



afd. Leidingnet
onderafd. Ontwikkeling
tel. 020 - 5802.522

Betreft: VULLEN VAN BUITEN BEDRIJF GESTELDE LEIDINGEN

Lezing voor de Studiegroep Kadeveiligheid d.d. 8 december 1983.

INLEIDING

Van de overstromingsramp die in januari 1960 de Amsterdamse stadswijk Tuindorp Oostzaan trof, kreeg de waterleiding in de waterkering van Zijkanaal H, terecht of ten onrechte, de schuld. Gemeentewaterleidingen heeft daarna grote leidingwerken uitgevoerd, waarbij belangrijke leidingen in waterkeringen buiten bedrijf gesteld zijn.

Het is duidelijk dat deze holle ruimten niet zonder meer in de waterkeringen kunnen worden achtergelaten.

In eerste instantie werd door de toenmalige polderbesturen geëist dat de buiten bedrijf gestelde leidingen en zinkers zouden worden verwijderd of gevuld.

Als hier zonder meer aan zou worden voldaan, zou het middel weleens erger kunnen zijn dan de kwaal. Immers, het betreft veelal leidingen met een grote diameter, die in en met de waterkering tot rust zijn gekomen. Verstoring van dit evenwicht door uithalen en vervangen door grond, of door het vullen van de leiding met een stof die een hoge of erg lage volumiekemassa heeft, moet worden voorkomen.

Afgezien van deze technische aspecten waren er voor ons bedrijf ook financiële redenen om zulke werken kritisch te bezien.

De vraag "Welk doel willen we bereiken?", ^{die Rebbu} ~~kunnen we~~ beantwoorden met: "Voorkomen dat, onder welke omstandigheden dan ook, boezemwater in de polder kan stromen."

Hieruit volgt onder meer dat buiten bedrijf gestelde leidingen, die de waterkering kruisen, ongunstiger zijn dan leidingen die in de lengterichting ervan liggen. Zo kan het voorkomen dat onder gunstige omstandigheden, zoals bij de aanwezigheid van een damwandscherm langs de oever of als de onderkant van de leiding boven het boezempeil ligt, maatregelen achterwege kunnen blijven.

In de overige gevallen moet de beste maatregel tegen de laagste prijs getroffen worden. Veelal verdient vullen dan de voorkeur boven verwijderen.

Tot voor kort was er nog weinig ervaring met geheel vullen van leidingen:

- vullen ("vol vloeien") van riolen met zand gebeurt nooit volledig, het zand blijft onder zijn natuurlijk talud staan,
- er werd wel gevuld met het materiaal "Dämmer", maar het was niet duidelijk of het voldeed en of er nog andere materialen net zo goed of beter waren,
- de laatste tijd heeft het vullen van buiten bedrijf gestelde olietanks een grote vlucht genomen, maar dit betreft in het algemeen kleine objecten.

Door Gemeentewaterleidingen moest een omvangrijk buitenbedrijf-gesteld leidingenpakket op afdoende wijze tegen overstromingsgevaar behandeld worden.

Het ging hier om

- 8000 m leiding met diameters van $\varnothing$ 300 t/m 1200 mm,
- 5 stuks zinkers met diameters van $\varnothing$ 700 t/m 1200 mm,
- 3200 m³ totale inhoud.

Dit was voor ons bedrijf aanleiding om te trachten in een specificatie vast te leggen, aan welke eisen het materiaal in een gevulde leiding moest voldoen. Aan de aannemer zou worden overgelaten om bij zijn aanbieding voorstellen te doen over de manier waarop aan de eisen van de specificatie zou worden voldaan. Hiermee werd ingespeeld op de bij de aannemer aanwezige kennis, ervaring en inventiviteit. Bovendien zou een concurrerende prijs verwacht mogen worden. Bij het opstellen van de specificatie bracht een literatuurstudie weinig nieuws aan het licht. Meer hulp werd ondervonden van medewerkers van de Dienst Openbare Werken (afdelingen Grondmechanica en Waterschapszaken), onze hydrologen en van overleg met aannemers en betonmortelleveranciers.

ACHTERGRONDEN VAN DE SPECIFIKATIE

In de specificatie zijn de materiaaleigenschappen vastgelegd die bereikt moeten worden in de verwerkte toestand. Achtereenvolgens zullen de belangrijkste grootheden belicht worden ⁱⁿ

de volgende 2eels zij in de spec. zij op een

Doorlatendheid (porositeit): deze moet tenminste gelijk zijn aan die van een goede waterkering, gekozen is voor een $k \leq 10^{-6}$ m/sec, deze waarde komt overeen met die van sterk leemhoudend zand, veen of löss. Deze eis is zwaar en blijkt een relatie te hebben met de volumiekemassa. Deze k-waarde dient gezien te worden als een streefwaarde. Afhankelijk van de ligging van de te vullen leiding in de waterkering kan van de gekozen waarde afgeweken worden. Ligt de leiding bijvoorbeeld in de lengterichting van de waterkering, dan lijkt een k-waarde $\leq 10^{-4}$ m/sec voldoende, eventueel met de bijkomende eis dat de leiding door waterdichte proppen in segmenten verdeeld moet worden.

Cohaesie (weerstand tegen erosie): stel dat er zich een waterstroompje door of over de vulling zou kunnen ontwikkelen, dan moet de vulling niet weggespoeld kunnen worden. Gekozen is voor een waarde ($c \geq 5$ kPa), die overeenkomt met die van slib of kleihoudend zand.

Normaalspanning (samendrukkingseis, sterkte): in het geval dat de buiswand weggekorrodeerd is, mag de vulling niet ingedrukt kunnen worden, de gekozen waarde ($\sigma_d \geq 0,1$ N/mm²) komt overeen met die van ingewaterd zand. Volgens de specificatie moet deze waarde gecontroleerd worden door middel van een drukproef op een kubus. Voor bepaalde materialen is de kubusdrukproef minder geschikt. Bij dergelijke materialen kan deze bepaling vervangen worden door een samendrukkingseis. Dit houdt in dat een zijdelings opgesloten monster onder een belasting van 0,1 N/mm² een maximale samendrukking van 5% mag vertonen.

Volumiekemassa: de leiding is altijd gevuld geweest met water met een volumiekemassa van 1. Het leek ons zinvol voor waterkeringen en voor onderheide leidingen het verticale evenwicht niet te verstoren, zodat gekozen is voor een waarde van $\pm 1,1$. Voor een in zandgrond gelegen leiding is deze eis van geen belang. Onder bepaalde omstandigheden mag de volumiekemassa ook niet te laag zijn, omdat dan de kans kan ontstaan dat de leiding gaat opdrijven.

Vullingsgraad: dit is geen materiaaleigenschap, maar dat het object zo geheel mogelijk gevuld moet zijn, zal duidelijk zijn.

De overige eisen: weerstand tegen veroudering, krimp, expansie en de afwezigheid van voor het milieu schadelijke stoffen, behoeven geen toelichting.

Een ander belangrijk aspect van de specificatie is dat de aan-nemer een methodebeschrijving bij zijn aanbieding moet indienen, waarin hij beschrijft waarmee hij wil gaan vullen en hoe hij wil aantonen dat de vulling aan de eisen van de specificatie voldoet. Hij moet vooraf ook kunnen aantonen, dat zijn voorstellen de geëiste doelstellingen kunnen behalen (materiaalattesten, proefvulling of referenties).

De methodebeschrijving moet ook inzicht verschaffen in de uitvoeringsmethode, zoals: de plaats en de konstruktie van de vulpunten, onluchtingen en afdichtingen; het werken met of zonder prop, de werktuigen (kapasiteit, persdrukken enz.), eventuele maatregelen voor het verwijderen van het aanwezige water, de verkeersmaatregelen en de viskositeit en de bindtijd van het vulmateriaal.

PROEFNEMINGEN

Alvorens de werken aan te besteden is er eerst een 6-tal proefnemingen verricht door aannemers, die zich naar aanleiding van een advertentie gemeld hadden. De proefvullingen werden uitgevoerd op reeds eerder buitenbedrijf gestelde leidingen van $\varnothing 150$ t/m 300 mm.

*de R
en* *Bruik zal nu het en de vertels om*
PRAKTIJKERVARIINGEN

Achtereenvolgens zal aandacht geschonken worden aan de toegepaste materialen, hun eigenschappen, vooral in het licht van de specificatie, de leidingomstandigheden en de relevante uitvoeringsfactoren.

De toegepaste materialen

We onderscheiden hierbij 2 types:

- materialen die door poriën aan de eis van de volumiekemassa voldoen, zoals: Poriënluchtbeton, Cellcrete, Schuimdämmer enz.
- vaste stoffen met een lage volumiekemassa, zoals: Argex korrels, lichte bentoniet, kunststof korrels (polystyreen), vlieg-as e.d..

*stand
als*
De vereiste waterdichtheid, sterkte en cohaesie wordt over het algemeen bereikt door de toevoeging van cement.

De materiaaleigenschappen

Deze kunnen we verdelen in eigenschappen die van invloed zijn op de verwerking en die na de verharding in de eindsituatie bereikt worden.

Eigenschappen die van invloed zijn op de verwerking:

- Viskositeit (vloeibaarheid): een materiaal met een lage viskositeit (dunne, slappe vloeistof) is gemakkelijk te verpompen, maar heeft een flauw hellend front met daardoor kans op luchtinsluiting, waartegen extra maatregelen genomen moeten worden (zie verder). Bij een hoge viskositeit (stroperig) ontstaat een steil front, waardoor onder gelijke omstandigheden de kans op luchtinsluitingen geringer is. De benodigde persdruk kan dan echter hoger oplopen en dat kan zijn invloed hebben op de in één keer te vullen lengte, waarbij mogelijk de aanwezige poriën worden dichtgedrukt. Dit heeft weer gevolgen voor de bereikte volumiekemassa. Van te voren is moeilijk vast te stellen waar en in welke mate de druk op zal lopen.
- Bindtijd: het is duidelijk dat deze in verhouding moet zijn met de verwerkingsmogelijkheden van de werktuigen van de aan-nemer.
- Krimp/expansie: enkele materialen vertonen enige krimp of expansie. Geen van deze eigenschappen mogen extreme waarden bereiken. Dit ter voorkoming van een onvolledige vulling of van stukpersen van het te vullen objekt.

Eigenschappen in de eindsituatie

- Normaalspanning en cohaesie: mede door het bindmiddel cement, dat in het algemeen wordt toegepast, kunnen de eisen ruimschoots gehaald worden.
- Doorlatendheid en volumiekemassa: zoals reeds eerder is vermeld, is er voor verschillende stoffen een verband tussen deze grootheden. Door een juiste dosering van de samenstellende delen en door bij poriën houdende stoffen de persdruk in de hand te houden, zijn de geëiste waarden te bereiken.
- Vullingsgraad: 100% vullingsgraad is een streefbeeld, dat moeilijk is te bereiken. Hiervoor zijn de volgende factoren van belang:
 - . de materiaaleigenschappen, zoals de viskositeit en krimp of expansie,

- . het lengteprofiel van het te vullen objekt en de mogelijkheid voor het aanbrengen van ontluchtingen,
- . de uitvoeringsmethode, zoals met of zonder prop.

Blijkt de vullingsgraad op belangrijke punten onvoldoende, dan moet de aannemer voorstellen doen voor verbetering; injecteertechnieken behoren tot de mogelijkheden.

- Homogeniteit (ontmenging): door uitzakken van de zwaardere bestanddelen vóór het begin van de binding ontstaat soms een verticale ontmenging. Dit behoeft geen rede voor afkeuring te zijn als de waarde van de gemiddelde volumiekemassa maar aan de eisen voldoet.

De uitvoering

- Het al of niet werken met een prop ("foam pig"). Het voordeel van het werken met proppen is dat de leiding achter de prop geheel (?) gevuld zal zijn met het vulmiddel en dat dat materiaal gescheiden is van het eventueel aanwezige water. Nadelen zijn dat de leiding voor het inbrengen van de prop verbroken moet worden en dat de prop bij ernstig gekorrodeerde leidingen de neiging heeft om vast te blijven zitten of te kantelen. Hierdoor zal langs of over de prop heen geperst worden en is het voordeel van de prop geheel verloren. Het werken zonder prop, met een steil front en voldoende ontluchtingen verdient de voorkeur.
- Afdichtingen: het afdichten van de leiding als scheiding tussen te vullen en niet te vullen gedeelten of tussen te vullen opeenvolgende sekties, is voor leidingen met een kleine diameter geen probleem. Bij grote diameters moet voorkomen worden dat de leiding geheel verbroken moet worden en dat de afdichting weggedrukt wordt.

HET TE BEZOEKEN WERK

Aannemer : Aannemingsbedrijf A. In 't Veldt & Zoon te Den Haag.

Het werk : 7400 m, Ø 600 t/m 900 mm, gietijzer, inhoud 2700 m³.

Vulmiddel : bentoniet + cement + toeslagstof + water
middelmattige viskositeit, geen prop, geringe zwel-
eigenschap.

Uitvoering: het bentoniet wordt aangevoerd in zakken van 50 kg (20 st. per pallet), het wordt van te voren in een menger vermengd met water tot een pasteuze, homogene massa welke in een bassin gepompt wordt en daar

minstens de benodigde zweltijd verblijft.

Het cement en de toeslagstoffen worden voor het verwerken gemengd met de bentoniet-suspensie in een menger met een ^hkapasiteit van $\pm 28 \text{ m}^3/\text{h}$. Per vuldag van 8 uur kan $\pm 250 \text{ m}^3$ verwerkt worden. De viskositeit en de persdruk laten een grotere hoeveelheid toe. Het aanwezige water wordt voor het front uitgedreven en afgevoerd tot de juiste massa is aangekomen. De persdruk is verwaarloosbaar laag.

IG-85-31

GEMEENTEWATERLEIDINGEN
AMSTERDAM

SP-03-81

-o-



SPECIFIKATIE
VOOR HET VULLEN VAN BUITEN BEDRIJF
GESTELDE LEIDINGEN

juni 1981

Onderwerp

Deze specificatie beschrijft de eigenschappen waaraan het vulmateriaal moet voldoen in verwerkte toestand in een buiten bedrijf gestelde leiding en stelt algemene eisen die met dit vullen als zodanig verband houden. De specificatie maakt deel uit van het bestek.

HOOFDSTUK 1. Toepassingsgebied

De specificatie heeft betrekking op het in de grond vullen van buiten bedrijf gestelde leidingen, voorzover dit uitdrukkelijk is voorgeschreven.

HOOFDSTUK 2. Definities

- | | |
|-------------------|--|
| 2.1 Aannemer | : Degene, alsmede zijn rechtverkrijgenden, met wie de opdrachtgever een overeenkomst heeft afgesloten voor de uitvoering van het werk, alsmede diegenen die onder verantwoordelijkheid van de aannemer hierbij zijn betrokken. |
| 2.2 Opdrachtgever | : De directeur van Gemeentewaterleidingen te Amsterdam of zijn gemachtigde. |
| 2.3 Directie | : De funktionarissen die de opdrachtgever aanwijst. |
| 2.4 Werk | : Het vullen van de buiten bedrijf gestelde leidingen en de te verrichten leveringen. |

- 2.5 Keuren : Beslissen of het werk aan de specificatie voldoet.
- 2.6 Oplevering : Het aanvaarden van het werk door de direktie met een Vrijbrief van oplevering.
- 2.7 Werkmethode-
beschrijving : Vastleggen van de wijze van het vullen van de buiten bedrijf gestelde leidingen.

HOOFDSTUK 3. Algemeen

De aanvaarding door de direktie van de werkmethodebeschrijving, de materiaalattesten en de berekeningen, alsmede van het gerede produkt ontheffen de aannemer niet van zijn verantwoordelijkheid.

HOOFDSTUK 4. Levering

Door de aannemer

- 4.1 Alle voor het werk benodigde materialen moeten worden geleverd of samengesteld en worden verwerkt.
- 4.2 Alle benodigde tijdelijke resp. definitieve buisafdichtingen t.b.v. het werk.
- 4.3 Alle eventuele hulpstukken t.b.v. het aansluiten van de werktuigen op de leidingen voor het vullen.
- 4.4 De materiaalattesten.
- 4.5 Naast het gedetailleerd werkplan de werkmethodebeschrijvingen (in 2-voud).
- 4.6 De in hoofdstuk 5 genoemde berekeningen.

HOOFDSTUK 5. Materialen

Het verwerkte vulmateriaal moet de volgende eigenschappen bezitten, welke door materiaaltesten moeten worden aangetoond:

- 5.1 Doorlatendheidscoëfficiënt: $k \leq 10^{-6}$ m/sec
- 5.2 Cohaesie: $c \geq 5$ kPa (0,005 N/mm²)
N.B.: Indien $c < 5$ kPa dan dienen, om de mogelijkheid van erosie uit te sluiten, de te vullen leidinggedeelten ten genoeg van de direktie afgesloten te worden.
- 5.3 Normaalspanning (gemeten volgens NEN 3861 aan een proefkubus van 150 x 150 x 150 mm)
 $\sigma_d \geq 0,1$ N/mm²
- 5.4 Volumieke massa
- $\gamma \leq 1100$ kg/m³
- indien $\gamma < 1000$ kg/m³ dan moet een berekening aantonen dat de leiding niet kan opdrijven.
- indien er geen gevaar bestaat voor zetting van de gevulde leiding en indien uitdrukkelijk vermeld in de opdracht, dan is $\gamma \leq 2000$ kg/m³.
- 5.5 Veroudering en waterabsorbtie: de kwaliteit mag door veroudering en/of absorbtie de genoemde maximale en minimale grenswaarden niet overschrijden.
- 5.6 Krimp: het verwerkte materiaal mag niet loskrimpen van de buiswand.
- 5.7 Expansie: indien het materiaal expandeert moet een berekening aantonen dat de buiswand niet scheurt.
- 5.8 Schadelijke stoffen:
- het te verwerken materiaal, resp. de verwerking, mag niet schadelijk zijn voor de werknemers.
- het verwerkte materiaal mag niet schadelijk zijn voor het milieu (in dit verband wordt gewezen op de bijlagen I en II van de Wet Chemische Afvalstoffen).

HOOFDSTUK 6. Uitvoering

6.1 Methode

- 6.1.1 Indien het eventueel in de leiding aanwezige water en de lucht het vullen ongunstig beïnvloeden, moeten maatregelen getroffen worden om dit te voorkomen.
- 6.1.2 De uiteinden van de gevulde leidinggedeelten moeten indien nodig (zie 5.2) definitief afgesloten worden.
- 6.1.3 De aannemer moet de werkmethode beschrijven (zie bijlage).
- 6.1.4 De aannemer moet beschrijven hoe hij tijdens het werk controle uitoefent op de kwaliteit van het werk, vooral van de vullingsgraad (100%) van de leiding.
- 6.1.5 Het werk moet worden uitgevoerd volgens de beschreven werkmethode welke de direktie heeft aanvaard.
- 6.1.6 De aannemer moet desverlangd referenties overleggen van eerder volgens de ingediende werkmethode uitgevoerde werken.

6.2 Werktuigen

Deze moeten in zodanige technische staat verkeren dat het vulmateriaal naar behoren vermengd en binnen de gestelde tijd over de opgegeven lengte verwerkt kan worden, e.e.a. overeenkomstig de werkmethodebeschrijving.

6.3 Aanvang van het werk

De aannemer mag niet met het werk aanvangen voordat de direktie de werkmethodebeschrijving, de materiaalattesten en de in 5.1. genoemde berekeningen heeft aanvaard.

HOOFDSTUK 7. Keuring

- 7.1 De direktie behoudt zich het recht voor het werk te keuren op hetgeen gesteld is in deze specificatie.
- 7.2 Door middel van het openen van de gevulde leiding of op andere wijze (ten genoegen van de direktie), dient de aannemer de kwaliteit van het gereede produkt aan te tonen.
- 7.3 Het openen van de gevulde leiding dient te geschieden met een minimum van 1
- per te vullen leidinggedeelte (tussen 2 vulgaten)
 - per 500 m' te vullen leidinglengte indien het te vullen leidinggedeelte langer is dan 500 m.

HOOFDSTUK 8. Herstel van gebreken

Als blijkt dat de leiding niet geheel gevuld is, of het vulmateriaal niet aan de eisen voldoet, moet de aannemer maatregelen treffen zodat aan de door de direktie gestelde eisen alsnog wordt voldaan.

Afdeling Leidingnet

Werkmethodebeschrijving

nr. d.d. 198

Betreft:

MODEL

Naam en adres aannemer

Deze moet o.a. minimaal gegevens bevatten betreffende:

- de wijze waarop en de hulpwerken waarmee het werk zal worden verricht,
- de te verwerken materialen,
- de werktuigen (capaciteit, drukken enz.) waarmee de verwerking zal geschieden,
- het aantal en de plaats van de te maken verbrekingsen van de te vullen leiding(en), alsmede de wijze waarop de verbrekingsen zullen worden uitgevoerd,
- opgave van de benodigde verkeersmaatregelen,
- indien van toepassing de in 5 genoemde berekeningen,
- eventuele maatregelen m.b.t. het in de leiding(en) aanwezige lucht en water,
- volgorde van de opeenvolgende te vullen leidinggedeelten,
- beschrijving van de leidingafdichtingen,
- methoden van de in 6.1.4 genoemde controles,
- maatregelen voortvloeiende uit de eventuele eisen vermeld in vergunningen van derden.

D.d. 198

Ondertekening aannemer

Naam

Aanvaard/niet aanvaard 198

D.d.

Ondertekening

Naam