

mededeling
nummer **103**

conditioneren van drinkwater



liiwa

mededeling
nummer **103**

conditioneren van drinkwater

Rapport van de Commissie Conditionering

Samengesteld door:
ing. A. Kostense

KIWA N.V.
Hoofdafdeling Speurwerk
Nieuwegein, oktober 1988

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	5
1.1 Voorgeschiedenis	5
1.2 Doel van het conditioneren van drinkwater	6
1.3 Argumenten om drinkwater te conditioneren	6
2. DE OPTIMALE SAMENSTELLING VAN DRINKWATER	9
3. CONDITIONERINGSPROCESSEN	13
4. HET ONTZUREN VAN GRONDWATER	15
4.1 Ontzuren door ontgassen	15
4.2 Ontzuren door filtratie over kalksteen	16
4.3 Ontzuren door filtratie over dolomitische materialen	18
4.4 Ontzuren door het toevoegen van een sterke base	19
5. HET ONTHARDEN VAN WATER	21
5.1 Ontharden in korrelreactoren	21
5.2 Afzetmogelijkheden van onthardingskorrels	25
5.4 Kosten van het ontharden in korrelreactoren	25
6. CONCLUSIES	27
7. LITERATUUR	29

BIJLAGEN

1 Samenstelling Commissie Conditionering

FIGUREN

- 1 Beluchtingstorens met tegenstroombeluchting bij het pompstation Soestduinen van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland.
- 2 Deelontharding met natronloog in cilindrische korrelreactoren bij het pompstation Leiduin van Gemeentewaterleidingen Amsterdam.

SAMENVATTING

De doelstelling van conditioneren is het beïnvloeden van de samenstelling van drinkwater, zodanig dat:

- de opname van koper en lood vanuit het leidingnet en drinkwaterinstallaties zo veel mogelijk wordt beperkt;
- de opname van asbestvezels als gevolg van de aantasting van asbestcement leidingen wordt tegengegaan;
- de aantasting van leidingmaterialen wordt beperkt;
- hinderlijke (kalk)afzettingen in leidingen en drinkwaterinstallaties wordt beperkt;
- veranderingen van de pH in het leidingnet worden beperkt.

Om het bovenstaande te realiseren, wordt aanbevolen om de volgende samenstelling van drinkwater na te streven:

- $7,8 \text{ en } (0,38 \text{ TAC} + 1,5 [\text{SO}_4^{2-}] + 5,3) < \text{pH} < 8,3$
- $\text{TAC} > 2 \text{ mmol/l}$
- $-0,2 < \text{SI} < +0,3$
- $([\text{Cl}^-] + 2 [\text{SO}_4^{2-}]) / \text{TAC} < 1$

Alle concentraties zijn uitgedrukt in mmol/l. De SI-waarden gelden bij 10°C. Onder TAC (totaal anorganisch koolstofgehalte) wordt verstaan de som van de concentraties van koolstofdioxide, waterstofcarbonaat en carbonaat in mmol/l. Wanneer de pH van het water tussen 7,8 en 8,3 ligt, is TAC bij benadering gelijk aan het gehalte aan waterstofcarbonaat.

Naar verwachting blijft in het aanbevolen pH gebied in de meeste gevallen het lood- en kopergehalte beneden de grenswaarden genoemd in het Waterleidingbesluit. Er kunnen zich echter omstandigheden voordoen waar desondanks een overschrijding van de grenswaarden

plaatsvindt. Het is daarom aan te bevelen om met behulp van proefopstellingen het lood- en koperoplossend vermogen in de praktijk vast te stellen.

Om aan bovenstaande aanbevelingen te kunnen voldoen, is het in veel gevallen nodig om de pH te verhogen, al of niet in combinatie met aanpassing van het waterstofcarbonaatgehalte. Voor water met een geringe hardheid kan veelal worden volstaan met betrekkelijk eenvoudige ontzuringprocessen, terwijl voor water met een hogere hardheid deelontharding dient te worden toegepast.

In de praktijk worden de volgende **ontzuringsmethoden** toegepast:

- verwijderen van koolstofdioxide door beluchten;
- filtratie over kalksteen of dolomitische filtermaterialen;
- doseren van kalk of natronloog.

Voor het **ontharden** worden twee processen toegepast:

- vlokvorming;
- kristallisatie.

Het kristallisatieproces, dat uitgevoerd wordt in korrelreactoren, verdient uit technisch en economisch oogpunt veelal de voorkeur.

Er dient te worden vermeld dat zich recent bij twee bedrijven, die geconditioneerd water distribueren, klachten hebben voorgedaan over een toename van kalkafzetting in warmwatertoestellen, terwijl voldaan werd aan bovengenoemde aanbevelingen. Deze klachten komen zowel voor met water dat is ontzuurd, als met water dat is onthard. De oorzaak van deze verschijnselen wordt momenteel onderzocht.

Deze mededeling is een samenvatting van hetgeen is beschreven in de volgende KIWA-mededelingen:

- Optimale samenstelling van drinkwater (KIWA-mededeling 100);
- Ontzuren van grondwater (KIWA-mededeling 101);
- Ontharden in korrelreactoren (KIWA-mededeling 102).

1. INLEIDING

1.1 Voorgeschiedenis

Sinds het eind van de zestiger jaren wordt in de bedrijfstak uitvoerig aandacht besteed aan centrale ontharding. Dit naar aanleiding van de vraag van de afnemer naar zachter water, die tot uitdrukking kwam in het toenemende aantal huishoudelijke waterontharders. De bedrijfstak onderkende de realiteit van deze wens, maar zag ook bezwaren van hygiënische aard, alsmede de milieuproblemen verbonden aan een verdere verbreiding van deze apparaten. De conclusie van de in 1971 verschenen KIWA-mededeling "Centrale Ontharding" was, dat deze bezwaren konden worden ondervangen wanneer de waterleidingbedrijven tot centrale ontharding zouden overgaan. Dit bleek bovendien economisch aantrekkelijker voor de afnemer dan het individueel ontharden.

Omdat er aanwijzingen bestonden dat het distribueren van zacht water een verhoogd aantal gevallen van hart- en vaatziekten zou kunnen meebrengen, heeft de gezondheidsraad op verzoek van de rijksoverheid een werkgroep ad hoc ingesteld om dit probleem verder te bestuderen. De conclusie van deze werkgroep was, dat centrale ontharding tot een minimale hardheid van 1,5 mmol/l (8,5 °D) geen bezwaren oplevert. In deze studie kwam echter nadrukkelijk naar voren, dat door het ontharden de loodopname van het water kleiner werd. De oorzaak hiervan bleek de hogere pH van het water te zijn. Mede onder invloed van het beleid van de rijksoverheid om lood in het milieu terug te dringen, vond er een accentverschuiving plaats in de argumenten die pleiten voor centrale ontharding. Het terugdringen van de opname van zware metalen uit leidingmaterialen kreeg een zwaarder gewicht dan het gebruiksgemak en de economische voordelen voor de afnemer.

De rijksoverheid stimuleert momenteel nadrukkelijk een verdere verlaging van de lood- en koperopname, mede door het subsidiëren van hierop gericht VEWIN-speurwerk. De aandacht is niet alleen gericht op het behandelen van harde watertypen, maar eveneens op

het verhogen van de pH van zachte watertypen. Onder invloed van deze ontwikkeling is daarom het meer algemene begrip conditionering ingevoerd.

1.2 Doel van het conditioneren van drinkwater

In het thans gangbare spraakgebruik wordt onder conditioneren verstaan het beïnvloeden van samenstelling van drinkwater, zodanig dat:

- de opname uit leidingen en installaties vermindert van stoffen die direct of indirect schadelijk zijn voor de volksgezondheid en het milieu, zoals lood, cadmium, koper en asbestvezels;
- ontoelaatbare corrosie van leidingmaterialen wordt voorkomen;
- hinderlijke (kalk)afzetting in leidingen en drinkwaterinstallaties wordt beperkt.

Uit deze doelstelling vloeien een aantal eisen ten aanzien van de samenstelling van het drinkwater voort (zie hoofdstuk 2).

1.3 Argumenten om drinkwater te conditioneren

De argumenten om drinkwater te conditioneren zijn:

- volksgezondheid

- . minder lood en cadmium in het drinkwater.

Dit is het belangrijkste argument om drinkwater te conditioneren. Door de hogere pH van het drinkwater lost in gebieden, waar loden leidingen zonder tinvoering en/of loodbevattende soldeermaterialen aanwezig zijn minder lood in het drinkwater op. Overigens geldt dit niet alleen voor lood, maar ook voor zware metalen als cadmium, dat in soldeermaterialen wordt toegepast;

- . minder huishoudelijke waterontharders.

Wanneer het drinkwater wordt onthard, wordt het installeren van huishoudelijke waterontharders (individuele ontharding) in de meeste gevallen overbodig. Veel van deze ontharders werken op basis van ionenwisseling. Aan het gebruik van dit water voor de consumptie zijn hygiënische bezwaren verbonden.

- milieubeheer

- . minder koper in het drinkwater.

Evenals voor lood en andere zware metalen geldt, dat door het conditioneren van drinkwater minder koper uit koperen waterleidingbuizen in het drinkwater oplost. Hierdoor vermindert het kopergehalte van het slib van rioolwaterzuiveringsinstallaties, waarin het koper zich concentreert. Wanneer het kopergehalte van het slib te hoog is, mag het slib niet meer in de landbouw worden gebruikt, waardoor de afzetproblemen groter worden;

- . minder fosfaat in het milieu.

Wanneer waterleidingbedrijven water met een lagere hardheid distribueren, vermindert het verbruik van synthetische wasmiddelen door de afnemer. Omdat een belangrijk deel van de wasmiddelen nog fosfaat bevat, neemt de fosfaatbelasting van het milieu hierdoor af;

- . minder zout in het milieu.

Huishoudelijke en industriële waterontharders die werken op basis van ionenwisseling worden met een zoutoplossing geregeerd. Wanneer waterleidingbedrijven ontharding toepassen, vermindert de zoutbelasting van het milieu, doordat huishoudelijke en industriële waterontharders overbodig worden.

- economie

Het distribueren van onthard water brengt met zich mee:

- . minder verbruik van synthetische wasmiddelen;
- . minder onderhoud aan geisers;
- . minder energieverbruik van geisers;
- . mindering slijtage van textiel.

Het ontharden van drinkwater levert voor de afnemer een kostenbesparing op. Deze kostenbesparing ontstaat vooral doordat minder wasmiddel en minder energie wordt verbruikt. De verwachting is, dat de kostenbesparing voor de afnemer groter is dan de kosten van ontharding, die hem via een tariefsverhoging worden doorberekend. De kosten van ontharding worden in belangrijke mate bepaald door de schaal waarop het waterleidingbedrijf ontharding uitvoert.

- gebruikscomfort

Behalve een kostenbesparing levert centrale ontharding voor de afnemer nog een aantal andere voordelen op, zoals:

- . vermindering van de grauwsluier van wasgoed;
- . vermindering van de stugheid van wasgoed;
- . minder vlekken op planten, glaswerk en sanitair;
- . minder vliesvorming op de thee;
- . minder verstopping van douchekoppen.

2. DE OPTIMALE SAMENSTELLING VAN DRINKWATER

In de loop der jaren is in de bedrijfstak veel aandacht besteed aan de optimale samenstelling van drinkwater. Dit resulteerde in 1978 in een aantal aanbevelingen voor de watersamenstelling (KIWA-mededeling 54, 1978), die later in de aanbevelingen van de VEWIN zijn opgenomen.

Deze aanbevelingen waren gebaseerd op de toenmalige kennis over de wisselwerking tussen drinkwater en leidingmaterialen. De commissie heeft deze aanbevelingen geëvalueerd. Op grond van de thans bestaande kennis en inzicht beveelt de commissie aan de volgende samenstelling van drinkwater na te streven:

- $7,8 \text{ en } (0,38 \text{ TAC} + 1,5 [\text{SO}_4^{2-}] + 5,3) < \text{pH} < 8,3$
- $\text{TAC} > 2 \text{ mmol/l}$
- $-0,2 < \text{SI} < +0,3$
- $([\text{Cl}^-] + 2 [\text{SO}_4^{2-}]) / \text{TAC} < 1$

Alle concentraties zijn uitgedrukt in mmol/l. Onder het totaal organisch koolstofgehalte (TAC) wordt verstaan de som van de concentraties van koolstofdioxide, waterstofcarbonaat en carbonaat in mmol/l. Wanneer de pH van het water tussen 7,8 en 8,3 ligt, is TAC bij benadering gelijk aan het gehalte aan waterstofcarbonaat;

Voor de pH zijn een boven- en ondergrens gegeven. De bovengrens van 8,3 is bedoeld om verstoppingen als gevolg van de ontzinking van messing tegen te gaan. Voor de ondergrens gelden twee waarden; een vaste waarde van 7,8 en een variabele waarde, die afhangt van het TAC- en sulfaatgehalte. De vaste waarde heeft betrekking op het loodoplossend vermogen, de variabele waarde op het koperoplossend vermogen. Vanzelfsprekend moet de hoogste van deze twee waarden als ondergrens worden aangehouden. Hierbij wordt aangetekend dat bij

deze ondergrens voor de pH juist wordt voldaan aan de grenswaarden die in het Waterleidingbesluit zijn gesteld aan het lood- en kopergehalte van drinkwater. Bij hogere pH-waarden is het lood- en kopergehalte lager.

Naar verwachting blijft in het aanbevolen pH-gebied in de meeste voorzieningsgebieden het lood- en kopergehalte beneden de grenswaarden genoemd in het Waterleidingbesluit. Er kunnen zich echter omstandigheden voordoen waar desondanks een overschrijding van de grenswaarden plaatsvindt. Het is daarom aan te bevelen om met behulp van proefopstellingen het lood- en koperoplossend vermogen in de praktijk vast te stellen.

SI is de verzadigingsindex. Deze is gelijk is aan het verschil tussen de gemeten pH van het water en de pH waarbij het water juist in evenwicht is met calciumcarbonaat (evenwichts-pH). Wanneer de verzadigingsindex negatief is, is het water agressief ten opzichte van calciumcarbonaat. Dit betekent, dat theoretisch nog calciumcarbonaat in het water kan oplossen. Wanneer de verzadigingsindex positief is, is het water kalkafzettend.

De aanbevelingen hebben betrekking op een distributienet, waarin koper, lood, gietijzer, messing, asbestcement en cementmortel aanwezig zijn. Wanneer geen loden of loodbevattende soldeer-materialen in het distributienet aanwezig zijn, gelden andere aanbevelingen. Voor uitvoeriger informatie hierover wordt verwezen naar de KIWA-mededeling "De optimale samenstelling van drinkwater" (KIWA-mededeling 100, 1988).

De aanbevelingen gelden voor de watersamenstelling vanaf het pompstation. De commissie heeft bij het opstellen van de aanbevelingen rekening gehouden met het veranderen van de watersamenstelling in het distributienet en in de binneninstallaties. Recent is bijvoorbeeld door een aantal bedrijven geconstateerd, dat de pH van geconditioneerd drinkwater in een asbestcement transportleiding toeneemt. Deze verhoging van de pH wordt veroorzaakt door het uitloggen van calciumhydroxide uit de buiswand. Doordat door het conditioneren de buffercapaciteit in het algemeen lager wordt,

neemt de pH sterker toe dan voorheen. Over de omstandigheden waaronder dit verschijnsel zich voordoet is nog weinig bekend. Onderzoek op dit gebied is in uitvoering.

Behalve aan de bovengenoemde aanbeveling moet de samenstelling van geconditioneerd water voldoen aan de in het Waterleidingbesluit aangegeven waarden, die niet mogen worden overschreden, of die uitsluitend mogen worden overschreden indien ontheffing wordt verleend. De voor geconditioneerd water relevante waarden zijn:

- totale hardheid > 1,5 mmol/l (8,5 °D);
- natriumconcentratie < 120 mg/l ;
- koperconcentratie < 3 mg/l (na 16 uur stilstand);
- loodconcentratie < 50 µg/l (na doorstroming van het leidinggedeelte waaruit het monster is genomen). Aan deze eis wordt voldaan als de plateau(verzadigings)waarde, gemeten volgens een standaardmethode (VEWIN-advies 1987), lager is dan 200 µg/l;
- het water mag niet agressief zijn.

De totale hardheid is de som van het calcium- en het magnesiumgehalte van het water, uitgedrukt in mmol/l.

De natriumnorm is 120 mg/l. Het beleid van de overheid is echter om het natriumgehalte van het water zo laag mogelijk te houden.

Om kwaliteitsveranderingen in het distributienet als gevolg van aantasting van asbestcement, beton en metalen tegen te gaan, is in het Waterleidingbesluit aangegeven, dat het water niet agressief mag zijn. Uit de toelichting is af te leiden, dat hiermee ondermeer wordt bedoeld, dat het water niet agressief mag zijn ten opzichte van calciumcarbonaat, dus als geldt $SI \geq 0$. De huidige inzichten (KIWA-mededeling 100, 1988) geven echter aan dat de aantasting van cementgebonden materialen en de afgifte van asbestvezels acceptabel is, indien de SI groter is dan -0,2.

3. CONDITIONERINGSPROCESSEN

De essentie van het conditioneren is het verhogen van de pH van het drinkwater. Hiervoor kunnen afhankelijk van de watersamenstelling de volgende processen worden toegepast:

- ontzuringsprocessen

Deze processen worden toegepast voor het verhogen van de pH van watertypen met een lage hardheid ($< 1,5 \text{ mmol/l} = 8,5^\circ\text{D}$). De pH van het water wordt verhoogd door het verwijderen of chemisch binden van koolstofdioxide. Het gehalte aan waterstofcarbonaat, calcium, magnesium en natrium blijft daarbij gelijk of neemt toe. In veel grondwatersoorten is meer koolstofdioxide aanwezig dan nodig is om calciumcarbonaat in oplossing te houden. Het water is dan agressief ten opzichte van calciumcarbonaat (verzadigings-index negatief).

- deelontharding

Wanneer de pH van drinkwater met een hogere totale hardheid dan $1,5 \text{ mmol/l}$ wordt verhoogd, vindt een gedeeltelijke ontharding (deelontharding) plaats. Voor het behandelen van deze watertypen moet een onthardingsproces worden toegepast.

Het is wettelijk toegestaan drinkwater te ontharden tot minimaal $1,5 \text{ mmol/l}$ ($= 8,5^\circ\text{D}$). Meestal wordt het ontharden van drinkwater overwogen, wanneer de totale hardheid van het water hoger is dan $2,0\text{--}2,5 \text{ mmol/l}$ ($11\text{--}14^\circ\text{D}$).

- het doseren van inhibitoren

Een geheel ander proces dat is gericht op het verminderen van de afgifte van metalen door leidingmaterialen is het doseren van een inhibitor. In het buitenland wordt vaak fosfaat als inhibitor

gebruikt. Omdat het doseren van fosfaat in strijd is met het beleid van de overheid wordt dit hier verder buiten beschouwing gelaten. De werking van fosfaat en andere inhibitoren is in Nederland nog niet onderzocht.

In de hoofdstukken 4 en 5 wordt verder ingegaan op het ontzuren en het ontharden van drinkwater.

4. HET ONTZUREN VAN GRONDWATER

Processen, die voor het ontzuren van water worden toegepast, zijn:

- ontgassen;
- filtratie over kalksteen;
- filtratie over dolomitische materialen;
- toevoegen van een sterke base.

In deze paragraaf worden deze ontzuringsprocessen in het kort behandeld. Voor uitvoeriger informatie wordt verwezen naar de KIWA-mededeling "Ontzuren van grondwater" (KIWA-mededeling 101, 1988).

4.1 Ontzuren door ontgassen

Principe

Bij deze methode wordt het water zodanig in contact gebracht met lucht, dat het in het water opgeloste koolstofdioxide overgaat in gasvormig koolstofdioxide, dat samen met de lucht wordt afgevoerd. Het waterstofcarbonaatgehalte van het water verandert door het ontgassen niet meetbaar.

Uitvoeringsvormen

Ontzuren door ontgassen vindt plaats in een cascadebeluchter, door het versproeien van water in een beluchtingsruimte of boven een filterbed, in een plaatbeluchter, in een vacuumontgasser of in een ontgassingstoren. Bij deze laatste kan de lucht zowel in de mee-stroom- als in de tegenstroomrichting worden doorgevoerd.

Toepasbaarheid

Doordat koolstofdioxide uit het water verdwijnt, neemt de pH van het water toe. Het gehalte aan waterstofcarbonaat verandert niet.

Ontgassen kan worden toegepast, wanneer het water al voldoende waterstofcarbonaat bevat en alleen de pH nog moet worden verhoogd. Bij watersoorten met een lage evenwichts-pH (dit zijn watersoorten met een hogere totale en tijdelijke hardheid) kan teveel koolstofdioxide worden verwijderd, waardoor de pH hoger wordt dan de evenwichts-pH (verzadigingsindex positief). Wanneer dit gebeurt kan kalkafzetting optreden. Door ontgassen wordt doorgaans een nagenoeg constante pH verkregen. De keuze van het juiste type ontgasser is van belang, omdat sommige typen ontgassers gevoelig zijn voor vervuiling door ijzer- en mangaanverbindingen of door bacterieslijm.

Kosten

De kosten van ontgassen bedragen ongeveer f 0,01 - f 0,03 per m³ en zijn afhankelijk van het type ontgasser dat wordt gekozen.

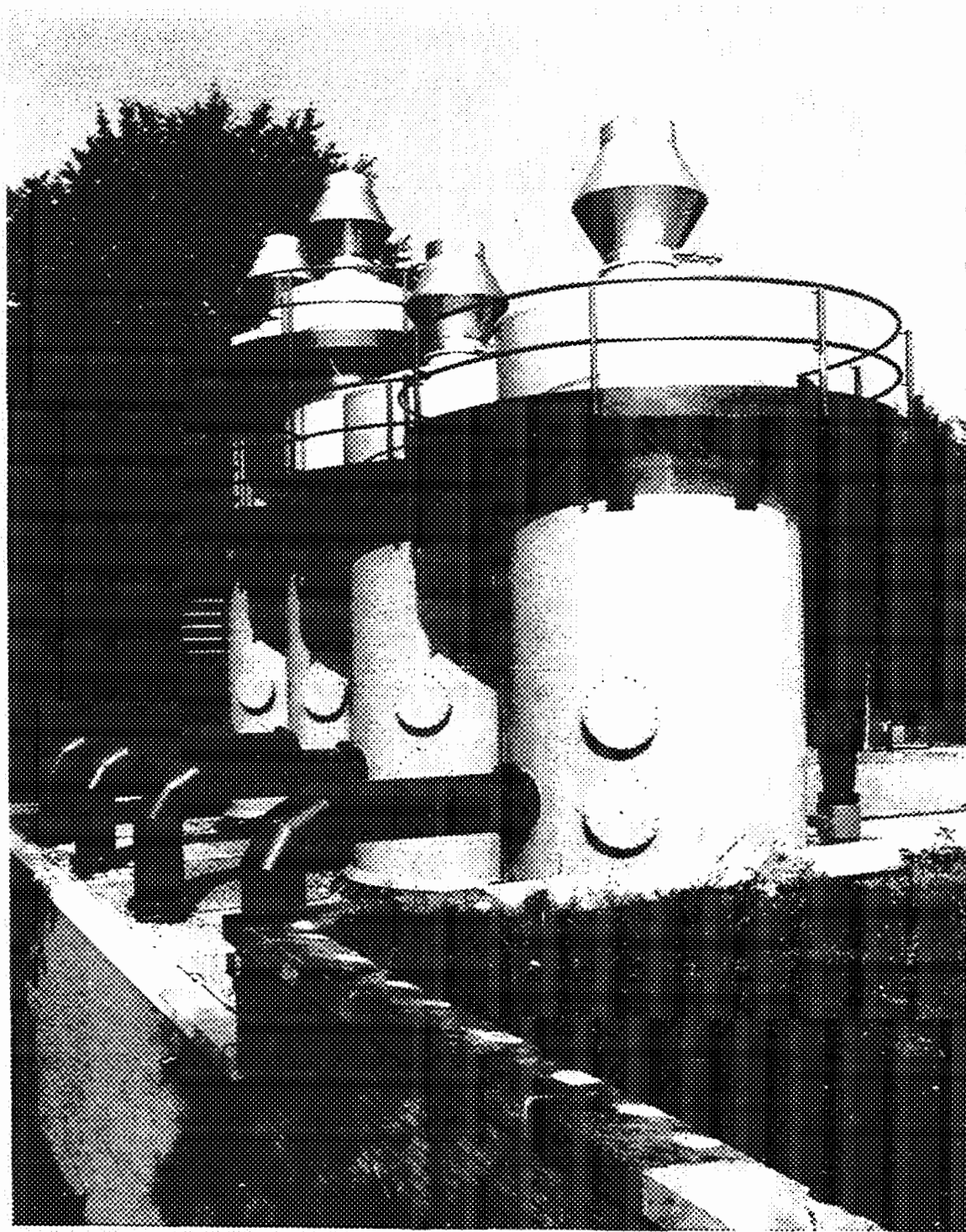
4.2 Ontzuren door filtratie over kalksteen

Principe

Bij deze methode wordt het water gefiltreerd door een bed van calciumcarbonaatkorrels. Deze calciumcarbonaatkorrels zijn bekend onder de naam kalksteen of marmer. Het agressief koolstofdioxide in het water reageert met het calciumcarbonaat. Hierdoor lost calciumcarbonaat in het water op, waardoor het gehalte aan koolstofdioxide afneemt en het calcium-, het waterstofcarbonaatgehalte en de pH toenemen. Bij deze wijze van ontzuren kan nooit kalkafzettend water ontstaan.

Toepasbaarheid

Filtratie over kalksteen wordt bij voorkeur toegepast voor het behandelen van agressief water dat na deze behandeling minder dan 100 mg/l waterstofcarbonaat zal bevatten. De methode is minder



Figuur 1 Beluchtingstorens met tegenstroombeluchting bij het pompstation Soestduinen van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland.

geschikt wanneer het waterstofcarbonaatgehalte na behandeling tussen 100 en 150 mg/l komt te liggen. De ontzuringreactie verloopt dan trager, waardoor extreem lange reactietijden nodig kunnen zijn om de gewenste pH te bereiken. IJzer, mangaan en ammonium kunnen door filtratie over kalksteen uit het water worden verwijderd. Bij een voldoende lange contacttijd, is er sprake van een eenvoudig en stabiel proces.

Kosten

De kosten van het ontzuren met marmer bedragen ongeveer f 0,04 - f 0,08 per m³.

4.3 Ontzuren door filtratie over dolomitische materialen

Principe

Het gehalte aan agressief koolstofdioxide van het water kan ook worden verlaagd door het water te filtreren door een bed van "halfgebrande" dolomiet. Halfgebrande dolomiet is een mengkristal van calciumcarbonaat en magnesiumoxide ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgO}$), dat ontstaat door het thermisch ontleden van dolomiet ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Het wordt in korrelvorm als filtermateriaal toegepast.

Door de reactie met halfgebrande dolomiet neemt het gehalte aan agressief koolstofdioxide van het water af en neemt het calcium-, het magnesium-, het waterstofcarbonaatgehalte en de pH van het water toe.

Toepasbaarheid

Deze methode is toepasbaar voor dezelfde watertypen als de filtratie over kalksteen. Het waterstofcarbonaatgehalte neemt echter ten opzichte van de filtratie over kalksteen met slechts 2/3 deel toe. In tegenstelling tot filtratie over kalksteen wordt met deze methode de evenwichts-pH gemakkelijk bereikt en overschreden, waardoor samenkitting van het materiaal kan optreden. Dit laatste

is te beperken door de installatie continu te doorstromen met een gelijkblijvende volumestroom.

Wanneer het gehalte niet te hoog is kan door filtratie over halfgebrande dolomiet ijzer uit het water worden verwijderd. Mangaan wordt meestal niet volledig verwijderd en ammonium in het geheel niet. Het proces kan worden getypeerd als instabiel, weinig flexibel en storingsgevoelig.

Kosten

De kosten van filtratie over dolomitisch filtermateriaal bedragen ongeveer f 0,04 - f 0,06 per m³.

4.4 Ontzuren door het toevoegen van een sterke base

Principe

Wanneer een sterke base aan het water wordt toegevoegd, neemt het gehalte aan koolstofdioxide van het water af en het waterstofcarbonaatgehalte en de pH van het water toe. De sterke base kan worden toegevoegd als een oplossing van calciumhydroxide (kalkwater) of natriumhydroxide (natronloog) of als een suspensie van calciumhydroxide (kalkmelk). Door het toevoegen van calcium- of natriumhydroxide neemt het calcium- of het natriumgehalte van het water toe.

Toepasbaarheid

Het doseren van een sterke base is economisch aantrekkelijk wanneer slechts een geringe restontzuring nodig is. Het doseren van natronloog is aantrekkelijker dan het doseren van kalk vanwege de eenvoudiger procesvoering. Bovendien moeten bij het doseren van kalk de niet opgeloste bestanddelen door filtratie uit het water worden verwijderd.

Wanneer een sterke base wordt gedoseerd, kan elke gewenste pH worden ingesteld. Er dienen wel maatregelen te worden genomen om

onder- of overdosering te voorkomen. Bij overdosering kan snel kalkafzetting optreden. Het meten en regelen, de plaats van het doseerpunt en de menging van de base met het water vereisen bijzondere aandacht.

Wanneer voor het doseren van een sterke base wordt gekozen, moet rekening worden gehouden met aanzienlijk meer onderhoud en bewaking dan bij het filteren over kalksteen of bij het ontgassen.

Kosten

De kosten van het doseren van een sterke base bedragen ongeveer f 0,01 - f 0,03 per m³.

5. HET ONTHARDEN VAN WATER

Voor het ontharden van drinkwater kunnen verschillende processen worden toegepast. De processen die door waterleidingbedrijven worden toegepast zijn:

- het vlokformingsproces;
- het kristallisatieproces.

Onthardingsinstallaties die werken volgens het vlokformingsproces, zijn de laatste jaren niet meer gebouwd. Momenteel worden alleen nog installaties gebouwd, waarin het kristallisatieproces wordt toegepast. Het kristallisatieproces wordt uitgevoerd in pellet- of korrelreactoren en heeft de volgende voordelen boven het vlokformingsproces:

- in korrelreactoren kan met een hoge opwaartse snelheid gewerkt (80-100 m/h), waardoor de onthardingsinstallatie compact kan worden gebouwd;
- korrelreactoren werken bedrijfszeker;
- de kalkafzetting vindt plaats in de vorm van korrels, waarvoor afzetmogelijkheden bestaan.

Op dit moment wordt in ons land jaarlijks 260 miljoen m³ water onthard, waarvan 120-125 miljoen m³ in korrelreactoren. Voor uitvoeriger informatie over het ontharden in korrelreactoren wordt verwezen naar de KIWA-mededeling "Ontharden in korrelreactoren" (mededeling 102, 1988).

5.1 Ontharden in korrelreactoren

Principe

In een korrelreactor wordt het te ontharden water eerst gemengd met een base en vervolgens in opwaartse richting door een korrelbed geleid. Door het toevoegen van de base wordt de evenwichts-pH

overschreden, waardoor zich kalk op de korrels afzet. Door de opwaartse waterstroom bevinden de korrels zich in zwevende toestand, waardoor wordt voorkomen dat de korrels samenkitten. Periodiek wordt een deel van de aangegroeide korrels uit de reactor verwijderd en wordt nieuw entmateriaal toegevoegd. Meestal wordt hiervoor zand gebruikt.

De basen, die voor het ontharden in korrelreactoren kunnen worden gebruikt zijn natriumhydroxide (natronloog), calciumhydroxide (kalkmelk) of natriumcarbonaat (soda). Wanneer met calciumhydroxide, natriumhydroxide of natriumcarbonaat wordt onthard, stijgt de pH en vermindert het waterstofcarbonaatgehalte per mmol/l hardheidsverlaging met respectievelijk 122, 61 en 0 mg/l. De keuze van de base wordt dus onder andere bepaald door de verhouding tussen de waterstofcarbonaathardheid en de totale hardheid van het water. Door het ontharden met natronloog of soda neemt het natriumgehalte van het water toe. Het magnesiumgehalte vermindert in een korrelreactor nauwelijks. Een verlaging van het magnesiumgehalte is uit het oogpunt van volksgezondheid ongewenst.

Er zijn verschillende typen korrelreactoren in bedrijf, waarin met natronloog of kalkmelk wordt onthard. Tabel 1 geeft hiervan een overzicht. Ontharding met soda wordt (nog) niet toegepast.

Toepasbaarheid

Ontharding in korrelreactoren kan op verschillende plaatsen in een zuiveringsproces worden ingepast. Het is altijd noodzakelijk het ontharde water te filtreren. Wanneer met natronloog wordt onthard, kan worden volstaan met enkellaags natfiltratie, eventueel voorafgegaan door dosering van een vlokmiddel. Wanneer met kalkmelk wordt onthard kan in verband met het hoge gehalte aan zwevende stof (20-60 mg/l) het best dubbellaagsfiltratie worden toegepast.

Het ontharden van onbelucht ruwwater in korrelreactoren kan economische voordelen hebben. Bij veel pompstations kan dan immers voor het nabehandelen van het ontharde water gebruik worden gemaakt van



Figuur 2 Deelonharding met natronloog in cilindrische korrelreactoren bij het pompstation Leiduin van Gemeentewaterleidingen Amsterdam.

bestaande filters. Een bijkomend voordeel is, dat het ijzer- en mangaangehalte van het water in de reactoren aanzienlijk afneemt. Soms doet zich echter het probleem voor, dat geen korrels of korrels van een slechte kwaliteit worden gevormd. De factoren die de korrelvorming en het verloop van het onthardingsproces beïnvloeden zijn nog onvoldoende bekend. Inmiddels is komen vast te staan, dat ortho-fosfaat en ijzer een negatief effect kunnen hebben op de korrelvorming. Onderzoek op proefinstallatie- of praktijkschaal is noodzakelijk alvorens tot de bouw van een installatie wordt overgegaan.

Bij een aantal waterleidingbedrijven die geconditioneerd drinkwater distribueren dat aan de aanbeveling voldoet, doen zich problemen voor. Deze problemen zijn:

- klachten over troebel water na het koken van onthard water;
- klachten over een toename van kalkafzetting in warmtapwater-apparatuur.

Bedrijven, die water distribueren dat met natronloog in een korrelreactor is onthard, worden soms geconfronteerd met klachten over het troebel worden van het water na het koken. Onderzoek heeft uitgewezen, dat deze troebeling wordt veroorzaakt door kleine calciumcarbonaatkristallen, die in de korrelreactoren ontstaan en die in een volgende zuiveringsstap onvoldoende worden verwijderd. Deze kristallen versnellen tijdens het koken van het water de kalkafzetting, waardoor het water troebel wordt. Troebeling na koken treedt niet op, wanneer voor de nafilts een geringe hoeveelheid vlokmiddel wordt gedoseerd.

Recentelijk hebben zich bij twee bedrijven, die geconditioneerd water distribueren klachten voorgedaan over een toename van kalkafzetting in warmtapwaterapparatuur. De oorzaak hiervan wordt op dit moment door het KIWA onderzocht.

5.2 Afzetmogelijkheden van onthardingskorrels

De korrels die op dit moment worden geproduceerd, worden door de meeste bedrijven afgezet aan de industrie. De grootste afnemers zijn de kalkverwerkende industrie en de veevoederindustrie. Onthardingskorrels kunnen echter ook worden gebruikt voor het conditioneren van landbouwgronden, voor het neutraliseren van zuren in bij voorbeeld de galvanische industrie, voor het ontzuren van water of als toeslag aan brandstof voor kolengestookte wervelbedovens voor het binden van zwaveldioxide.

5.4 Kosten van het ontharden in korrelreactoren

De kosten van het ontharden worden sterk bepaald door de capaciteit van de onthardingsinstallatie. De kosten van ontharding exclusief nabehandeling liggen tussen f 0,085/m³ voor een installatie met een productie van 85 miljoen m³ per jaar en f 0,20-f 0,25/ m³ voor een installatie met een productie van 1,7 miljoen m³ per jaar.

Voor uitvoeriger informatie over ontharden wordt verwezen naar de KIWA-mededeling "Ontharden in korrelreactoren" (KIWA-mededeling 102, 1988).

6. CONCLUSIES

- De wisselwerking tussen drinkwater en leidingmaterialen is minimaal wanneer de watersamenstelling vanaf het pompstation aan de volgende aanbevelingen voldoet:

$$- 7,8 \text{ en } (0,38 \text{ TAC} + 1,5 [\text{SO}_4^{2-}] + 5,3) < \text{pH} < 8,3$$

$$- \text{TAC} > 2 \text{ mmol/l}$$

$$- -0,2 < \text{SI} < +0,3$$

$$- ([\text{Cl}^-] + 2 [\text{SO}_4^{2-}]) / \text{TAC} < 1$$

Deze aanbevelingen gelden voor een distributienet, waarin koper, lood, gietijzer, messing, asbestcement en cementmortel aanwezig zijn. Wanneer geen loden leidingen aanwezig zijn, gelden andere aanbevelingen (zie KIWA-mededeling 100, 1988).

- Voor het conditioneren van zachtere watertypen zijn een aantal ontzuringprocessen beschikbaar. De keuze hiervan wordt bepaald door de samenstelling van het ontharde water.

- Voor het conditioneren van hardere watertypen moet een onthardingsproces worden toegepast. Het ontharden in korrelreactoren heeft belangrijke voordelen ten opzichte van de andere onthardingsprocessen.

- Voordat tot de bouw van een onthardingsinstallatie wordt overgegaan is onderzoek op proefinstallatie- of praktijkschaal noodzakelijk.

- Het distribueren van geconditioneerd drinkwater geeft in enkele gevallen problemen. Onderzoek naar de oorzaak van deze problemen is nodig.

7. LITERATUUR

Optimale samenstelling van drinkwater, KIWA-mededeling 100, 1988.

Ontzuren van grondwater, KIWA-mededeling 101, 1988.

Ontharden in korrelreactoren, KIWA-mededeling 102, 1988.

VEWIN-advies voor de aanpak van het probleem 'lood in drinkwater', 1987.

Wijziging van het Waterleidingbesluit (Stb.1960, 345), supplement bij de Nederlandse staatscourant van 28 februari 1983, nr. 41.

Bijlagen

1 Samenstelling Commissie Conditionering

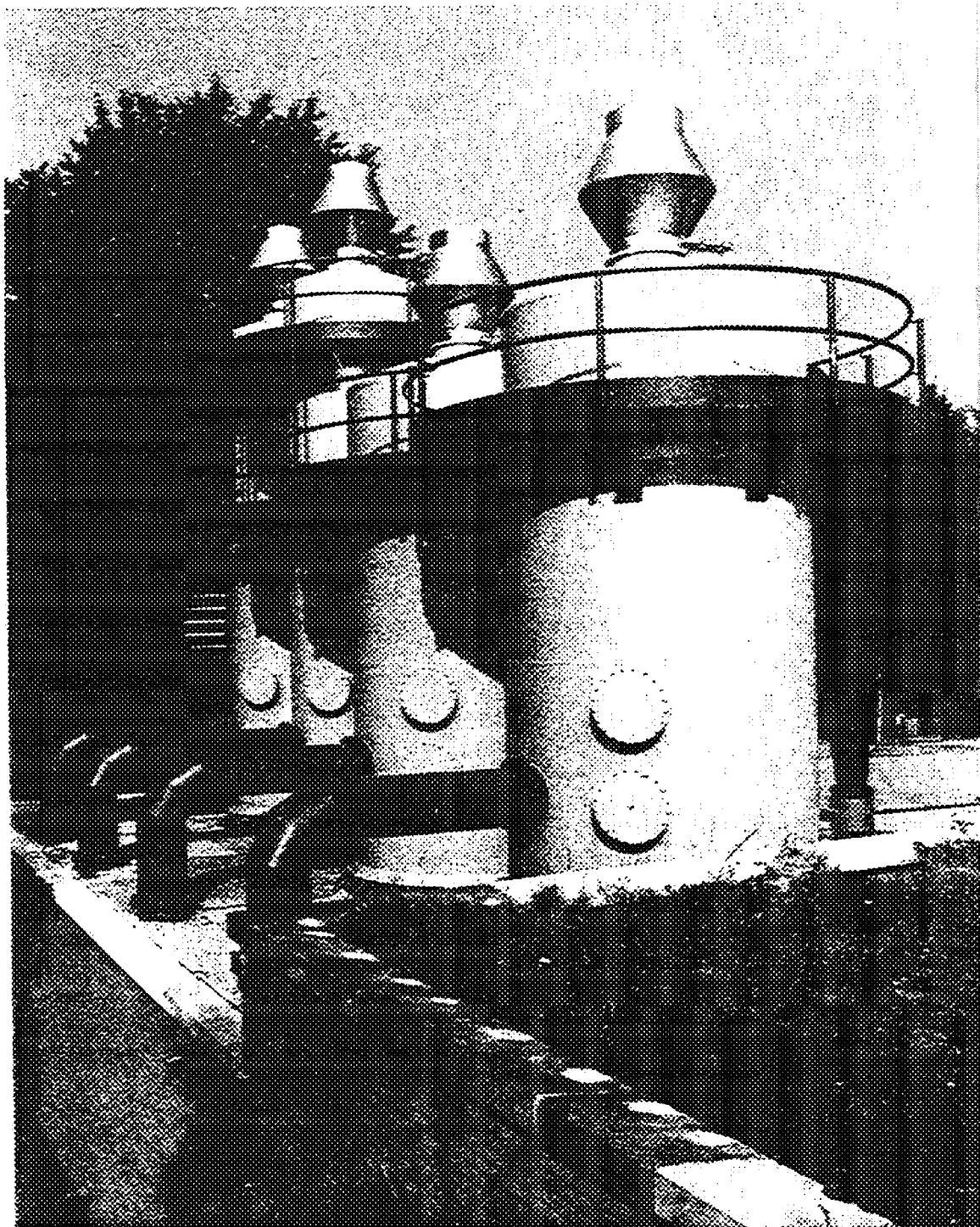
Bijlage 1

Samenstelling Commissie Conditionering

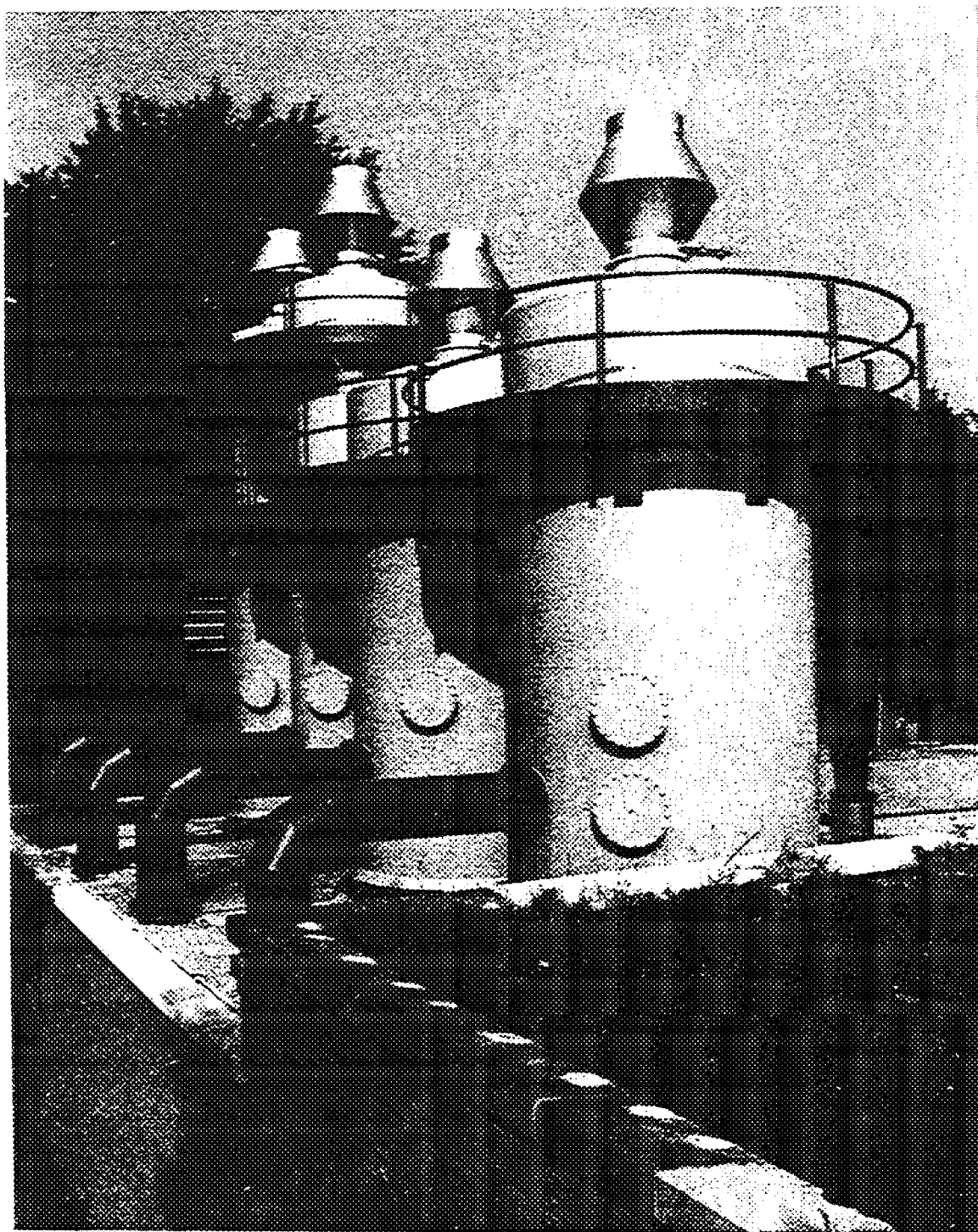
Dit rapport is samengesteld onder verantwoordelijkheid van de Commissie Conditionering. Deze Commissie bestaat uit de volgende leden:

- drs. A. Boes (voorzitter) N.V. Waterleiding Friesland
- ing. A. Kostense (secretaris) KIWA N.V.
- dr. M. van Ammers N.V. Waterleiding Friesland
- ir. J. Bruyn N.V. Waterleiding Maatschappij Oostelijk Gelderland
- ir. W.H. Dierx N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg
- dr.ir. A. Graveland Gemeentewaterleidingen Amsterdam
- dr. B.J.A.M. Haring Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
- ir. K.J. Hoogsteen N.V. Waterleiding Maatschappij Drenthe
- dr. Th.J.J. van den Hoven KIWA N.V.
- ir. J. C. Schippers KIWA N.V.
- ir. H. Vaessen N.V. Waterleiding Maatschappij Gelderland

Iets naar
downerden
- is goed -



Figuur 1 Beluchtingstorens met tegenstroombeluchting bij het pompstation Soestduinen van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland.



Figuur 1 Beluchtingstorens met tegenstroombeluchting bij het pompstation Soestduinen van het Waterleidingbedrijf Midden-Nederland.