

DE INVLOED VAN ONREGELMATIGHEDEN BIJ DE STOOTVOEGEN OP HET MAXIMUM WATER- TRANSPORT VAN DRAINBUIZEN

DOOR DR. IR. C. T. DE WIT EN IR. L. WARTENA

Bij de uitvoering van drainageplannen dient de grootst mogelijke nauwkeurigheid in acht te worden genomen en uiteraard verdient gebruik van prima buizen de voorkeur. Zelfs bij toepassing van de grootst mogelijke zorgvuldigheid zal het voorkomen dat de buizen ten opzichte van elkaar iets verschuiven.

Bovendien zullen, in de best denkbare partij buizen, exemplaren voorkomen waarvan de opening afwijkt van de theoretisch voorgeschreven diameter.

In onderstaand artikel hebben de schrijvers getracht te berekenen in welke mate de stroomsnelheid, met andere woorden de maximaal af te voeren hoeveelheid water, verminderd wordt door deze verschuivingen en afwijkingen in diameters.

Hierdoor was het ook mogelijk aan te geven welke verschuivingen of afwijkingen in diameters toelaatbaar zijn als men genoeg neemt met een verkleining van de afvoer met bijvoorbeeld 5%. Buiten beschouwing is echter gelaten welke eisen bijvoorbeeld de machinale uitvoering stelt aan de uniformiteit van de buizen.

Voor het samenstellen van de bekende tabellen ter berekening van de minimum draindiameter, welke een noodzakelijk geacht maximum transport van water mogelijk maakt, wordt gebruik gemaakt van de volgende of een soortgelijke formule:

$$h = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

Deze symbolen stellen het volgende voor:

L = lengte van de buis in cm

D = diameter van de buis in cm

h = drukhoogteverschil in cm water over een buis van L cm

v = stroomsnelheid van water in cm/sec

g = versnelling van de zwaartekracht in cm/sec²

λ = een eenheidsloze konstante die o.a. afhangt van het materiaal van de buis, de wijze van afwerken en de diameter.

De formule geldt voor volledig met water gevulde buizen: dus in het geval waar van „transport” van water sprake is.

Voor aarden buizen zijn door Ir. A. Franke de volgende waarden voor λ voorgesteld:

inwendige diameter buis	λ (geen eenheid)
5 cm	0.036
6 cm	0.033
8 cm	0.030

Deze waarden gelden voor een reeks volkomen nauwkeurig gelegde buizen van precies dezelfde diameter. Inwendig is van de stootvoeg dus niets anders te zien dan een naad, maar er treedt geen drempeltje op.

In de praktijk is het onmogelijk de buizen precies aansluitend te leggen en zijn de diameters niet absoluut gelijk. Hierdoor treden onregelmatigheden bij de stootvoegen op, welke remmend werken op de stroomsnelheid van het water.

Men kan de werkelijk optredende snelheid v_w berekenen door de theoretische snelheid v uit formule (1) te vermenigvuldigen met een correctiefactor en krijgt

$$v_w = s v \quad (2)$$

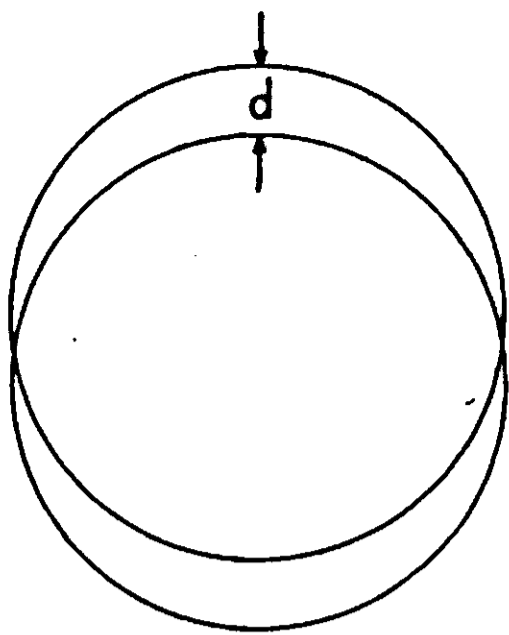


FIG. 1

Figuur 1

De cirkels stellen de inwendige diameters van twee gelijke aaneensluitende buizen voor.

De afstand d in mm is de grootte van de verschuiving.

De korrektiefactor s , die steeds kleiner is dan 1, hangt af van de aard van de onregelmatigheden bij de stootvoegen.

We onderscheiden een korrektiefactor s_r , welke een gevolg is van diameterverschillen in een partij drainbuizen en een korrektiefactor s_v welke een gevolg is van onnauwkeurig leggen. Beide korrektiefactoren kunnen berekend worden uit de diameterverschillen of de

grootte van de verschuivingen.*

De invloed van verschuivingen

Twee buizen met gelijke diameter kunnen zo gelegd worden dat de openingen t.o.v. elkaar verschoven liggen. Uit figuur 1 blijkt wat we onder een verschuiving van d mm verstaan.

Verschuivingen zijn een gevolg van:

- te vermijden en niet te vermijden onnauwkeurigheden bij het leggen;
- het mogelijk krom zijn van de buizen;
- verschillen in wanddikte bij overigens gelijke inwendige diameter.

Wanneer in dit laatste geval de buizen op een vlakke ondergrond gelegd worden, zijn de inwendige omtrekken t.o.v. elkaar verschoven.

Bij de berekening van de korrektiefactor voor verschuivingen — s_v — gaan we ervan uit dat een maximale verschuiving — d_{max} — toelaatbaar is en dat de op het werk voorkomende verschuivingen liggen tussen 0 en d_{max} .

In de linkerhelft van figuur 2 is het verband tussen d_{max} en s_v voor buizen van verschillende diameters aangegeven.

Figuur 2.

Linkerhelft: Het verband tussen de maximum toegelaten verschuiving d_{max} en de correctie faktor s_v voor de aangegeven typen van buizen.

Rechterhelft: Het verband tussen het maximum verschil in diameter van buizen van een partij $d_{max} - d_{min}$ en de korrektiefactor s_r .

* De wijze van berekenen wordt door één van ons (De Wit) uitvoerig uiteengezet in een artikel van het Laboratorium voor Natuur- en Weerkunde in Wageningen.

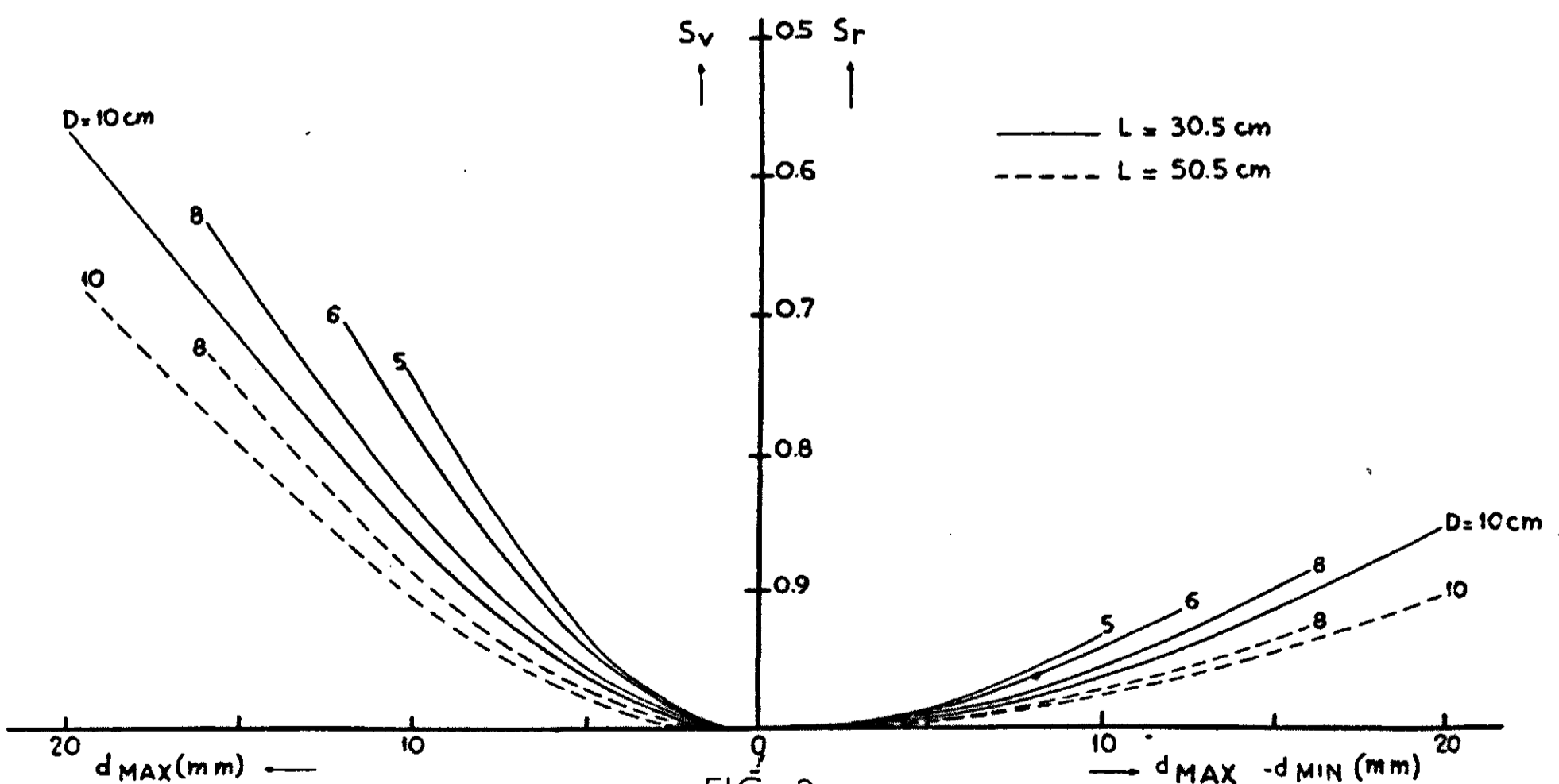
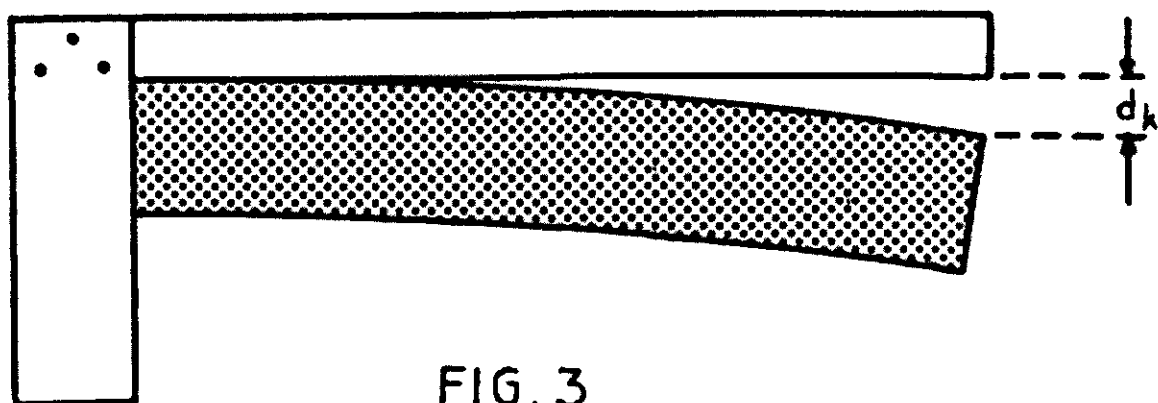


FIG. 2

Figuur 3

De afstand d_k is een goede maat voor het krom en niet recht afgesneden zijn van de buizen. Deze afstand kan het best geïnterpreteerd worden als een verschuiving.

Stelt men d_{max} gelijk aan 6 mm dan mag de kromming d_k deze waarde niet overschrijden.



Uit de figuur lezen we, dat, wanneer de maximaal toegelaten verschuiving bij een buis van 5 cm diameter gelijk is aan 5 mm, de korrektiefactor s_r gelijk is aan 0.93.

Uit figuur 2 blijkt duidelijk de invloed van de diameter van de buizen. Eenzelfde verschuiving heeft bij een buis van 10 cm diameter een kleinere invloed dan bij een buis van 5 cm diameter met gelijke lengte.

Dit ligt wel voor de hand. De invloed van de diameter is echter kleiner dan vaak in de praktijk wordt gemeend.

Zo is bij $d_{max} = 7.5$ mm en een inwendige diameter van:

	s_v gelijk aan:
5 cm	0.86
10 cm	0.92

Wil men een s_v van 0.95 tolereren dan is

bij een buis van:	d_{max} gelijk aan:
5 cm	4 mm
10 cm	6 mm

Men kan dus bij het leggen van tien centimeter buizen niet veel onnauwkeuriger te werk gaan dan bij het leggen van vijf centimeter buizen.

De invloed van het aantal stootvoegen blijkt uit een vergelijking van de curven voor buizen met een lengte van 30.5 mm en 50.5 mm.

Het leggen met een nauwkeurigheid van 4-6 mm is voor buizen met gelijke diameter wel mogelijk. Op een goed uitgevoerd werk is de waarde van s_v dus niet kleiner dan 0.95, tenminste direkt na het leggen. Hoe het met het aansluiten gesteld is wanneer de buizen enige jaren in de grond liggen is niet bekend, omdat niemand de moeite genomen heeft oude drainreeksen met de zorgvuldigheid van een oudheidkundige op te graven.

Bij het controleren van een gelegde reeks kunnen de optredende verschuivingen alléén aan de buitenomtrek gemeten worden.

Soms komen er kromme buizen in een partij voor. Bij het leggen van deze buizen moet of aan het éne of aan het andere eind gesmokkeld worden. Verschui-vingen zijn dan niet te vermijden. De grootte van de kromming kan goed gemeten worden als aangegeven in figuur 3.

De afstand d_k moet als een verschuiving geïnterpreteerd worden. Stelt men d_{max} dus vast op 5 mm, dan is het logisch voor d_k geen grotere waarde dan 5 mm toe te laten.

Verschillen in diameter.

De diameters van de buizen in één partij zijn niet precies gelijk. Dus zelfs wanneer de buizen zo precies mogelijk gelegd worden treden er afwijkingen bij de stootvoegen op.

Veelal wordt door de koper een maximum toe te laten diameterverschil vastgesteld. De maximum toelaatbare diameter noemen we d_{max} , de minimum toelaatbare diameter d_{min} en het verschil tussen beide $d_{max} - d_{min}$.

Het berekende verband tussen $d_{max}-d_{min}$ en s_r is weergegeven in de rechterzijde van de figuur. Het valt op dat de invloed van diameterverschillen veel kleiner is dan die van verschuivingen.

Zo is bij $(d_{max}-d_{min}) = 7,5$ mm en een inwendige diameter van:

	s_r gelijk aan:
5 cm	0.96
10 cm	0.98

Wil men een s_r van 0.95 tolereren dan is bij een buis van:

	$d_{max}-d_{min}$ gelijk aan:
5 cm	8 mm
10 cm	12 mm

Het niet rond zijn van de buizen is van weinig belang zolang de grootste diameter van een niet ronde buis maar kleiner is dan d_{max} en de kleinste diameter groter dan d_{min} .

Verschuivingen en diameterverschillen

In de praktijk komen verschuivingen en diameterverschillen beide voor. Voor het berekenen van de werkelijke stroomsnelheid in dit geval is het niet geoorloofd beide correcties s_r en s_v met elkaar te vermenigvuldigen, omdat dan de berekende correctie veel te groot zou zijn. Een berekening van de juiste correctie is wel erg ingewikkeld. Het is echter in te zien dat geen grote fout gemaakt wordt wanneer de na het leggen gemeten verschuivingen bij de stootvoegen aan de buitenomtrek geïnterpreteerd worden als echte verschuivingen, ook wanneer deze veroorzaakt zijn door diameterverschillen of verschillen in wanddikte.

Enige konklusies

De normalisatievoorschriften voor drainbuizen (N 440) laten enige afwijking in wanddikte en diameter toe.

Bijvoorbeeld, bij buizen van 10 cm inwendige diameter is het toegestane diameter verschil ($d_{max}-d_{min}$) gelijk aan 4 mm.

Uit figuur 2 rechterhelft volgt dus dat s_v niet kleiner zou mogen zijn dan 0.99, met andere woorden dat de afvoer met hoogstens 1% verminderd zou mogen worden.

Consekwent zijnde, moet men dan voor s_v ook geen kleinere waarde dan 0.99 en dus voor d_{max} geen grotere waarde dan 2 mm toelaten.

De optredende verschuivingen aan de buitenomtrek zijn echter altijd groter.

We moeten dus of de normalisatievoorschriften niet opvolgen of inkonsekwent zijn.

Het is meer voor de hand liggend om uitgaande van een toelaatbare verkleining van de afvoer tot bijvoorbeeld 95% van de theoretische afvoer, d_{max} te bepalen. Voor een buis van 10 cm is d_{max} dan 6 mm en de grootst toelaatbare verschuiving, gemeten aan de buitendiameter dus ook 6 mm. Laat men een s_v van 0.90 toe, dan is de grootst toelaatbare verschuiving gelijk aan 8 mm. Het is echter mogelijk dat de op deze wijze berekende toelaatbare verschuiving te groot is met het oog op eisen welke bijvoorbeeld de draineermachine stelt aan de uniformiteit van de buizen.

De verkleining van de maximum afvoer hangt dus voornamelijk af van de optredende verschuivingen, met andere woorden van de nauwkeurigheid waarmee de buizen gelegd worden.

Bij de beoordeling van een partij buizen dient men zich dan ook voornamelijk af te vragen of het uitvoeringstechnisch gezien mogelijk is de buizen gemakkelijk en goed te leggen.