het verschaft een indicatie van de samendrukkingsconstante in afhankelijkheid van de soortelijke massa van de grond.

In alle opgaven blijkt dat laagveen een lage samendrukkingsconstante heeft. Daarbij moet worden bedacht dat deze grondsoort zich als een hoogvisceuze vloeistof gedraagt. Daardoor zal hier minder buiging in de buisdoorsnede optreden dan de berekening aangeeft. Het kan voorkomen dat met flexibele buizen in veengrond betere resultaten worden bereikt dan in slappe klei.

Zettingscoëfficiënt

De waarde van de zettingscoëfficiënt hangt samen met de gevolgde legtechniek. Wanneer zo goed zou zijn verdicht dat de aanvulgrond aan weerszijden van de buis zich niet verder verdicht, is de zettingscoëfficiënt $n = 1$. In de praktijk wordt deze situatie nooit bereikt. Als zettingscoëfficiënt bij verschillende verdichtingen kan worden aangehouden:

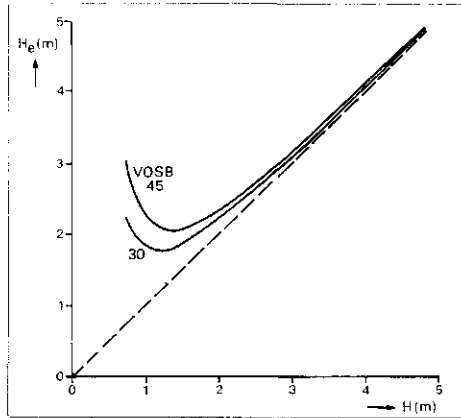
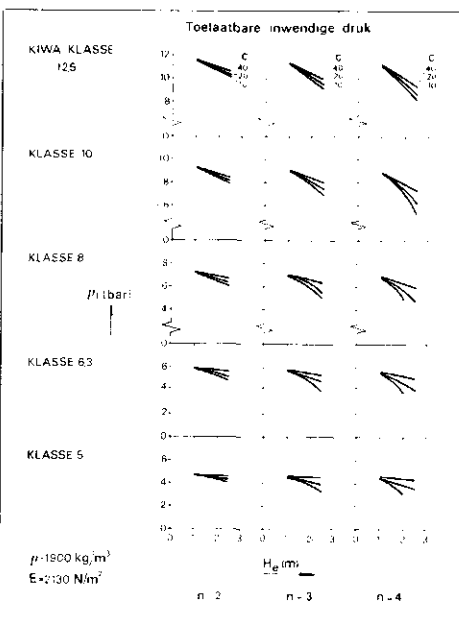
Verdichting	Zettingscoëfficiënt
zeer goed	1,5
goed	2
matig	3
slecht	4

Gezien de grote invloed van de zettingscoëfficiënt op de buigvervormingen van de buis en de daarmee samenhangende buigspanningen, is het van belang aan de verdichting van de grond naast de buis veel zorg te besteden. Deze grond moet in niet te dikke lagen worden aangebracht en door stampen, rollen of lopen worden verdicht. Verdichten met zware mechanische hulpmiddelen moet worden afgeraden omdat dan grote kans bestaat dat de buis tijdens deze bewerking omhoog komt.

Buizen op inwendige druk

Bij drukbuizen voor waterleiding zal het optreden van te grote vervormingen in het algemeen geen problemen opleveren. Toch moet vooral bij de buisklassen S20 en S25 worden gelet op een goede legtechniek. Bij grotere diepten dan één meter kunnen in slechtere grondsoorten, als de bouwphase waarin nog geen inwendige waterdruk optreedt te lang zou duren, ook in dit opzicht moeilijkheden optreden. Wanneer de waterleidingbuis onder inwendige druk staat, treden geen grote deformaties op. De buisdoorsnede streeft weer naar zijn oorspronkelijke ronde doorsnede, zonder deze echter geheel te bereiken. Er blijft enige ellipsvormige deformatie over. De bij deze vervorming behorende buigspanningen en de tangentiële trekspanning in de buiswand als gevolg van inwendige

Afb. 4.



Afb. 5 - Equivalente diepte van buizen (H_e), tegen de werkelijke diepte (H), twee klassen VOSB (ρ = 1900 kg/m³).

druk leveren gezamenlijk de totale wandspanning waarop de buis is belast. Wanneer als veilige en toelaatbare tangentiële wandspanning wordt aangehouden 12,5 N/mm² dan zal de toelaatbare inwendige druk op de buis lager zijn dan overeenkomt met de desbetreffende buisklasse. Afb. 4 geeft een aantal diagrammen waarin de toelaatbare inwendige druk is weergegeven voor ongeplastificeerde PVC-buis met als buigelasticiteitsmodulus de op ringen betrekking hebbende kruipmodulus 2130 N/mm² (= 2/3 van de korteduur elasticiteitsmodulus), in grond met volumieke massa ρ = 1900 kg/m³ en een veronderstelde op de lange duur toegelaten tangentiële wandspanning 12,5 N/mm². De situatie is aangegeven voor de KIWA-buisklassen 5; 6,3; 8; 10 en 12,5, samendrukkingsconstanten (C) 10, 20 en 40 en zettingscoëfficiënten (n) 2, 3 en 4. De toelaatbare inwendige druk is weergegeven tegen de equivalente diepte.

Verkeerslast

Bij berekeningen van vervormingen door buiging en van buigspanningen in de buiswand wordt de grondbelasting in verticale richting opgegeven in m equivalente gronddiepte, waarbij de grond een volumieke massa heeft van 1900 kg/m³. De gronddiepte is daarbij gerekend vanaf het maaiveld tot aan het buismidden. Een equivalente gronddiepte van één meter komt overeen met een verticale gronddruk van 18640 N/m². Wanneer een grondsoort een andere volumieke massa heeft ρ₁ in plaats van 1900 kg/m³ dan is de equivalente gronddiepte H*:

$$H^* = \frac{\rho_1}{1900} H$$

waarin H de werkelijke gronddiepte (tot aan het buismidden) is. Wanneer met verkeerslast rekening moet worden gehouden is de equivalente gronddiepte:

$$H^* = \frac{\rho_1 H}{1900} + \frac{\phi P}{\pi g \cdot 1900 \cdot H^2}$$

waarin:

φ = de stootcoëfficiënt van het verkeer (φ ≥ 1);

g = 9,81 N/kg;

P = wielast in N volgens VOSB.

Klasse VOSB	Wielast (N)
30	50.10 ³
45	75.10 ³

In afb. 5 zijn de met deze vergelijking berekende equivalente diepten voor beide klassen weergegeven. Als stootcoëfficiënt is aangehouden φ = 1, als volumieke massa van de grond 1900 kg/m³.

Gedrag op lange termijn

In het algemeen zijn bij kunststofbuizen de langeduur eigenschappen van het materiaal bepalend. Om deze reden is bij de berekening van de toelaatbare inwendige druk bij de combinatie van grondlast en inwendige waterdruk uitgegaan van enerzijds de toelaatbare langeduur tangentiële wandspanning en anderzijds de langeduur (kruip-)modulus.

Literatuur

M. J. Bossen. *Kunststofrioolbuizen, grondmechanische aspecten*. Publieke Werken (Amsterdam), 1969.

M. J. Bossen. *Hinder en gerief van gronddruk op kunststofbuizen*. *Plastica* 24 (1971) 1.

KOMO meldt groeiend gebruik van kwaliteitsverklaringen

In het jaar 1978 kwam het aantal geldige KOMO-kwaliteitsverklaringen van 1117 op 1159. Het groeiende gebruik dat de Nederlandse bouwpraktijk van die kwaliteitsverklaringen maakte komt tot uiting in de opbrengsten ervan, die met 34 % stegen tot ca. f 4.700.000,—.

Daartegenover stond een daling van de inkomsten uit praktijkkeuringen met 12 % tot ca. f 1.250.000,—, als gevolg van een teruggang in de keuringen van voorgespannen en gewapende betonbuizen, gebakken straatklinkers en rioolbuizen en bouw-elementen van gewapende kunststoffen. In totaal stegen de inkomsten met ca. 20 % tot bijna f 6.000.000,—.

Deze gegevens zijn te vinden in het zojuist gepubliceerde KOMO-jaarverslag, dat voorts de invoering in 1978 van een viertal nieuwe certificatie-regelingen vermeldt voor isolerend dubbelglas, spaanplaat, lijmen en steenwolplaten.