

Inleiding

Dit artikel beschrijft één van de omvangrijkere projecten die voortvloeien uit het raamplan Westland, zoals beschreven door Dane e.a. [1]. Het betreft de aanleg van een transportleiding van $\varnothing$ 800 mm vanuit Europoort, Rotterdam, naar Westerlee en de bouw van een aanjaagstation. Afb. 1 geeft een overzicht van de situatie.

Aan de orde komen de volgende onderdelen:

- projectorganisatie;
- tijdsdruk;
- kostenaspecten;
- ontwerp en
- leveringszekerheid;
- 'directional drilling'.



D. F. M. DE KEIZER
Drinkwaterleiding
Rotterdam



J. KREBER
Drinkwaterleiding
Rotterdam

Projectorganisatie

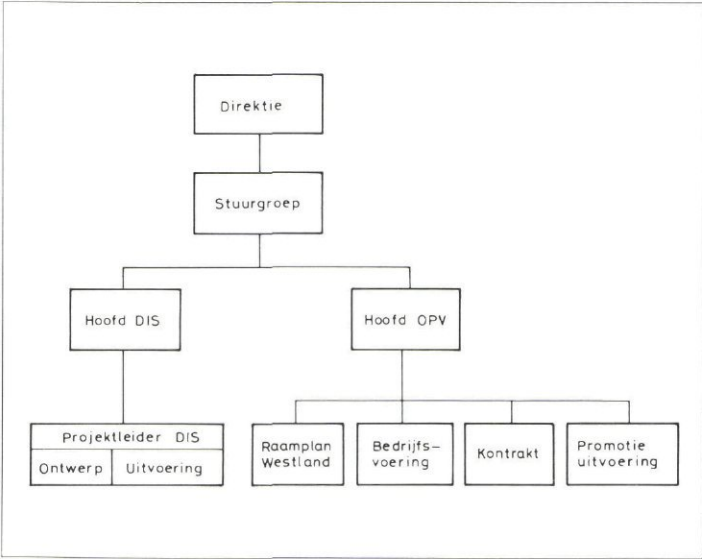
Het ontwerp en de uitvoering van de transportleiding en het aanjaagstation vormden een onderdeel van het project Waterlevering Westland van de Drinkwaterleiding Rotterdam (DWL Rotterdam). Het organisatieschema van de hiertoe opgerichte projectgroep is in afb. 2 weergegeven.

De technische doelstelling van de projectgroep luidde:

'Het tot stand brengen van een verbinding Europoort-Westerlee tegen minimale kosten.

Opleverdatum: Uiterlijk 1 april 1986'.

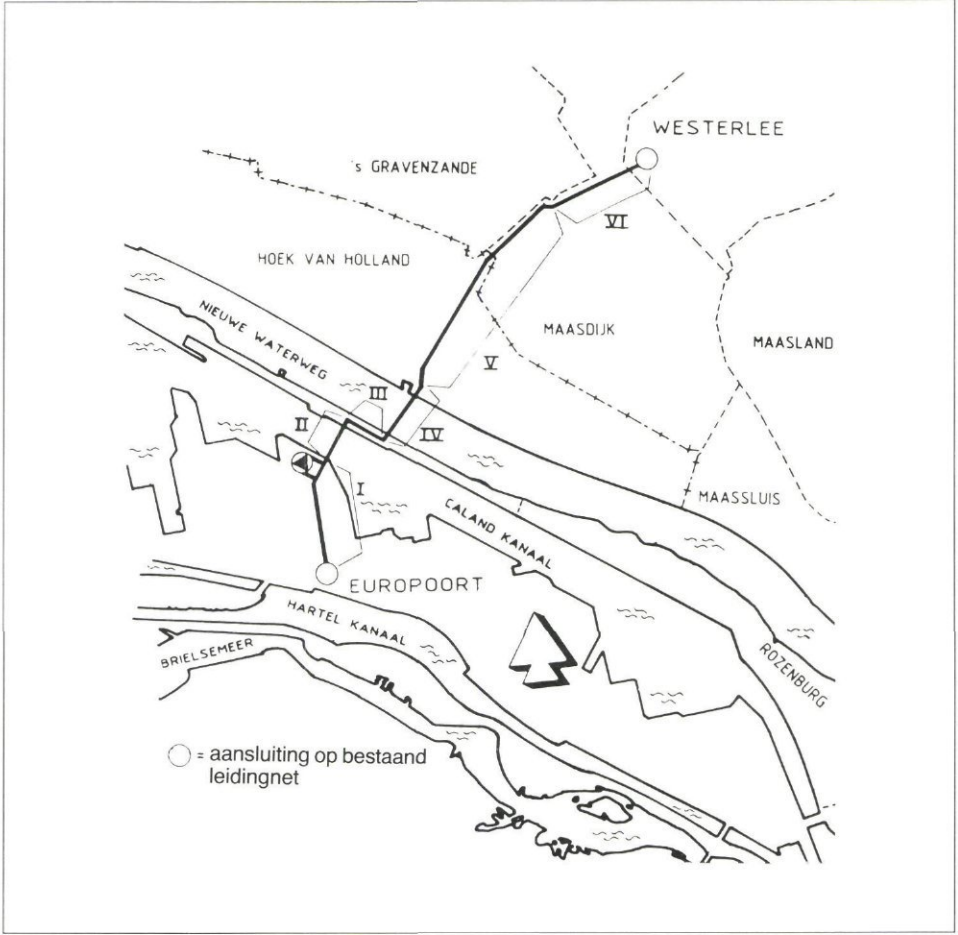
Een onderdeel van deze projectgroep, het ontwerp- en uitvoeringssysteem, was belast



Afb. 1 - Transportleiding Europoort Westerlee.

Afb. 3 - Technische kenmerken.

Afb. 2 - Organisatie-schema.



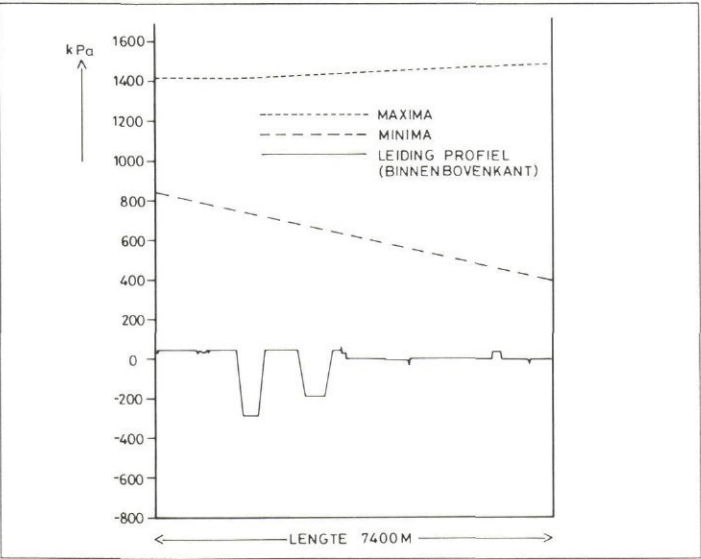
trace-deel	omschrijving	wateraaf	bijzonderheden
I	Moerzelweg - Calandkanaal	40m 1016x10.31 Grade B; 1500m 812.8x7.92 Grade B	kruising leidingstrook (dekking 2.5m); ligging leidingstrook (dagmaat 0.4m); aansluiting op jaagstation
II	Calandkanaal	250m 812.8x12.7 X52; 280m 812.8x15.88 X52	gecombineerde bokkenzinker; dekking 5m; gebaggerd 300.000 m3; gewicht 900 ton; lengte 300 m
III	Noordzeeweg	530m 812.8x7.92 Grade B	ligging leidingstrook (dekking 1m)
IV	Nieuwe Waterweg	670m 812.8x11.1 X52	gecombineerde sleepinkler; dekking 3m; gebaggerd 130.000 m3; gewicht 1100 ton; lengte 680 m
V	Nieuwe Waterweg - Maas-	84m 812.8x15.88 X42; 12m 812.8x12.7 Grade B; 2840m 812.8x7.92 Grade B	kruising hoofdwaterkering, 6 verstij-; vingsringen; persing door spoorbaan; ligging in bouwland (dekking 1.6m)
VI	Maasduik - Westerlee	340m 812.8x17.5 X60; 470m 812.8x10.3 X42; 240m 812.8x15.88 X60; 150m 812.8x7.92 Grade B	horizontaal gestuurde boring; bochtstralen R=1000m; kruising hoofdwaterkering (dekking 22m); passage kassengebied (dekking 18m); ligging provinciale weg (dekking 1m); persing onder Rijksweg en ligging in; berm (dekking 1.6m)
De staalkwaliteit is overeenkomstig API 5LX De uitwendige bekleding is PE (3mm), de inwendige bekleding is cementmortel (10mm)			
Aanjaagstation			
5 onderwaterpompen (1000 m3/h) gewoonteerd in stalen drukbehuizing. Opvoerdrukken: 600 kPa(4x) en 300 kPa (1x). Vermogens: 240 resp. 120 kW. Geïnstalleerd vermogen elektrische installatie: 2 x 630 kVA. Frequentieregeling pompen mbv PLC's			

met het realiseren van deze technische doelstelling.
De technische kenmerken van dit projectdeel zijn samengevat in afb. 3.
Het werk onderscheidde zich van andere projecten door een aaneenschakeling van technische complicaties: de ligging in een leidingstrook, driemaal een passage van een waterweg, tweemaal een kruising van een hoofdwaterkering, een spoorwegkruising, een passage van een kassengebied, een doorpersing onder een rijksweg en de noodzaak tot drukverhoging. Belangrijke randvoorwaarden waren het maximaliseren van de leveringszekerheid, het minimaliseren van de voorbereidings- en uitvoeringstijd en het minimaliseren van de kosten.
Een deel van het werk bevindt zich in het verzorgingsgebied van de NV Westlandse Drinkwaterleiding Maatschappij (WDM) en is door de DWL Rotterdam uitgevoerd als een turnkey-project.

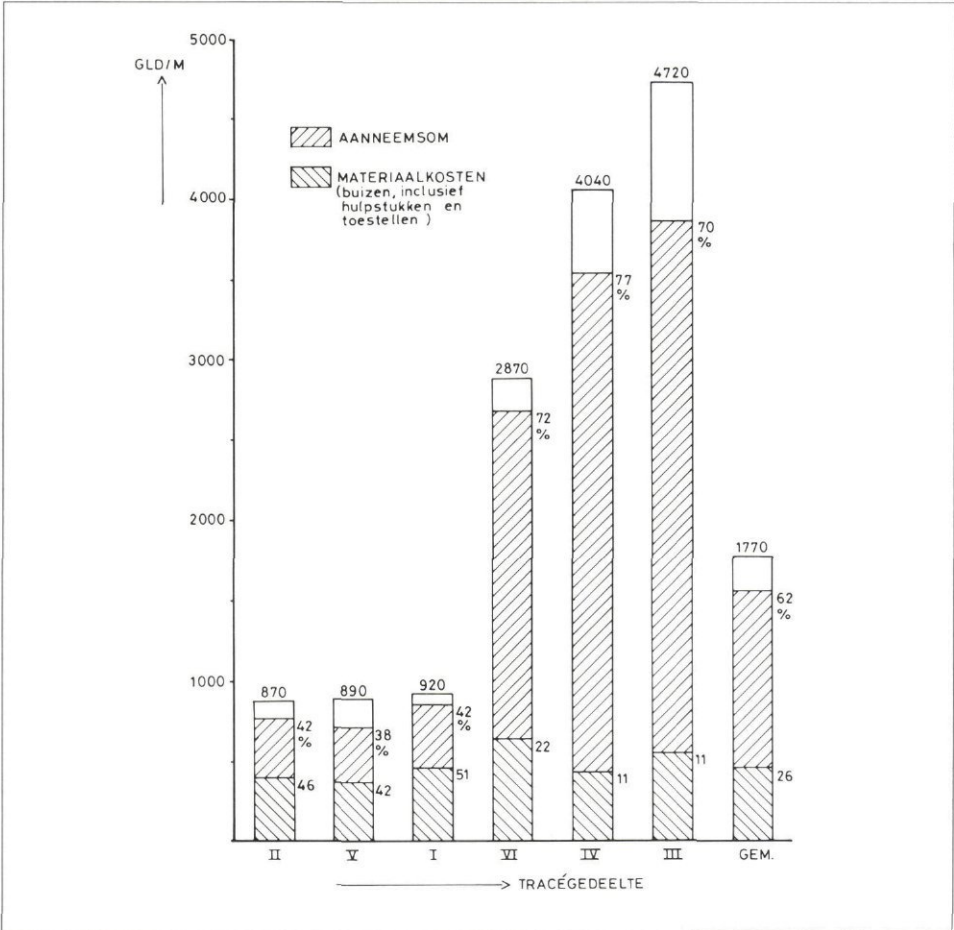
Kostenaspecten

De kredietbegroting van transportleiding en aanjaagstation bedroeg f 21,3 miljoen. De uiteindelijke kosten zijn uitgekomen op f 18,1 miljoen. Het kostenaspect heeft tijdens het gehele project veel aandacht gehad, zowel in de voorstudie als in de ontwerp- en uitvoeringsfase. In de voorstudie is veel energie gestoken om tot een optimale tracékeuze en diameter te komen. In de ontwerpfase is veel aandacht besteed aan beperking van de kosten. Ter illustratie een drietal voorbeelden.

A — De laagste voordruk in Europoort bedraagt 220 kPa. De druk in Westerlee moet max. 420 kPa bedragen. Dit betekent dat er een drukverhoging moet plaatsvinden door middel van een aanjaagstation. Het oorspronkelijk ontwerp ging uit van een aanjaagstation nabij de Moezelweg.



Afb. 4 - Extreme druk-niveaus na klepsluiting.



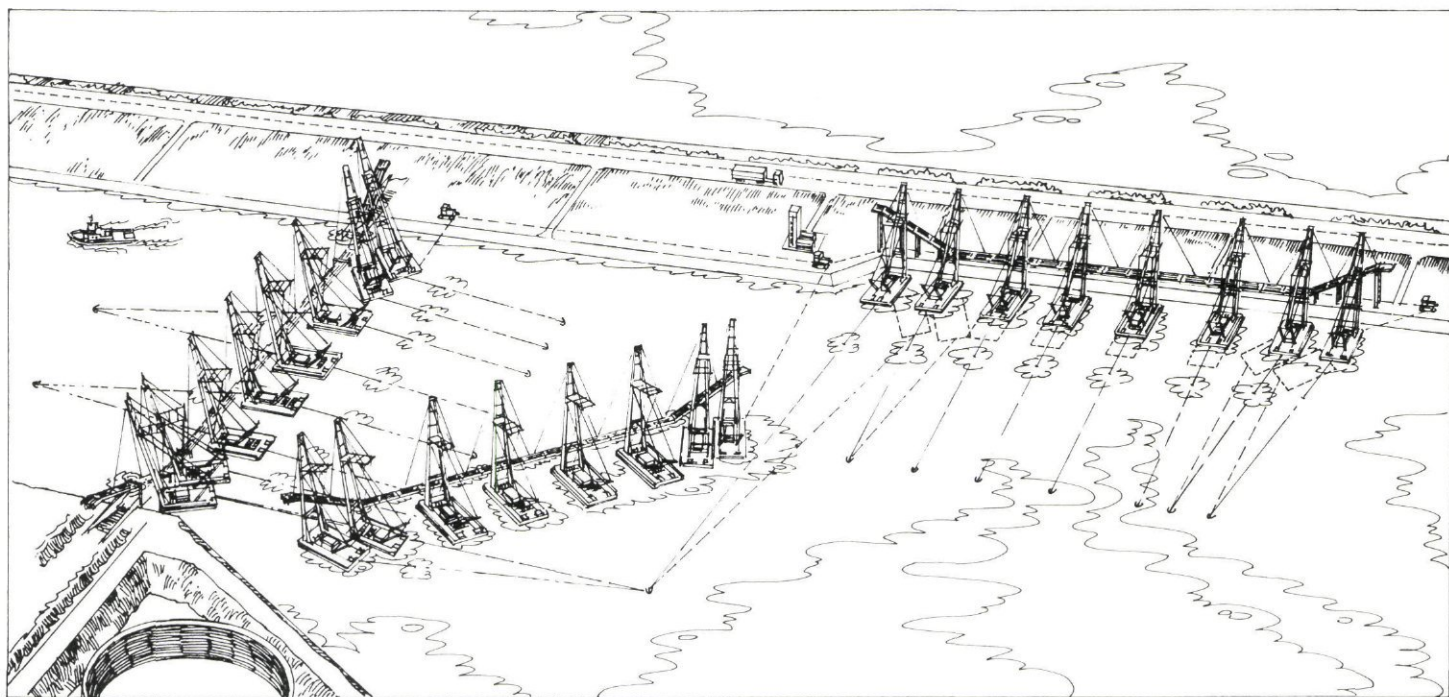
Afb. 5 - Leidingkosten per tracédeel.

Berekeningen gaven echter aan, dat hierdoor grote waterslagproblemen kunnen ontstaan. De druk zou bij het plotseling afsluiten van de vlinderklep aan het eind van de leiding op kunnen lopen tot 3.200 kPa. Door verplaatsing van het aanjaagstation in noordelijke richting kon de ontwerpdruk, zoals aangegeven in afb. 4, worden teruggebracht tot 1.500 kPa. Pompuitval leverde in deze

situatie ook geen problemen meer op. Hierdoor kon de geplande waterslaginstallatie vervallen. Besparing: f 500.000,-.

B — Tijdens de ontwerpfase is getracht zoveel mogelijk samen te werken met andere leidingeigenaren om kosten te besparen. Zo is in het Calandkanaal een zinkerbundel gelegd samen met het Hoogheemraadschap van Delfland (1 x ø 1600), de NAM (1 x ø 400 en 3 x ø 200) en AMOCO (1 x ø 250). Direct na de zinkerlegging is een HPE leiding ø 200 ingetrokken ten behoeve van de PTT. Het passeren van het Calandkanaal zou zonder deze participanten voor de DWL Rotterdam bijna vijfmaal zoveel gekost hebben. Het bijbehorend grondverzet zou in deze situatie 120.000 m³ zijn geweest. Bij de passage van de Nieuwe Waterweg hebben Delfland, de NAM en de DWL Rotterdam samengewerkt. Dit heeft geleid tot een gezamenlijke sleepzinker. Wanneer de DWL Rotterdam alleen de Nieuwe Waterweg had moeten kruisen, zou dit ongeveer driemaal zoveel hebben gekost.

C — Voor het project zijn drie subsidiebronnen aangeboord:
1. Werkgelegenheidsprogramma 1984/1985 – ministerie van Sociale Zaken en Werk-



Afb. 6 - Bokkenbezinker Calandkanaal.

gelegenheid (uitvoering via de Land-inrichtingsdienst).

2. Decentraal Voorwaarden Scheppend Beleid 1984-1986 – provincie Zuid-Holland.
3. Centraal Voorwaarden Scheppend Beleid 1984-1986 – ministerie van Economische Zaken.

De subsidie op dit deelproject bedraagt f 4,7 mln. De totale subsidie op het door de DWL Rotterdam en der WDM uitgevoerde gietwaterproject bedraagt f 8,6 mln. Hiervan neemt de Landinrichting het leeuwendeel voor zijn rekening.

In de uitvoeringsfase is een stringente kostenbewaking doorgevoerd. Afb. 5 geeft de nacalculatie weer van de verschillende leidinggedeelten, zoals aangegeven in afb. 1. Ter vergelijking: de kosten zoals ze genoemd zijn door Knoppert [2] bedragen voor een ø 800, vertaald naar het prijspeil van 1985, f 1.030,-/m'.

Bij deze afb. kunnen een paar opmerkingen worden geplaatst.

Ondanks het feit dat bij de sleepzinker (tracégedeelte IV) twee participanten minder deelnamen (AMOCO en PTT) is de prijs per strekkende meter lager. Dit komt doordat een geringere gronddekking boven de zinkerbundel werd geëist en omdat de te baggeren hoeveelheid in vergelijking met een bokkenzinker kleiner is.

Voor het meest noordelijke tracé mag uit afb. 5 niet de conclusie getrokken worden dat dit de strekkende meterprijs is voor een horizontale boring van ø 800 mm. Immers, in dit tracédeel is tevens een gedeelte conventioneel gelegd in de rijbaan. De prijs van het horizontale boren is in dit specifieke geval

ongeveer f 3.500,-/m'. Deze prijs heeft onzes inziens nauwelijks waarde als voor-calculatieprijs, omdat horizontaal gestuurd boren sterk afhankelijk is van de situatie.

Belangrijke kostenfactoren zijn:

- kosten voor mobilisatie en demobilisatie;
- de combinatie leidingdiameter en boor-lengte;
- de vereiste nauwkeurigheid bij het uittrede-punt;
- de vervoerskosten voor de boorvloeistof (bentoniet).

De kosten van de beklede stalen buis varieerde van f 311,-/m' (Grade B wanddikte 7,92) tot f 623,-/m' (X60 wanddikte 17,5). De overige materiaalkosten, zoals weergegeven in afb. 5, worden bepaald door hulpstukken, toestellen als vlinderkleppen en keerkleppen, en watermeters (in dit geval magnetoflowmeters).

Om de materiaalkosten te kunnen vergelijken zijn de kosten in gulden/m' omgewerkt in gulden/kg staal. De kostprijs varieerde hierbij van f 1,80/kg (X40) tot f 2,11/kg (Grade B). Opvallende conclusie: Het prijsverschil van de materialen werd bij dit project alleen veroorzaakt door verschillen in wanddikte en niet door verschillende staalkwaliteiten. Het per deelproject bestellen in kleinere hoeveelheden heeft, als gevolg van de tijdsdruk, nauwelijks kostenverhogend gewerkt.

In de overige kosten zijn opgenomen de interne en externe directe kosten van voorbereiding, uitvoering en de indirecte magazijnopslag. De overige kosten zijn bij de beide zinkers relatief hoog. Dit komt voor-

namelijk door de grote inspanning die geleverd moest worden voor de engineering en het toezicht. Duidelijk van invloed zijn hierbij de kosten van Gemeentewerken Rotterdam, die bij de zinkers heeft gefungeerd als ingenieursbureau.

Leveringszekerheid

Er is veel aandacht besteed aan het vinden van een optimum tussen leveringszekerheid en kosten. De leveringszekerheid heeft grote nadruk gekregen aangezien de transportleiding Europoort-Westland een zeer belangrijke aanvoer voor de WDM zal worden. Er is uiteindelijk gekozen voor een gelaste stalen leiding met een uitwendige bekleding van gesinterde pe en een inwendige bekleding van cementmortel. Het kostenvoordeel van een ander leidingmateriaal, ongeveer 1,5% van de totale projectkosten woog niet op tegen de vermindering van de leveringszekerheid.

Tijdsdruk

Op het project lag een grote tijdsdruk. Op 1 april 1986 moest drinkwater geleverd kunnen worden aan de WDM. Tussen het begin van de voorbereiding en de datum van levering lag ongeveer 2 jaar. De voorbereiding van het project startte in april 1984 en duurde tot oktober 1985. De uitvoering startte in maart 1985 en duurde tot april 1986. Ter vergelijking: de voorbereiding en uitvoering van een *landleiding*, met een nominale middellijn van 800 mm en een lengte van 7.700 m in de periode 1980/1981, duurde 21 maanden.

Door deze korte doorlooptijd was het

noodzakelijk het tracé te verdelen in deelprojecten: ieder met een eigen vroegste startdatum met betrekking tot de uitvoering. Een strakke tijdsplanning in de beginfase tijdens het project leidde tot duidelijkheid over het kritische traject. De vereiste versnelling moest bereikt worden binnen de eigen organisatie, bij de aannemerij en bij de levertijden. Het bleek noodzakelijk om de horizontale boring in continudienst uit te voeren om te voldoen aan de opleveringsdatum.

Ontwerp

In de voorstudie is een globale tracékeuze gemaakt en de economisch optimale diameter bepaald (Dane e.a. [1]). De ontwerpcriteria voor de leiding kunnen worden verdeeld in interne (= bedrijfs-) en externe (= vergunnings-) criteria. In deze laatstgenoemde groep kunnen worden onderscheiden:

- algemene bepalingen etc. voor pijpleidingen van de gemeente Rotterdam;
- Provinciale Pijpleidingcode 1972, revisie 5;
- richtlijnen voor hoogspanningslijnen, kabels en buisleidingen (Rijkswaterstaat);
- algemene voorwaarden van de Nederlandse Spoorwegen.

Er is relatief veel tijd besteed aan de technische optimalisering van het leidingontwerp. De voornaamste reden hiervoor was dat vrijwel het gehele tracé aan externe eisen moest voldoen. De grootste materiaalbesparing is verkregen voor het tracédeel Europoort-Maasdijk. Dit leidinggedeelte moet namelijk grotendeels voldoen aan de 'Algemene bepalingen etc.'. Er is gebruikgemaakt van onderzoeksresultaten, verkregen uit een in een laboratorium geteste buis. In overleg met het ingenieursbureau Geotechniek van Gemeentewerken Rotterdam zijn per tracédeel de opleghoeken,

zettingen, belastingen en horizontale steundruk met bijbehorende 'aangrijpingshoek' bepaald. Ter illustratie: Onder gelijke omstandigheden geeft de Provinciale Pijpleidingcode een tweemaal zo grote wanddikte. Voor tien tracégedeelten zijn afzonderlijke sterkteberekeningen gemaakt.

Voor de dimensionering van de buis speelt behalve het grondmechanische aspect ook de grootte van de veiligheidsfactor een belangrijke rol. Deze factor bepaalt namelijk de hoogte van de toelaatbare spanning.

Een optimaal gebruik van het buismateriaal is verkregen door het erosiegat, dat ontstaat bij een theoretische lekkage of breuk van de leiding, zo nauwkeurig mogelijk te berekenen. Hiertoe is gebruikgemaakt van een aantal door de DWL Rotterdam ontwikkelde computerprogramma's. Allereerst is de pompkromme bepaald in het te beschouwen punt van de transportleiding. Daarna is de maximale impuls berekend bij variabele grootte van het lekkagegat daarbij rekening houdend met de overige hydraulische leidingparameters. Verder is bij het ontwerp rekening gehouden met waterslag.

De maximale druk van 1,5 MPa treedt op bij sluiting van de vlinderklep in 900 sec.

Daarnaast is gebruikgemaakt van de extra stijfheid die de inwendige cementcoating aan de stalen buis geeft. Hierdoor kon de wanddikte voor het overgrote deel van het tracé beperkt blijven tot 7,92 mm bij een staalkwaliteit van API Grade B. Alleen de buizen in de kunstwerken 'zinker Calandkanaal', 'zinker Nieuwe Waterweg' en 'kruising Deltadijk' hebben een grotere wanddikte en hogere staalkwaliteit (zie afb. 3).

Toch konden ook bij deze beide zinkerbundels de staalkwaliteit en wanddikte worden beperkt door gebruik te maken van een speciaal geconstrueerd koppelframe. Hierdoor worden ongewenste oplegreacties

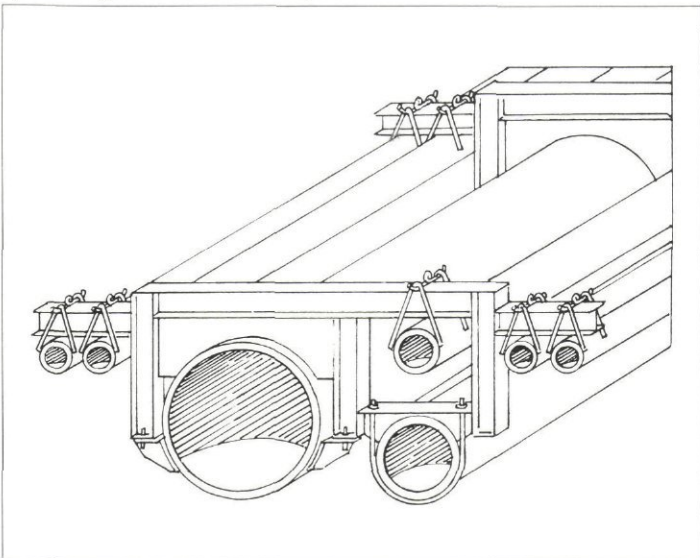
voorkomen en kan volledig gebruikgemaakt worden van het ondersteunende draagvermogen van de omringende grondmassa (zie afb. 7 en 8). In verband met de breedte/diepte verhouding is voor het kruisen van het Calandkanaal gekozen voor een bokkenzinker (afb. 6) en kon de Nieuwe Waterweg worden gekruist met een sleepzinker.

Afgezien van het kostenverschil tussen de beide zinkertypen heeft een sleepzinker het voordeel dat geen speciale bochtstukken (miterbends) nodig zijn en de overlast voor de scheepvaart in belangrijke mate wordt beperkt. Een sleepzinker voor het kruisen van de Nieuwe Waterweg was technisch mogelijk aangezien het onderwatertalud voldoende flauw was. Daarnaast was op de noordoever voldoende ruimte aanwezig om de zinkerbundel op een smalspoor op te stellen. Ten behoeve van de zinkoperatie was het wel noodzakelijk, een brug te bouwen over de spoorbaan Maassluis-Hoek van Holland en de Deltadijk te verlagen. Een grote hydraulische lier, opgesteld op de Noordzeeweg, trok de zinkerbundel de Nieuwe Waterweg in.

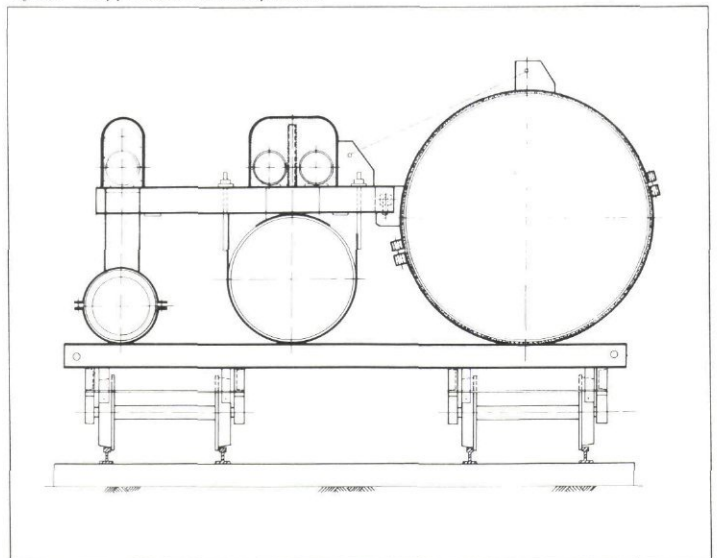
Voor het derde kunstwerk, de kruising met de Deltadijk bij het gemaal Westland, is gebruik gemaakt van buizen met een wanddikte van 15,88 mm. De staalkwaliteit bedraagt X42. Ter beperking van de staalspanningen in de miterbends is gebruikgemaakt van verstijvingsringen.

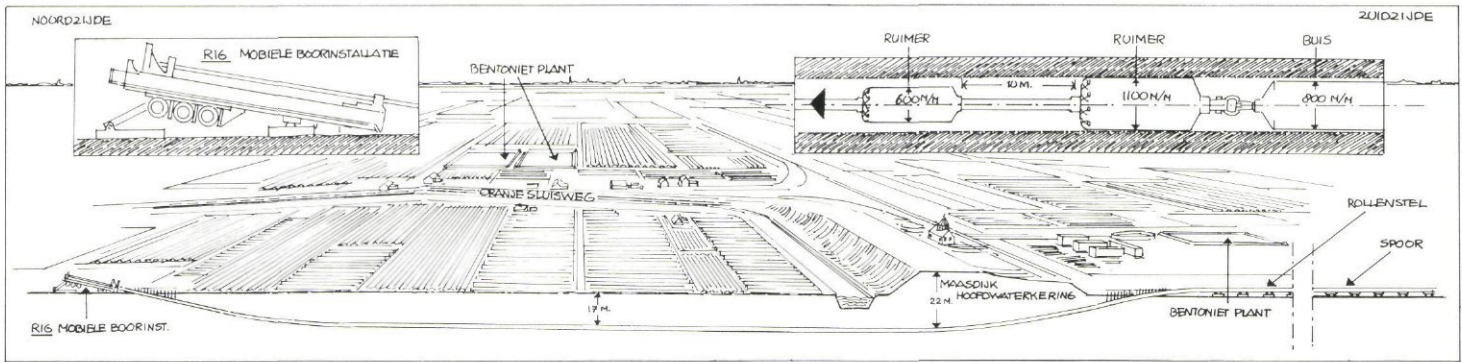
De afmetingen hiervan zijn bepaald met behulp van een door de DWL Rotterdam ontwikkeld computerprogramma, gebaseerd op door TNO opgestelde formules. Het voordeel van deze constructie is, dat het gebruik van dikwandige, gebogen buizen van hoogwaardig staal kan worden voorkomen. Door de uitvoering van de leidingkruising met dijk en spoor te combineren met de aanleg van drie NAM-leidingen zijn ook hier

Afb. 7 - Koppelconstructie bokkenzinker.



Afb. 8 - Koppelconstructie sleepzinker.





Afb. 9 - Directional drilling.

TABEL I.	
Kruising	Vergunningverlenende instantie
Maasdijk	Hoogheemraadschap van Delfland, Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland
Provinciale weg op Maasdijk	Provinciale Waterstaat
Nieuwe Water	Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland ingevolge Wet Scheepvaartbelangen
Oranjesluisweg	Provinciale Waterstaat
binnen veiligheidszone van Oranjesluisweg	Provinciale Waterstaat

de kosten belangrijk gedrukt. Voor het gezamenlijk kruisen van de spoorbaan is gebruikgemaakt van een $\varnothing$ 1600 mm mantelpersbuis met plaatstalen kern.

Directional drilling

Het laatst en meest gecompliceerde tracédeel was het gedeelte vanaf de Maasdijk tot aan Westerlee.

In Westerlee bevindt zich het aansluitpunt op het leidingnet van de WDM.

Afgezien van de technische problemen geeft het aantal benodigde vergunningen (tabel I) een idee van de vele te maken afspraken.

Gezien de zware vergunningseisen zijn alternatieve tracé's gezocht. De belangrijkste hiervan zijn:

Conventionele kruising van de Maasdijk (drie persingen en verder het in open ontgraving leggen van de leiding).

Nadelen:

- hoge kosten buismateriaal in verband met belastingen en sprongzettingen;
- veel miterbends met verstijvingsringen;
- hydraulisch zeer ongunstig;
- reconstructie leiding noodzakelijk bij aanpassing kruispunt;
- lange voorbereidings- en uitvoeringstijd.

Ligging in de Oranjesluisweg (fietspad reeds vol met kabels en buizen).

Nadelen:

- moeilijke en lange uitvoering van leidingwerk, aangezien steeds één rijstrook en het fietspad open moeten blijven;
- relatief lange voorbereidingstijd in verband met de te kruisen duiker en brug;
- hoge kosten buismateriaal;

- asfaltering van beide rijstroken met meerjarig onderhoud wegdek.

Ligging in Zwethkanaal en Leewater.

Nadelen:

- lange voorbereidingstijd;
- kostbare constructie.

Uiteindelijk is gekozen voor het kruisen van de Maasdijk door middel van een zogenaamde *horizontaal bestuurbare boring*.

Voordelen van deze kruisingsmethode zijn:

- relatief korte voorbereidings- en uitvoeringstijd;
- weinig verkeershinder;
- vanwege de afwezigheid van miterbends een technisch en hydraulisch gunstige leidingconstructie;
- gunstige situering van de leiding, waardoor reconstructie van de buis achterwege kan blijven bij aanpassing van dijk en/of weg;
- kans op beschadiging van de buis bij werkzaamheden aan nabijgelegen kabels en buizen is nihil.

Vergunning

Aangezien de methode van een gestuurde boring in Nederland vrij nieuw is en bovendien in Zuid-Holland nog niet eerder vergunning was verleend te boren onder een hoofdwaterkering, was een lange overlegtijd met de vergunningverlenende instantie noodzakelijk. Vooral omdat er toestemming verleend moest worden voor een boring met een grote diameter over een grote afstand (825 m). Nadat de principegoedkeuring was verkregen, kon de vergunningsaanvraag in goed overleg in korte tijd worden gerealiseerd. Binnen de veiligheidszone van de waterkering en de Provinciale weg moest

gerekend worden met een neutrale bovenbelasting en een opleghoek van 120° zonder horizontale steundruk. De grote gronddekking gecombineerd met deze berekeningsmethode gaf als resultaat een buiswanddikte van 17,5 mm met staalkwaliteit X60.

Doordat buiten de veiligheidszone gebruik gemaakt kon worden van horizontale steundruk bleef de wanddikte beperkt tot 10,3 mm met staalkwaliteit X42. Vanaf het eindpunt van de boring restte nog ongeveer 150 m tot aan de doorpersing Galgweg (wegbeheerder Rijkswaterstaat). Voor genoemde 150 m is van de Provinciale Waterstaat toestemming verkregen de leiding in de Oranjesluisweg te leggen. Gezien de geringe lengte kon men akkoord gaan met een tijdelijke afsluiting van de weg. Hierdoor was het mogelijk ook dit stuk leidingwerk snel te realiseren.

Uitvoering

Door de vergunningverleners werd onder meer geëist dat de boring onder de Maasdijk zo nauwkeurig mogelijk zou moeten plaatsvinden. Om deze reden werd besloten te boren vanaf de Pettendijk (Zuidzijde Maasdijk). Ook de aanwezigheid van obstakels (bunkers, damwand en hoogspanningskabels) maakte een boring vanaf de Pettendijk noodzakelijk. De enige lokatie met voldoende ruimte voor het samenstellen van de waterleiding was gelegen aan de voet van genoemde dijk. Om deze reden moest de rig (mobiele boorinstallatie) voor de ruim- en intrekfase naar het eindpunt van de boring worden verplaatst (zie afb. 9).

Principe gestuurd boren

De boorbuis, de zogenaamde pilot-string, voorzien van een boorkop, wordt in de grond gedrukt. Deze kop wordt aangedreven door een zogenaamde mudmotor. De mud, bentoniet (zuivere klei) vermengd met water, voert het losgewoelde materiaal langs de buitenzijde van de pilotbuis terug. Achter de boormotor bevindt zich een meetunit die signalen naar een computer zendt. Na ongeveer 150 m boren wordt al draaiende een 5" spoelbuis (washover-pipe) over de

pilotstring heengeschoven. Deze spoelbuis biedt steun aan de boorpijp en transporteert de met bentoniet vermengde grond. Nadat de beide buizen op de juiste lokatie zijn aangekomen wordt de pilotbuis verwijderd.

Ruimfase

De washoverpipe blijft achter in het boorgat en wordt gebruikt voor de ruim- en intrekfase. Hiervoor wordt de rig verreden naar het eindpunt van de boring (noordzijde). Nadat de ruimer aan de washoverpipe is bevestigd, wordt deze al draaiende naar de rig teruggetrokken. De uitkomende pijpen worden weer aan de zuidzijde achter de ruimer bevestigd, zodat de volledige boorstreng weer aanwezig is als de ruimer bij de rig is aangekomen. Allereerst is het boorgat geruimd tot een diameter van 26".

De tweede ruimer (44") is gebruikt voor het voorruimen voor het gat over een lengte van 150 m. Daarna is de ruimer 'teruggeduwd' en verbonden met de waterleiding.

Intrekfase

Tijdens de intrekfase kunnen tussen de washoverpipe en de watervoerende buis de volgende onderdelen worden onderscheiden:

- 24" centreringsruimer. Deze ruimer voorkomt het 'slaan' van de washoverpipe in het voorgeruimde gat;
 - 44" ruimer;
 - shivel. Dit is een soort koppeling die voorkomt dat de $\varnothing$ 800 mm buis met de ruimer gaat meedraaien;
 - trekrop met de $\varnothing$ 800 mm waterleiding.
- Voor alle zekerheid is een 40 tons lier met dodebed aan het eind van de op lorries opgestelde waterleiding geïnstalleerd. Deze lier kon indien nodig de leiding uit het gat terugtrekken.

Mudvijvers

De naar achteren afgevoerde bentoniet, vermengd met de gevoerde grond, wordt in bassins opgevangen. Twee mudlokatie zijn hiervoor ingericht, te weten bij de Pettendijk en bij het 'Blauwhék' (zie asfb. 9). Op deze laatstgenoemde lokatie wordt de mud zodanig gereinigd dat de boorvloeistof opnieuw bruikbaar is tijdens de ruim- en intrekfase. De verbinding tussen de mudplant en de rig wordt gevormd door twee stalen 5" leidingen. Tijdens de werkzaamheden is de mud uit de bassins bij de Pettendijk door middel van tankwagens naar het 'Blauwhék' vervoerd. Na afloop van de boring bleek dat er ongeveer 3.000 m³ mud in de vijvers aanwezig was. Tijdens het intrekken moest de buis twee horizontale en drie verticale bochten maken.

Er is speciale aandacht besteed aan de opleggingen en de bochtstralen teneinde beschadiging van de inwendige bekleding te voorkomen. Ook het afpersen van de vrij

opgelegde buis vereiste een nauwgezette voorbereiding en begeleiding. Een vergunningseis was namelijk dat er afgeperst moest worden op een druk overeenkomstig en gelijk aan 90% van de vloeistof. Aandachtspunten waren optredende materiaalspanning ter plaatse van de opleggingen en de buisverplaatsingen (axiaal en tangentieel), in het bijzonder speciaal in relatie tot de inwendige coating. Tot besluit enige cijfers in tabel II.

TABEL II.

Werkfase	Tijd in dagen
pilotboring	16
ombouwen rig	9
26" ruimen	3
voorruimen 44"	2
ruimen en intrekken	2½

Conclusies

1. Door een strakke organisatie en een goede kostenbewaking is de technische doelstelling, het tot stand brengen van een verbinding Europoort/Westland tegen minimale kosten voor 1 april 1986, gehaald. Rekening houdend met de moeilijkheidsgraad is ten aanzien van de voorbereiding en uitvoering een versnellingsfactor van 2 bereikt ten opzichte van vergelijkbare projecten.
2. De kosten voor de leiding per strekkende meter, inclusief de zinkers en de horizontale boring en exclusief het aanjaagstation bleken (mede dankzij de subsidies) slechts 20% duurder dan een landleiding.
3. De Nederlandse aannemerij heeft aangetoond dat zij in staat is een horizontale boring, die qua combinatie leidingdiameter en boorlengte uniek is, naar behoren te kunnen uitvoeren.
4. Een horizontale boring kan een goed alternatief zijn om bij een moeilijke passage een verantwoorde oplossing te verkrijgen.

Literatuur

1. Dane, P. A. en Nieuwenhuijzen, J. E. J. van (1986). *Raamplan Westland: Technische integratie in de praktijk*. H₂O (19) 1986, nr. 8, pag. 154.
2. Knoppert, P. L. (1974). *Materiaalkeuze*. 26e Vakantiecursus TH-Delft, 1974.



Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterzuivering en Waterkwaliteitsbeheer

Symposium 'Recent onderzoek, nader toegelicht'

De NVA-programmagroep 3, die zich vooral bezighoudt met de behandeling van afvalwater, nodigt u uit tot deelname aan het symposium 'Recent onderzoek, nader toegelicht', dat zal worden gehouden op 23 april 1986 in 'De Flint' te Amersfoort, aanvang 9.30 uur.

Het doel van dit symposium is het presenteren en bespreken van de resultaten van recente (of bijna) afgesloten onderzoeken op het gebied van de behandeling van afvalwater en de slibverwerking. Er is een keuze gemaakt uit onderzoeken die door of in opdracht van de STORA, DBW/RIZA en DHV zijn uitgevoerd.

Op het programma staan de volgende voordrachten:

- 'Slibontwatering in lagunes', door ir. N. Christen (Heidemij, Adviesbureau Arnhem).
 - 'Slib, zwarte grond en compost', door J. J. van den Berg (Grontmij).
 - 'Optimalisatie van de gistingsgasproductie', door ir. P. de Jong (Witteveen en Bos).
 - 'Energieopwekking met kleine gasmotoren', door: ir. J. Boschloo (zuiveringschap Drenthe).
 - 'Fysische en biologische aspecten van de toepassing van actieve kool bij het oxydatief biologische zuiveringsproces', door ing. L. Teurlinck (DBW/RIZA).
 - 'Denitrificatie op rioolwaterzuiveringsinrichtingen', door: ir. F. W. A. M. Rijnart (Witteveen en Bos).
 - 'Reductie van pathogene bacteriën en virussen bij simultaan- en na-precipitatie met ijzer-3-chloride', door dr. ir. T. J. Nieuwstad (TH Delft).
 - 'De toepasbaarheid van fosfaatverwijdering in een pelletreactor', door ir. E. Eggers (DHV).
 - 'Toekomstige generatie zuiveringsinstallaties', door ir. W. van Starkenburg (DBW/RIZA).
- NVA-leden die aan deze activiteit willen deelnemen, kunnen zich aanmelden door inzending van de toegezonden aanmeldingsstrook vóór **uiterlijk 15 april 1986** met gelijktijdige overmaking van de deelnemerskosten ad f 70,- op girorekening 1008472 ten name van NVA te Rijswijk onder vermelding van NVA-symposium 23 april 1986. Voor lang-parkeren bij 'De Flint' kunt u bij de ontvangstbalie een dagkaart halen die moet worden gecombineerd met een parkeer-