

De bouwkundige aspecten van Leiduin II

De grondstof voor de bereiding van drinkwater voor de gemeente Amsterdam en een aantal omringende gemeenten wordt gewonnen in een drietal onderscheiden gebieden. Deze wingebieden omvatten:

1. Het duingebied gelegen tussen de plaatsen Heemstede en Noordwijkerhout. De capaciteit van dit gebied bedraagt thans 83 miljoen m³ water per jaar.
2. Het plassengebied, hetgeen globaal omvat de Bethunepolder te Maarsse (U.), de waterleidingplas te Loenen (Oud-Over), alsmede de zuiveringswerken en het pompstation te Weesperkarspel. De capaciteit van dit gebied bedraagt circa 20 miljoen m³ water per jaar.
3. Een bronwaterleiding te Hilversum met een capaciteit van 2 miljoen m³ per jaar.

Het duingebied is het oudste wingebied van Amsterdam. Reeds vanaf 1853 wordt van hieruit water geleverd naar de hoofdstad van het land.

Wij zijn heden ten dage de vroede vaders van weleer nog veel dank verschuldigd voor hun wijs beleid inzake de aankoop van dit voor ons nog steeds zeer belangrijke waterwingebied.

Werd aanvankelijk het water alleen uit de kanalen, waarin de nuttige neerslag rechtstreeks uit de naastgelegen duinen afvloeide, onttrokken, spoedig bleken uitbreidingen noodzakelijk. Meer en diepere kanalen werden gegraven, terwijl bovendien aanvulling van het water met diepduinwater (van onder een aanwezige kleilaag) door middel van bronnen plaats vond. Deze diepduinonttrekking werd ten gevolge van de steeds toenemende waterbehoefte in de stad, in de loop der jaren dusdanig opgevoerd, dat de aanvankelijk aanwezige zoetwatervoorraad sterk verminderde, zodat de zoutwater/zoetwater grens zorgwekkend steeg.

De toenemende waterbehoefte vormde gedurende een lange reeks van jaren een zeer belangrijk studieobject voor de GW. Deze studies mondden uit in

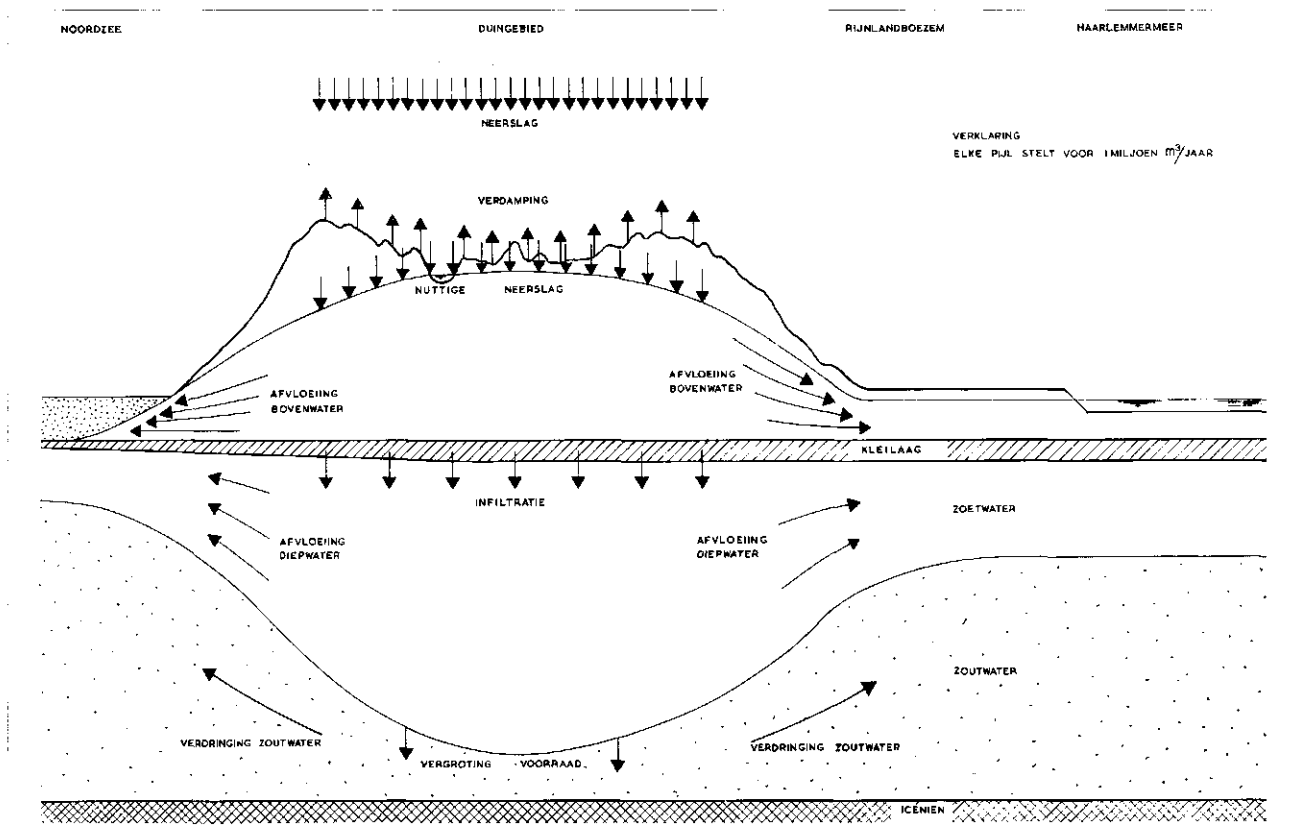
rapport 1940 van de Gemeentewaterleidingen.

Evenals bij vele andere belangrijke projecten uit die tijd het geval was, werd ook de uitvoering van dit project stilgelegd. De naoorlogse omstandigheden verschilden echter dermate van de vooroorlogse prognoses, dat nieuwe studies noodzakelijk waren. Deze studies vonden hun beslag in het rapport 1948 der Gemeentewaterleidingen.

De daarin voorgestelde uitbreiding van de leveringscapaciteit van de duinen werd verkregen door infiltratie met rivierwater, hetgeen werd onttrokken aan het Amsterdam-Rijnkanaal te Jutphaas. Om dit te realiseren werd in 1951 de NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK) opgericht met als aandeelhouders de gemeente Amsterdam en de provincie Noord-Holland.

In 1957 vloede het eerste voorgereinigde rivierwater van Jutphaas naar de duinen, waar een uitgebreid stelsel van infiltratiekanalen en drains was aangelegd om het gemengde rivier-

De waterhuishouding in de Amsterdamse waterleidingduinen.



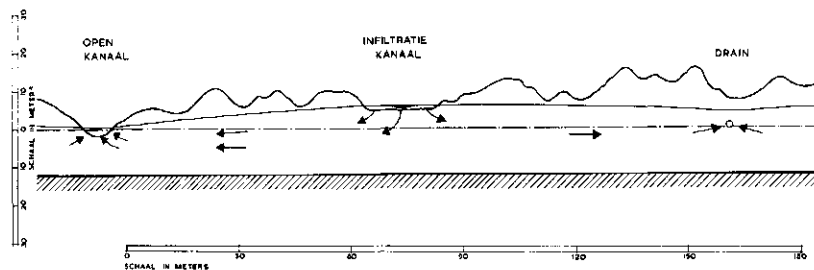
duinwater terug te winnen ten behoeve van de drinkwatervoorziening.

Dit project houdt voor het geïnfilterde rivierwater rekening met een verblijftijd van 2 à 3 maanden in de ondergrond van het duin.

Na enkele jaren bleek het echter nodig te zijn de capaciteit van de duinwatervoorziening wederom uit te breiden. Daarvoor moest de toevoer van rivierwater worden verhoogd. Dit betekende de aanleg van een tweede transportleiding van Jutphaas naar de duinen, uitbreiding van de filter- en pomp-capaciteit te Jutphaas, welke voorzieningen in 1967/1968 in gebruik konden worden gesteld. Gebruikers waren de gemeente Amsterdam en de industrie te Velsen. De provincie Noord-Holland had inmiddels uitbreidingsplannen elders gerealiseerd.

Het productie-apparaat te Leiduin is nu volledig op elkaar ingesteld. Er kan 70 miljoen m³ water worden geïnfilterd, terwijl 83 miljoen m³ drinkwater kan worden bereid. Het verschil 13 miljoen m³ is het nuttig rendement van de regenval.

Hierbij kan worden opgemerkt dat peilvariatie in verschillende kanalen het mogelijk maakt de aanvoer van rivierwater voor kortere of langere tijd te stoppen, zonder dat de leveranties aan Amsterdam worden verminderd



Schematische voorstelling van het kanalenstelsel.

(zie publicatie van ir. K. D. Venhuizen in H₂O van 26 juni 1969).

Het oude pompstation, bij GW bekend als Leiduin I, klaargekomen in 1961, voorzag in een productie van 55 miljoen m³ per jaar.

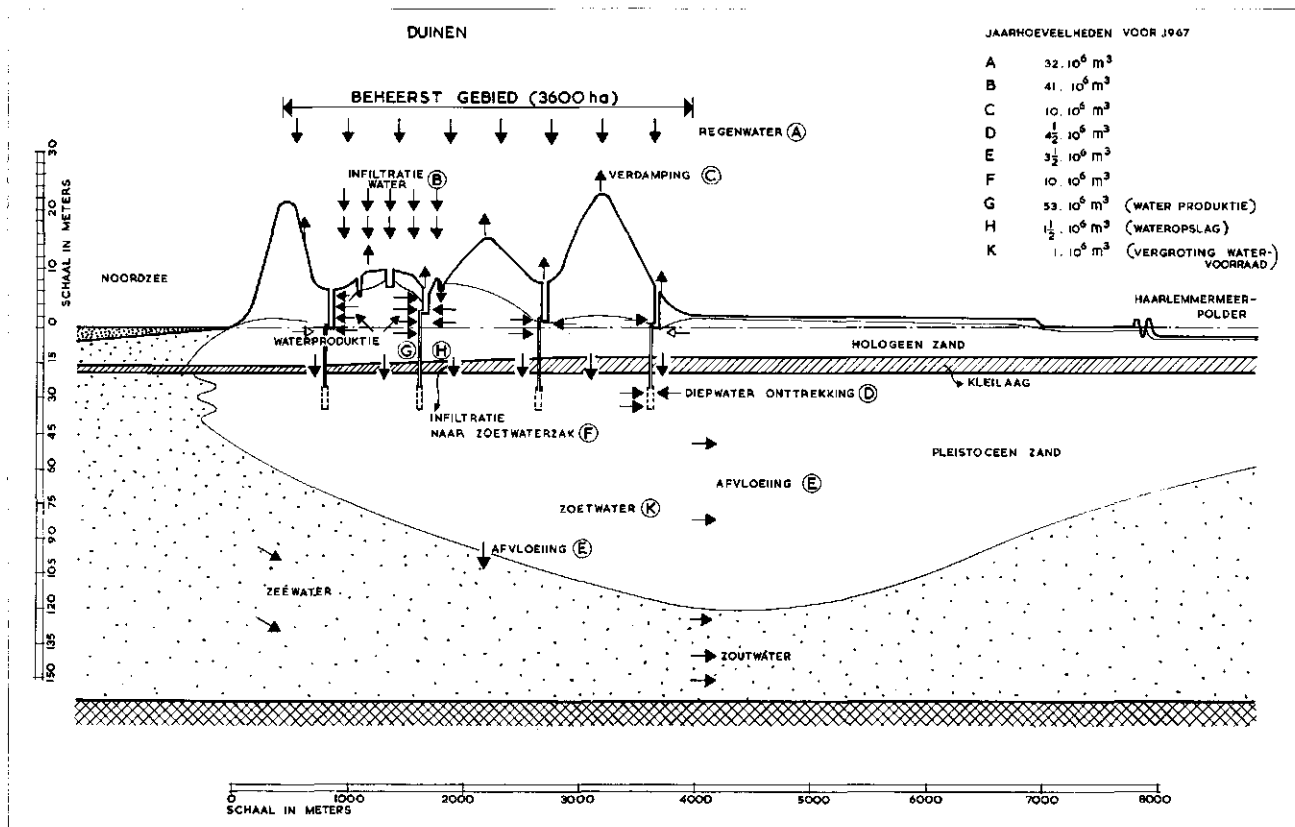
De thans voltooide vergroting van de capaciteit is gerealiseerd door een tweede station te bouwen. Wat de zuivering betreft werd een gelijke volgorde van dezelfde zuiveringstrappen aangehouden, te weten: aëratie; actieve kooldosering; snelfiltratie; langzame zandfiltratie; chlorering (desinfectie); chloorcontact; reinwaterpompstation. De architectonische vormgeving was in handen van bureau Elling, Westeinde 12, Amsterdam.

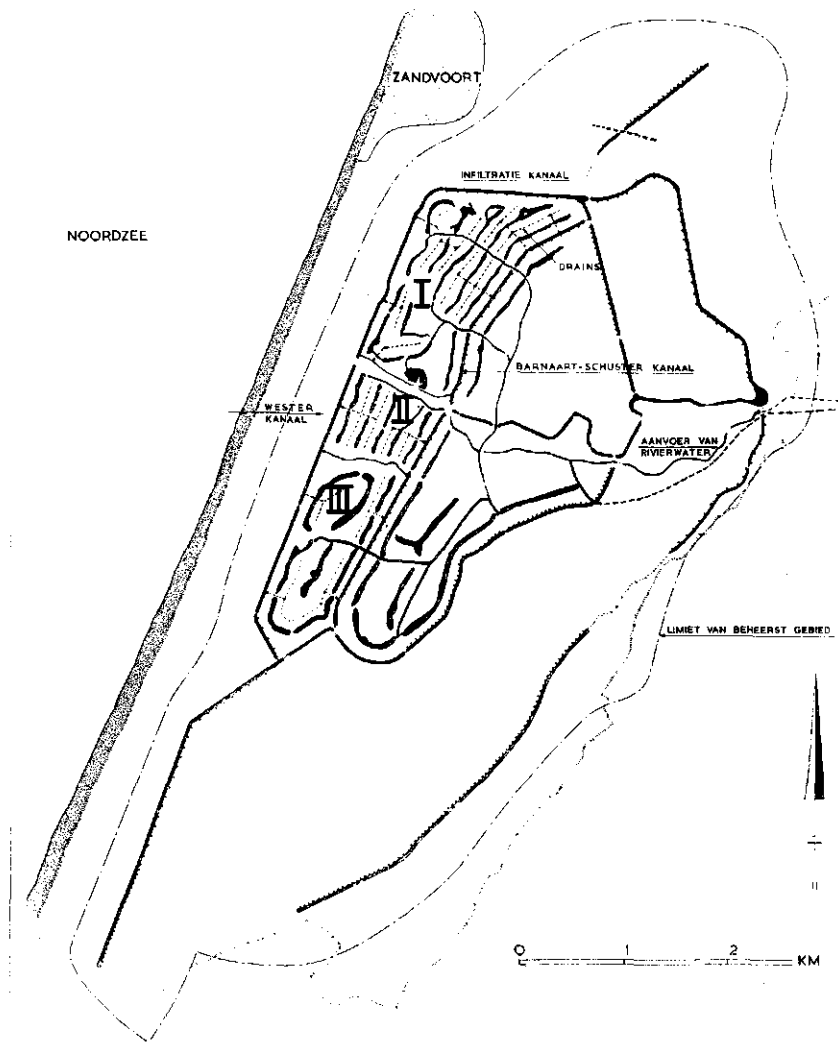
De werkzaamheden hebben omvat: Een *ruwwaterpompstation* aan de Oranjekom, dat het water naar de

aëratiebak in het voorfiltergebouw te Leiduin II pompt. Hiertoe staan een zestal centrifugaalpomp in dit gebouw opgesteld met onderscheiden pompcapaciteit te weten:

2 pompen met een capaciteit van 1100 m³/u en een opvoerhoogte H=13 mwk;
 2 pompen met een capaciteit van 1350 m³/u en een opvoerhoogte H=13 mwk;
 2 pompen met een capaciteit van 1600 m³/u en een opvoerhoogte H=13 mwk.
 Twee uitgaande leidingen van 800 mm doorsnede, waarin twee windketels elk met een inhoud van 16 m³ zijn opgenomen, vormen de verbinding tussen het ruwwaterpompstation Oranjekom II en het voorfiltergebouw Leiduin II. De uitbreiding van de pompcapaciteit bracht noodzakelijkerwijs een aanpassing van het transformatorvermogen met zich mede. Een nieuw transfor-

Jaarhoeveelheden water in de Amsterdamse waterleidingduinen in 1967.





Plattegrond van het beheerste gebied.

matorgebouwtje is betrokken, waarin tevens de aanwezige transformatoren van het oude ruwwaterpompstation zijn ondergebracht.

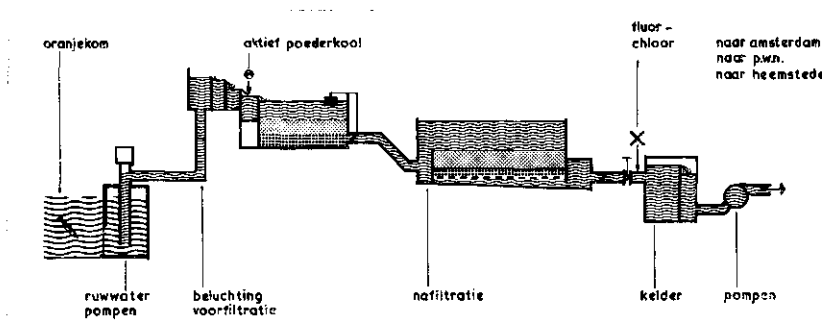
Het voorfiltergebouw bestaat uit een middensectie en twee zijvleugels. In de middensectie zijn ondergebracht: de aëratiebak, het spoelwaterreservoir, de machinekamer en het ketelhuis.

In de aëratiesectie is plaats ingeruimd voor 8 cascades, elk met een lengte van 24 m.

Het spoelwaterreservoir bestaat uit 2 reservoirs van elk 190 m³.

In de machinekamer staan twee spoelwaterpompen opgesteld, elk met een pompcapaciteit van 500 m³/u en een opvoerhoogte H=10,3 mwk en twee compressoren voor de spoellucht, elk met een capaciteit van 1700 m³/u en een opvoerhoogte H=5 mwk. Tevens treft men de hydrofoorinstallatie aan ten behoeve van de bediening van de afsluiterorganen der voorfilters.

Het zuiveringsproces te Leiduin.



In het ketelhuis staan twee gasgestookte ketels opgesteld, elk met een capaciteit van 90.000 kcal/u. De middensectie wordt door middel van radiatoren verwarmd, terwijl de zijvleugels, waarin de filters zich bevinden met behulp van een 16-tal luchtverhitters kan worden geventileerd en/of verwarmd.

Om tot de juiste conditionering van het gebouw te komen (ook op economisch gebied) is nagegaan het verband tussen watertemperatuur, buitentemperatuur, ventilatiecapaciteit (met en zonder droogcapaciteit, eventueel gecombineerd met verwarming) en isolatie van het dak. Uitgangspunt was het programma van eisen dat voorschreef dat condensatie tegen het betonoppervlakte van het dak voorkomen diende te worden.

De optimale isolatiedikte bleek een equivalent van 4½ cm roofofmate te zijn. Vanwege het gebogen vlak van de schaaldaken is hier uiteindelijk gekozen voor een 6 cm geïmpregneerde en geëxpandeerde kurk.

Per vleugel van 8 snelfilters zijn 8 luchtverhitters aangebracht met de volgende capaciteiten: een ventilatiecapaciteit van ± 800 m³/u en een warmtecapaciteit van 8200 kcal/u.

De filters hebben elk een oppervlakte van 2 x 24 m² = 48 m². De filteropbouw is als volgt: 80 cm steunlaag van gezeefd grind dat in lagen is aangebracht (korrelgrootte variërend van 32—54 mm tot 1,4—2,8 mm). Hierop rust een 1,30 m dikke laag gezeefd rivierzand met een korrelgrootte van 0,7—1,4 mm. De gradering moest aan de volgende eisen voldoen:

- 1% op plaatzeef 1,7 mm;
- 2—6% op plaatzeef 1,4 mm;
- 10—20% op plaatzeef 1,2 mm;
- 65—80% op plaatzeef 1,0 mm;
- 98% op draadzeef 0,71 mm;
- 99,5% op draadzeef 0,60 mm.

De bij deze uiterste waarden behorende soortelijke diameter bedraagt 0,88 mm en 0,92 mm. In de praktijk is het gemiddelde op 0,93 mm terechtgekomen. De watertoevoer geschiedt in de kop van het filter vanuit een ruwwateraanvoerkanaal. Gefiltreerd water wordt afgevoerd door Ø 80 mm asbest cement drainbuizen met Ø 11 mm openingen, die in de onderste steunlaag liggen. Het spoelwater wordt door dezelfde buizen aangevoerd.

Op de asbest cement drainbuizen ligt een net van koperen buizen Ø 17 mm, h.o.h. 20 cm met openingen Ø 1,9 mm op 20 cm h.o.h.

De spoeling geschiedt als volgt: gedurende 4 min. lucht (31 m/u) en water (8 m/u), gevolgd door water alleen (35 m/u).

Na de spoeling bevat het spoelwater uiteraard veel slib.

Het artikel van de heer J. Duyve handelt hierover.

Van het voorfiltergebouw stroomt het voorfiltraat via 2 leidingen 800 mm Ø onder eigen verhang op de nafilts in het overdekte *nafiltegebouw*. De filters hebben een totale oppervlakte van $10 \times 1000 = 10.000 \text{ m}^2$, een maximum uurcapaciteit van 4.800 m^3 , derhalve een maximum snelheid van 0,48 m/uur. De filters zijn gebouwd aan weerszijden van een middengang.

Er zijn drie bijzondere aspecten aan dit nafiltegebouw:

A. De dakconstructie

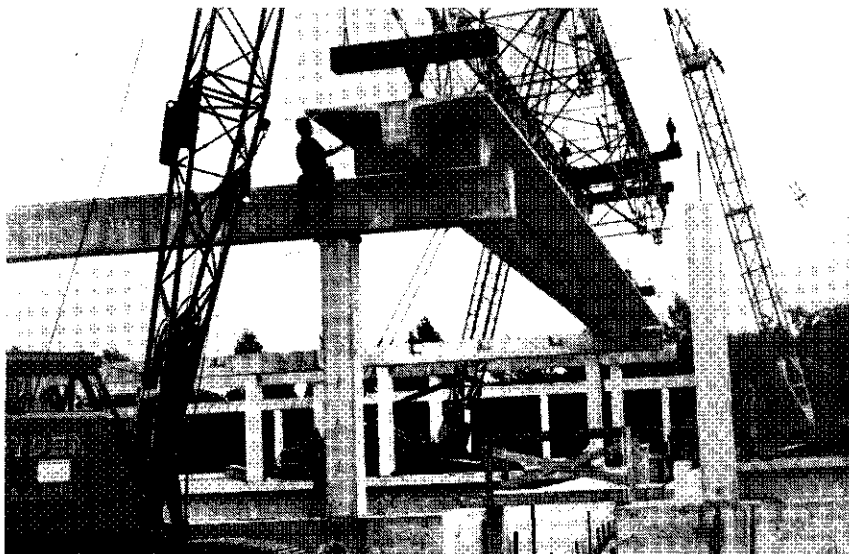
In verband met de beslissing de nafilts mechanisch te reinigen met behulp van een verrijdbare brug was het nodig de bovenbouw zodanig uit te voeren dat in de filters zelf geen steunpunten voor de dakconstructie aanwezig zijn.

De afmetingen van de filters zijn 25 x 42 m en de overspanning werd in de breedterichting gezocht en gevonden in de vorm van vleugeldakplaten.

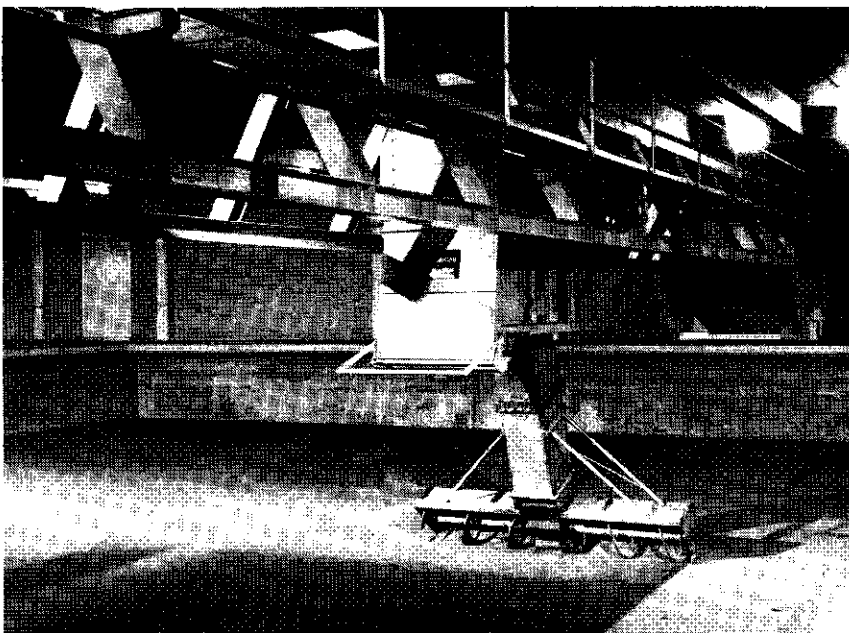
Een dakconstructie opgebouwd uit deze platen bleek per m^2 oppervlak nauwelijks duurder dan een meer conventionele stapelconstructie van moerbalken - gordingen en dakplaten.

In Cement no. 11 van het jaar 1968 is van de hand van ir. M. A. A. Soleman van Gemeentewaterleidingen en van C. C. de Bruin van de NV Nederlandse Spanbeton Maatschappij een artikel gepubliceerd waarin details van deze dakconstructie behandeld zijn.

Koppelconstructies, oplegging óp en in een inkassing van de portaalbalk, de wapening en de montage zijn behandeld. Ook zijn de resultaten van een proefbelasting uiteengezet. Hieruit volgde dat de toelaatbare momenten sterk beïnvloed worden door het wel of niet in rekening brengen van het voorspanstaal als statische grootheid.



De bouw van de dakconstructie van het nafiltegebouw.



Een van de schoonmaakmachines in het nafiltegebouw.

Na het aanbrengen van de belasting behorende bij het scheurmoment (126.500 kgfm) is deze belasting 135 minuten gehandhaafd. Hierna is opnieuw de doorbuiging gemeten. Deze bleek 2 mm te zijn.

Herhaald belasten en onlasten heeft aangetoond dat het stijfheidsverlies nihil is.

B. De schoonmaakmachines

Het nafiltegebouw bestaat uit twee helften, die gescheiden zijn door een middengang. In elke helft zijn vijf nafilts ondergebracht, waarin, zoals reeds is vermeld, geen steunpunten voor de dakconstructie zijn aangebracht. Hierdoor is het mogelijk in elke helft een in langsrichting verrijdbare brug over de nafilts te bewegen. In deze brug, die in een evenwijdig vlak aan de nafiltebodem kan worden verreden, bevindt zich een constructie, die het mogelijk maakt een laag filterzand van 1 cm diepte en een breedte van 3,4 m te verwijderen. Deze constructie bestaat uit een in hoogterichting instelbare roterende tweezijdige vijzel, die het zand van het filterbed schraapt en naar het midden

Maximaal toelaatbaar moment, afgezien van eigen gewicht (M_{max})	Met voorspanstaal (in kgfm)	Zonder voorspanstaal (in kgfm)
1. zonder trekspanningen	23.400	12.800
2. met trekspanningen (constructies buiten) (RVB 1967)	27.600	16.800
3. scheurveiligheid maatgevend (constructies binnen) (RVB 1967)	27.700	17.800
Scheurmoment (M_p)	117.000	105.000
Breukmoment (M_u)	201.100	187.800



De buizenkelder.

der machine transporteert. Hier wordt het zand met behulp van een Jacobs-ladder opgeschept en naar boven getransporteerd alwaar het in een verzamelbak wordt gelost. Heeft de machine een schraapgang volbracht, dan is de verzamelbak gevuld. In de middengang zijn transportabele stalen bakken geplaatst, waarin de inhoud van de verzamelbak wordt gestort. Vervolgens worden de bakken met behulp van een vorkheftruck buiten het filtergebouw gereden, alwaar ze door middel van een op de heftruck gemonteerd kantelwerk worden geleegd. De elektrische inrichting van de machine is dusdanig uitgevoerd en beveiligd, dat het filterschrapen door één man kan geschieden. De tijdsduur benodigd voor het schrapen van een filter bedraagt circa 2 uur.

C. De verwarming van het nafiltegebouw

In een tweetal dakhuisjes, die zich boven de middengang van het gebouw bevinden, zijn vier gasgestookte luchtverhitters geplaatst, elk met een luchtverplaatsing van 25.000 m³/u, een warmtevermogen van 225.000 kcal/u en een gasverbruik van 35,5 m³/u. Via de ruimte tussen het dubbele plafond boven de middengang wordt de al dan niet verwarmde lucht in dwarsrichting van de filters langs de T-vormige dakbalken gevoerd. In de buitenmuur bevinden zich de afvoerroosters. Tevens is de recirculatie van de lucht mogelijk. Onder de middengang bevindt zich de buizengang aan welk einde de chloor-

dosering is ondergebracht. Vervolgens stroomt het gechloreerde water via twee leidingen van 900 mm Ø naar de chloorcontactkelder, van waaruit twee leidingen van 800 mm Ø naar een afsluiterput voeren. Niet slechts wordt vanuit deze afsluiterput een verbinding gevormd met het pompstation Leiduin II, maar tevens is hier een verbinding via kelders met het pompstation Leiduin I tot stand gebracht. In het pompstation Leiduin II staan een zevental pompen opgesteld.

In de uitgaande leidingen zijn een drietal windketels opgenomen als voorziening tegen waterslag.

DE FUNDERINGEN VAN VOOR- EN NAFILTERGEBOUW

Bureau Grondmechanica van de dienst der Publieke Werken van de gemeente Amsterdam heeft aan de hand van boringen, sonderingen en een overzicht van de belastingen een berekening gemaakt van de te verwachten zettingen in de toekomst.

Een representatieve boring XO-103 geeft in het gebied van -8 tot -12 (t.o.v. NAP) grijs fijn zand met kleilaagjes aan.

Een c-waarde van 16 werd hierbij gevonden.

De belastingen bij het nafiltegebouw zouden volgens PW een berekende zetting na een periode van 30 jaar van 17 cm tot gevolg hebben.

De ondergrond onder de scheidslijn tussen de bakken 7 en 8 enerzijds en 9 en 10 anderzijds was gedurende lange tijd, voorafgaande aan de bouw voorbelast geweest met een gronddepot (4

à 5 kgf/cm²) en de totale verwachte zakking ten gevolge van de nafilte werd op 12 cm berekend.

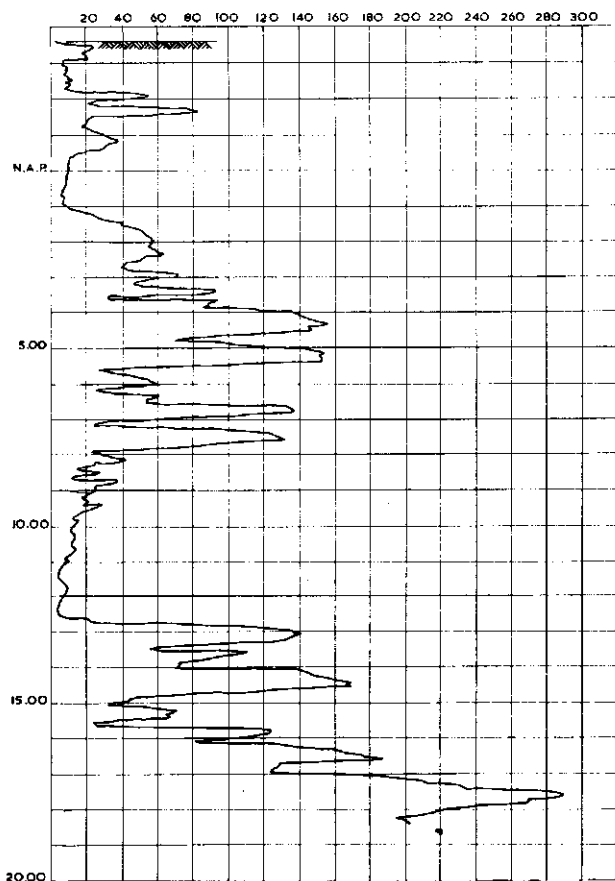
De besparingen van een fundering op staal voor een uitgestrekt gebouw als het nafiltegebouw was zo groot dat toch besloten werd geen paalfundering toe te passen. De nodige voorzieningen in de bovenbouw om een en ander op te nemen moeten natuurlijk weloverwogen aangebracht worden.

Voor het voorfiltergebouw was de ondergrond niet anders. De belasting van deze ondergrond door het gebouw is evenwel veel gevarieerder dan het geval is bij het nafiltegebouw (zie tekening). Mede door het feit dat de oostelijke vleugel van het voorfiltergebouw gesitueerd is waar vroeger een spoelwaterslib-vijver was (waardoor een zandaanvulling aangewezen was), is hier tot een paalfundering besloten. De paalpunten zijn geheid tot in het gebied rond 4 m tot 5 m min NAP. Het gebouw zelf zal een zakking ondergaan van 15 cm in de 30 jaar ná aanvang van de bouwwerkzaamheden. Dit heeft invloed op de detaillering van de toevoer openingen vanuit het ruwwateraanvoerkanaal naar de voorfilters en op de voorzieningen in de cascades. Hier zijn losse thermisch verzinkte platen aangebracht met bouten door slotgaten aan de beton bevestigd. Een en ander om ongelijke zettingen op te heffen.

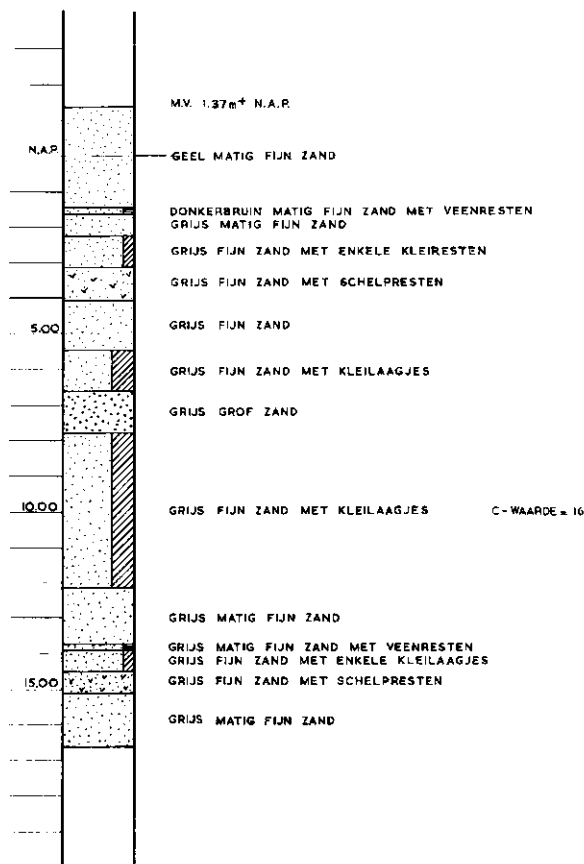
Vijfde transportleiding Leiduin—Amsterdam c.a.

De werken Leiduin II maakten het noodzakelijk, het transportleidingstelsel tussen Leiduin en Amsterdam uit te breiden. Tijdens de ontwikkeling van de plannen kwam tevens naar voren dat in verband met werken van de Rijkswaterstaat de Ø 20" en Ø 24" gietijzeren transportleidingen in de Haarlemmerweg tussen Haarlem en Halfweg zouden moeten vervallen. Met de Rijkswaterstaat werd besproken, dat het financieel het gunstigst zou zijn het verlorengaan transportvermogen aanstonds bij de aanleg van de vijfde transportleiding aan te passen.

Een en ander resulteerde in een plan, dat, na realisering, het transportvermogen vanuit Leiduin zou vergroten tot 70 miljoen m³ water per jaar, t.w. 30 miljoen m³ naar het pompstation Haarlemmerweg, 40 miljoen m³ naar het pompstation Amstelveenseweg. Bovendien kan dan nog 12 miljoen m³ ten behoeve van rechtstreekse leveringen vanuit Leiduin aan derden (Heem-



SONDERING X0253



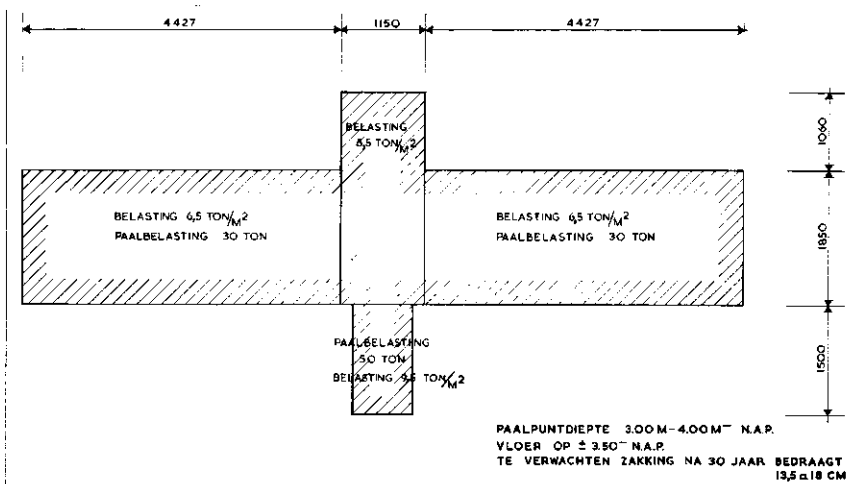
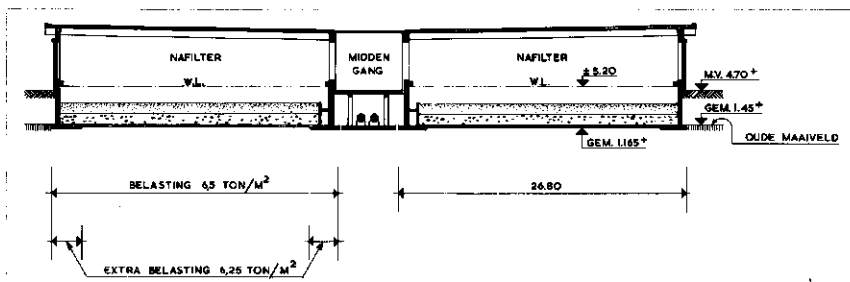
BORING X0-103

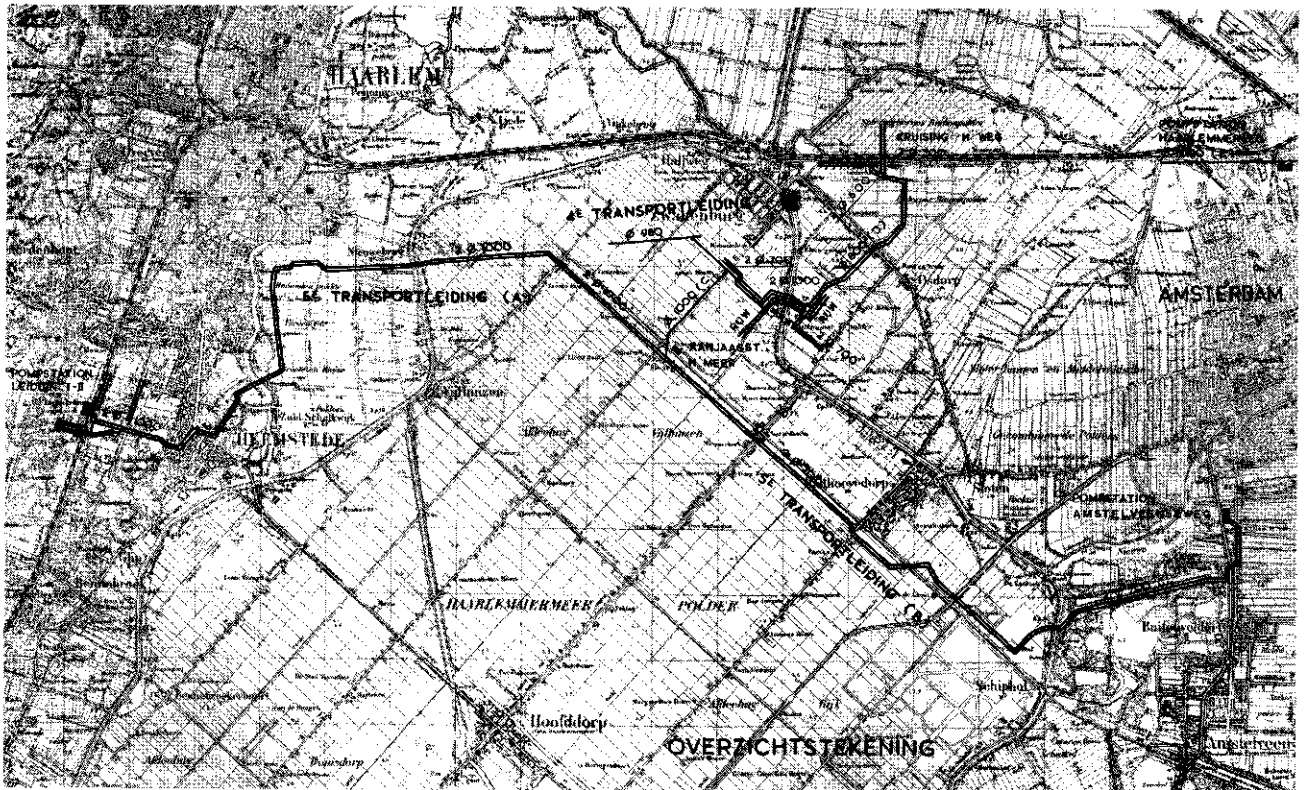
Sonderings- en boringsresultaten ten behoeve van het voor- en nafiltegebouw.

stede, PWN, Schiphol) plaatsvinden. Als onderdeel van de werken zijn gelegd:

- A. 2 leidingen \varnothing 1000 mm tussen Leiduin en het aanjaagstation Haarlemmermeer;
- B. 2 leidingen \varnothing 700 mm tussen het aanjaagstation Haarlemmermeer en het pompstation Amstelveenseweg;
- C. 1 leiding \varnothing 1000 mm vanaf het aanjaagstation Haarlemmermeer langs de IJ-weg tot nabij Zwanenburg en vervolgens oostwaarts tot de Ringvaart;
- D. 2 leidingen \varnothing 800 mm tussen de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder en de Haarlemmerweg, voerende door de Lutkermeer- en de Eendrachtspolder;
- E. 1 leiding \varnothing 1000 mm tussen Sloterdijk en het pompstation Haarlemmerweg, omdat de bestaande \varnothing 35" gietijzeren leiding binnenkort een andere bestemming krijgt.

Alle leidingen bestaan uit voorgespannen beton-buizen. Een belangrijk on-





Transportleiding van Leiduin naar Amsterdam.

derdeel van de aanleg van de nieuwe transportleiding vormde het kruisen van de Ringvaart nabij de Lutkemeerpolder, hetgeen geschiedde in combinatie met aldaar te verrichten werken ten behoeve van andere projecten. Aldus werden 5 stalen zinkers vrijwel gelijktijdig gestreken. De zinkers zijn uitwendig beschermd met 3,5 mm dik polyaethyleen en inwendig met 8—12 mm cementlaag.

De combinatie van werken heeft geleid tot aanzienlijke financiële besparingen. Eveneens in combinatie met de ruwwater- en de olieleiding werd nabij het Kruithuis aan de Haarlemmerweg een kruising gemaakt met de Haarlemmerweg, de Haarlemmervaart en de spoorlijn aldaar.

Het ligt in de bedoeling ten behoeve van het Westelijk havengebied ten noorden van de spoorlijn een aanjager

te bouwen, waardoor reinwater onmiddellijk naar het havengebied kan worden getransporteerd.

De noodzaak van de vergroting van de waterleverantiemogelijkheden ten gevolge van de omschreven uitbreidingswerken, bleek reëel op 11 augustus 1969 toen voor het eerst in de geschiedenis van de Gemeentewaterleidingen meer dan 300.000 m³ water per dag werd geleverd.

De Oranjekom.



Kostengegevens

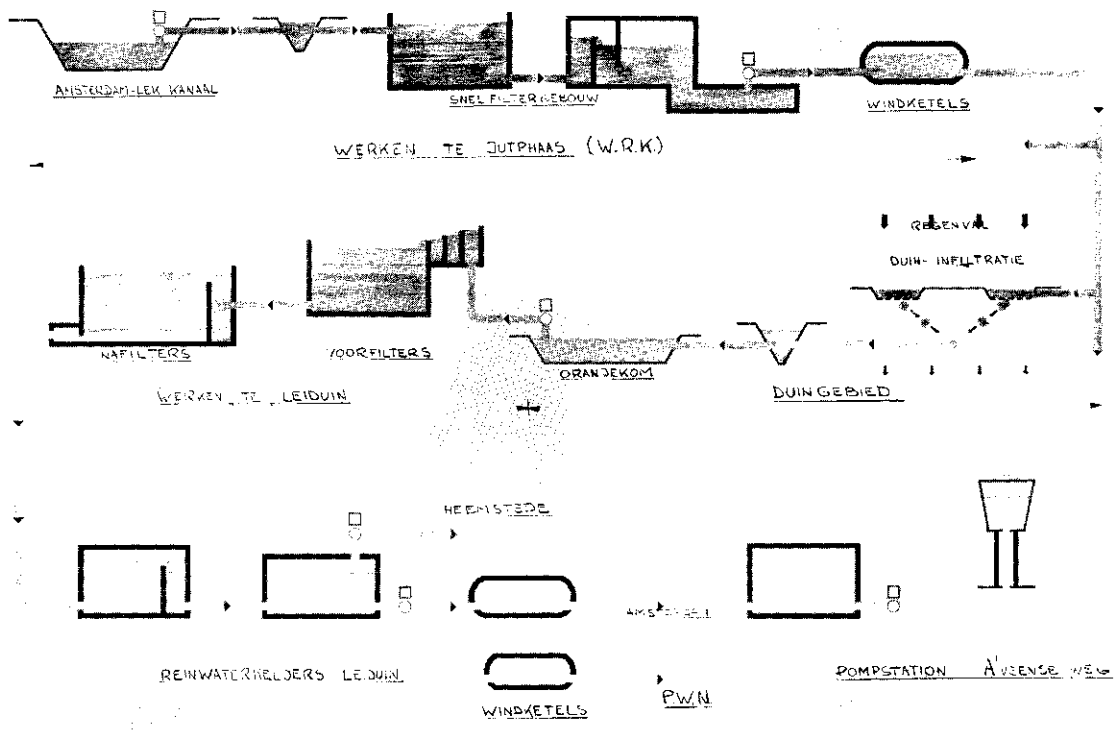
Trafogebouw en Ruwwaterpompstation aan de Oranjekom (inclusief kofferdam)	f 205/m ³
Voorfiltergebouw, inclusief middensectie	f 120/m ³
Nafiltergebouw	f 50/m ³
Alle bouwwerken tezamen	f 70/m ³
Prijspeil 1967/1968	

Prijzen exclusief voorbereiding en toezicht (10%)

Vaak wordt een m²-prijs genoemd voor voorfilters en nafilts, waarin ook de machinale inrichtingen verwerkt zijn.

Deze hebben voor Leiduin II bedragen:

voorfilters	f 3800/m ²
nafilts	f 650/m ² , beide prijzen exclusief 10% voorbereidings- en uitvoeringskosten.



Van Rijn naar de Amstel.

LEIDUIN II OFFICIEEL IN GEBRUIK

Met een druk op de knop, waardoor een fontein ging spuiten, stelde de Amsterdamse wethouder voor de Gemeentebedrijven, de heer G. J. K. M. Hamm, op 24 september de uitbreidingswerken in de Duinwaterwinplaats Leiduin officieel in gebruik. In zijn toespraak wees de heer Hamm nog eens op het feit, dat de drinkwaterbedrijven van Rotterdam, 's-Gravenhage, Dordrecht, Amsterdam en Noord-Holland in juni van dit jaar tijdens de verontreiniging van de Rijn door Endosulfan veertien dagen lang op eigen voorraden hebben moeten teren om hun leverantie ongestoord te kunnen voortzetten. Hij benadrukte nog eens het eminente belang van de waterleidingduinen en sprak zijn verontrusting uit over de plannen tot aanleg van een Noord-Zuid-verbinding en een De Ranitzweg binnen het beheerste gebied van de Amsterdamse duinen. Het belang van een volstrekt veilige en onder alle omstandigheden gewaarborgde watervoorziening weegt bij ons zo zwaar, zo zei de wethouder, dat wij ons nimmer zullen kunnen neerleggen bij een bedreiging daarvan. De lijn die het water volgt op zijn lange reis door de Rijn, is reeds zo fragiel, zoals de gebeurtenissen van juni hebben aangetoond, dat juist hier in de duinen geen enkel risico door de met verantwoordelijkheid beklede organen aanvaardbaar is.

Wethouder Hamm drukt op de knop. Links ir. C. v. d. Veen, directeur Gemeentewaterleiding.

De genodigden bezichtigden na de ingebruikstelling de nieuwe gebouwen.

