

Ervaringen met de desinfectie-installatie van de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Harderwijk

1. Inleiding

De effluenten van de rioolwaterzuiveringsinstallaties te Harderwijk en Elburg worden geloosd op het Veluwemeer.

Aangezien het Veluwemeer voor recreatieve doeleinden wordt gebruikt, werd desinfectie van de betreffende effluenten wenselijk geacht. Op initiatief van de Provinciale Waterstaat van Gelderland werd op 1 december 1969 door de besturen van de betreffende zuiveringsinstallaties aan het Technisch Adviesbureau der Vereniging van Nederlandse Gemeenten opdracht verstrekt tot het bestedings-gereed maken van desinfectie-installaties voor de effluenten van de genoemde rioolwaterzuiveringsinstallaties. Deze desinfectie-installaties werden op 15 mei 1970 in bedrijf genomen.

Door Onstwedder [1] werd reeds een beschrijving gegeven van de factoren, die van belang zijn bij het ontwerpen van desinfectie-installaties met vermelding van globale investerings- en exploitatiekosten.

In het onderhavige artikel wordt de desinfectie-installatie te Harderwijk beschreven tezamen met de eerste bedrijfservaringen met deze installatie. Tevens wordt ingegaan op het effect van de desinfectie op het ontvangende water (het Veluwemeer bij Harderwijk). Verder worden cijfers gegeven over het verbruik van chloorbleekloog van de installaties te Harderwijk en Elburg vanaf het moment van het in gebruik nemen tot en met de zomerperiode van 1971.

2. Grondslagen van de rioolwaterzuiveringsinstallatie te Harderwijk

De installatie te Harderwijk is een traditionele biologische zuivering met oxydatiebedden. Behalve het afvalwater van Harderwijk wordt ook het afvalwater van de kernen Ermelo en Putten behandeld.

De installatie is gebouwd voor 140.000 inwonerekwivalenten. De droog-weeraanvoer (DWA) bedraagt 1.700 m³/h, terwijl bij regen maximaal 3.400 m³/h kan worden verwerkt (RWA). De oxydatiebedden zijn ontworpen voor een inhoudsbelasting van 20 i.e. per m³ lava. Bij het ontwerp is rekening gehouden met een uitbreidingsmogelijkheid tot 210.000 i.e. en een maximale wateraanvoer van 5.100 m³/h.

De huidige belasting van het biologische gedeelte van de installatie bedraagt gemiddeld 75.000 inwonerekwivalenten; het gemiddelde biochemische zuurstofver-

bruik van het effluent bedroeg in de periode van juni 1970 tot mei 1971 ca. 35 mg O₂/l.

3. De grondslagen van de desinfectie-installatie te Harderwijk

3.1 Normen

Uitgaande van de Amerikaanse normen vastgelegd in de „Ten-States Standards” [2] is gekozen voor een contacttijd van 15 minuten bij RWA en een maximale doseercapaciteit van 15 gram werkzaam chloor per m³ effluent.

3.2 Contactruimte

De contactruimte voor de installatie te Harderwijk is berekend op de toekomstige RWA van 5.100 m³/h.

De inhoud ervan bedraagt dan ook 15 min
 $\frac{60 \text{ min/h}}{15 \text{ min}} \times 5.100 \text{ m}^3/\text{h} = 1.275 \text{ m}^3$

Onder de huidige omstandigheden is de contacttijd bij DWA 45 minuten en bij RWA 22½ minuut.

3.3 Desinfectiemiddel

Als desinfectiemiddelen komen in aanmerking chloorgas en chloorbleekloog. Tegenover een geringe besparing op de exploitatiekosten bij toepassing van chloorgas zijn de risico's bij het gebruik ervan voor bedienend personeel en recreanten relatief groot. Bovendien zijn er bij de bevoorrading van chloorgas stagnaties te verwachten in verband met zeer stringente voorschriften voor het vervoer over de weg.

Als desinfectiemiddel is gekozen chloorbleekloog.

3.4 Doseercapaciteit

Het werkzaam chloorgehalte van chloorbleekloog is 150 gram per liter bij een soortelijk gewicht van 1,2.

Het percentage werkzaam chloor loopt per etmaal met ca. 1 gram per liter terug. Als maximale opslagtijd van het chloorbleekloog is gekozen 3 weken. Aan het einde van de opslagperiode bedraagt het werkzaam chloorgehalte dus nog 130 g werkzaam chloor per liter.

Op grond van deze gegevens is de maximale doseercapaciteit onder de huidige omstandigheden:

$$\frac{3.400 \text{ m}^3/\text{h} \times 15 \text{ g/m}^3}{130 \text{ g/l}} = 390 \text{ l per uur.}$$

Bij uitbreiding van de installatie is de doseercapaciteit op eenvoudige wijze te vergroten.

3.5 Voorraadtank

Bij de dimensionering van de opslagtank voor chloorbleekloog is uitgegaan van een gemiddelde dagaanvoer van rioolwater van 22.000 m³, een gemiddeld werkzaam chloorgehalte van 140 g/l, een gemiddelde dosering van 6,5 tot 10 g werkzaam chloor per m³ effluent [2] en een opslagtijd van 3 weken.

De inhoud van de tank wordt aldus:

$$\frac{22.000 \text{ m}^3/\text{dag} \times 8,25 \text{ g/m}^3 \times 21 \text{ dagen}}{140 \text{ g/l}} = 27.225 \text{ l.}$$

In de eerste fase is gekozen voor een standaard tank met een inhoud van 25.000 l.

4. De beschrijving van de desinfectie-installatie

De desinfectie-installatie bestaat in hoofdzaak uit de volgende onderdelen (zie afb. 1):

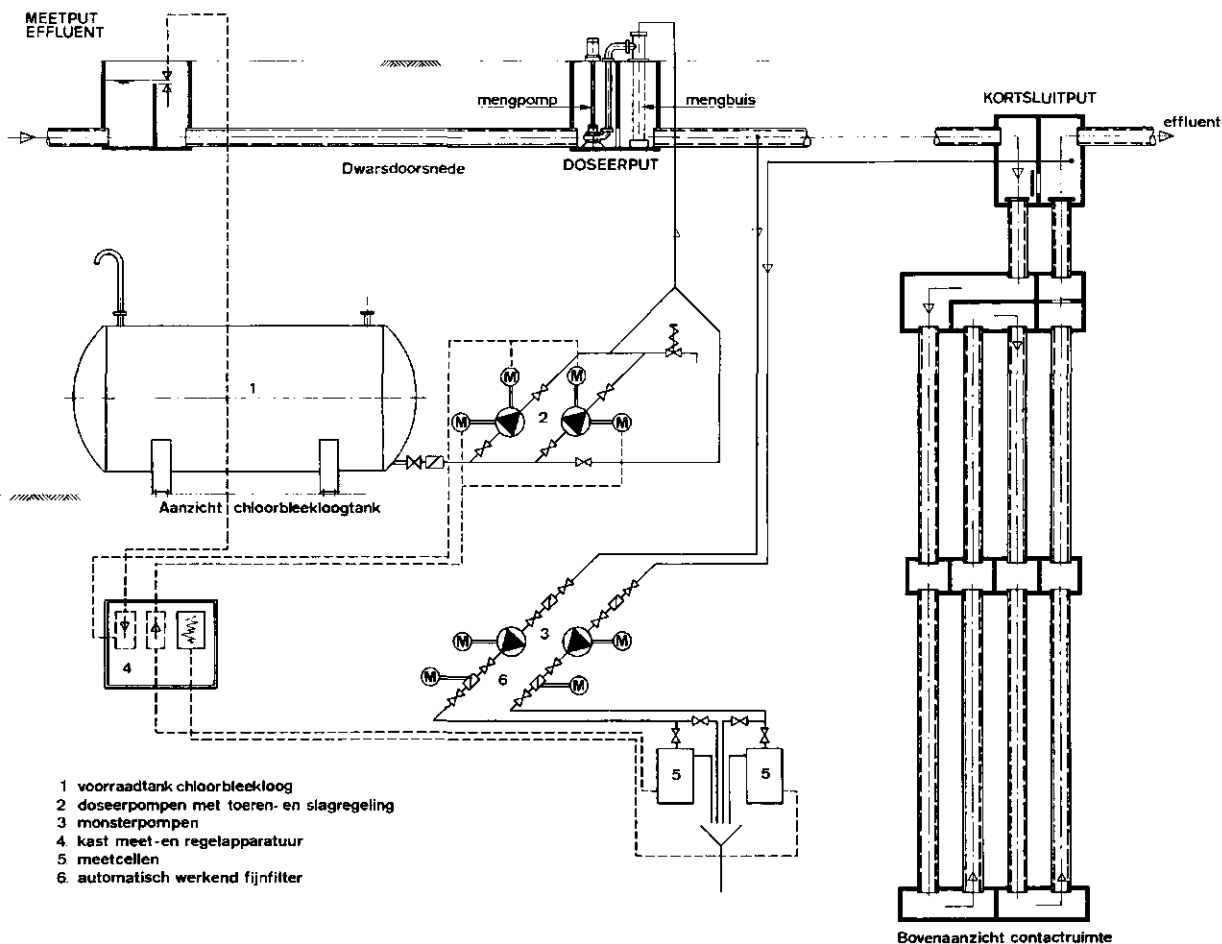
- een effluentmeetput met debietmeter;
- een bedrijfsgebouwtje met daarin opgestelde meet-, regel- en doseerapparatuur;
- een chloorbleekloogvoorraadtank;
- een mengput;
- een contactruimte.

De hoeveelheid chloorbleekloog die door de installatie moet worden gedoseerd hangt af van de hoeveelheid effluent, die de zuiveringsinstallatie verlaat alsmede van de samenstelling van dit effluent. Als doseerpomp is daarom gekozen een plunjermembraanpomp waarvan zowel het toerental als de slaglengte regelbaar is. Geeft de debietmeter in de effluentmeetput van de zuiveringsinstallatie een vergroting of een verkleining van de afvoer aan, dan verhoogt of verlaagt deze meter automatisch het toerental van de doseerpomp.

Een indicatie van de samenstelling van het effluent wordt verkregen door ongeveer 3 minuten na het doseren, wat overeenkomt met een afstand van ongeveer 20 m benedenstrooms van het injectiepunt, de hoeveelheid chloor te bepalen. Hierop wordt dan automatisch de slaglengte van de doseerpomp geregeld.

Nu de hoeveelheid bekend is, dient het chloorbleekloog snel en effectief aan het effluent te worden toegevoegd.

Bij een gemiddelde dosering van 8,25 gram werkzaam chloor per m³ effluent en met gemiddeld 140 gram werkzaam



Afb. 1 - Schematisch overzicht desinfectie-installatie.

chloor per liter chloorbleekloog, is deze

$$\frac{8,25}{140} = 0,059 \text{ l chloorbleekloog}$$

per m³ effluent. Dit is een mengverhouding van 1 : 17.000.

Omdat deze mengverhouding zeer groot is, is gekozen voor een tweetraps dosering door tussenschakeling van een mengpomp.

Bij een capaciteit van deze mengpomp van 60 m³/h vindt de vermenging bij RWA plaats in een verhouding van 1 : 300 bij de pomp en van 1 : 56 in het effluent. Bij DWA zijn deze verhoudingen respectievelijk 1 : 600 en 1 : 28.

Om de hoeveelheid werkzaam chloor te bepalen voor de regeling van de slaglengte van de doseerpomp wordt met behulp van een pompje met een capaciteit van 300 l/h continu een monster water aan de contactruimte onttrokken. Hiervan wordt ca. 30 l per uur naar een meetcel gevoerd. Deze meetcel, type A-773-R2 van het fabriek Wallace en Tiernan bevat een koper- en een platina-elektrode.

Bij aanwezigheid van werkzaam chloor in het monster ontstaat er tussen de twee

elektroden een elektrische stroom, waarvan de sterkte recht evenredig is met het gehalte aan werkzaam chloor.

De watercirculatie in de meetcel brengt kwarts deeltjes in beweging, die de elektroden voortdurend schoonhouden.

In de persleiding van het pompje naar de meetcel is een autocleanfilter aangebracht, dat eveneens dient om vervuiling van de meetcel tegen te gaan.

Om de invloed van fluctuaties in de pH-waarde van het monster water op de meting uit te sluiten, wordt door middel van een pompje een geringe hoeveelheid azijnzuur aan het monster toegevoegd. Aan het benedenstroomse einde van de contactruimte wordt, op dezelfde wijze als direct na de dosering, continu een monster water onttrokken, waarvan het werkzaam chloorgehalte in eenzelfde type meetcel wordt gemeten. Dit gehalte wordt geregistreerd; tevens vindt alarmering plaats indien een gehalte wordt gemeten dat ligt buiten bepaalde in te stellen grenzen.

5. Bedrijfservaringen met de desinfectie-installatie

Mede aan de hand van ervaringen opge-

daan met diverse onderdelen van de desinfectie-installatie is uiteindelijk de installatie ontstaan, zoals die onder hoofdstuk 4 is beschreven.

De wijzigingen in de oorspronkelijke installatie betroffen in hoofdzaak:

- de meetcellen voor het bepalen van het werkzaam chloorgehalte;
- de plaats waar het monster in de effluentleiding werd genomen.

Toen op 15 mei 1970 de installatie in gebruik werd genomen waren diverse onderdelen van de meet- en regelapparatuur nog niet gereed. Tot 15 december 1970 werd daarom het chloorbleekloog d.m.v. handbediening gedoseerd.

Met een Hellige NEO komparator werd vele malen per dag aan het benedenstroomse einde van de contactruimte het werkzaam chloorgehalte bepaald. Aan de hand van de gevonden waarde werd de doseerpomp zonedig bijgesteld.

Het werkzaam chloorgehalte aan het einde van de contactperiode (ook wel restchloorgehalte genoemd), werd tussen 0,1 en 0,3 mg per liter gehouden.

Het ligt voor de hand, dat deze methode van doseren nogal onnauwkeurig was.

Op 15 september 1971 werd de gehele installatie *automatisch* in bedrijf genomen.

Spoedig bleken echter de oorspronkelijke meetcellen (type Depolox I), reeds na 6 uur zodanig vervuuld te zijn, dat de geregistreerde werkzaam chloorgehalten niet met de werkelijke waarden overeenkwamen.

Tevens bleek dat de afstand tussen het injectiepunt en het eerste meetpunt, die in eerste instantie 60 meter bedroeg, moest worden gewijzigd. Deze grote afstand veroorzaakte een naaijing, waardoor de relatie tussen de dosering en het restchloorgehalte werd verstoord.

Omdat het werkzaam chloorgehalte op de plaats van het eerste meetpunt reeds een indruk moet geven van het totale chloorverbruik, is de afstand aan een minimum waarde gebonden.

Aan de andere kant moet zo snel mogelijk worden bijgesteld als te veel of te weinig chloorbleekloog wordt toegevoegd. Dit bepaalt de maximaal toelaat-

bare afstand. Bij een afstand van 20 meter blijkt het systeem naar behoren te functioneren.

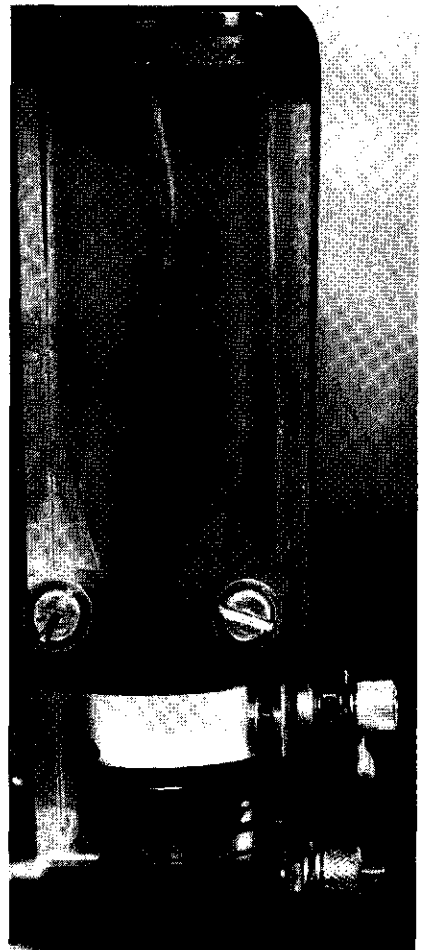
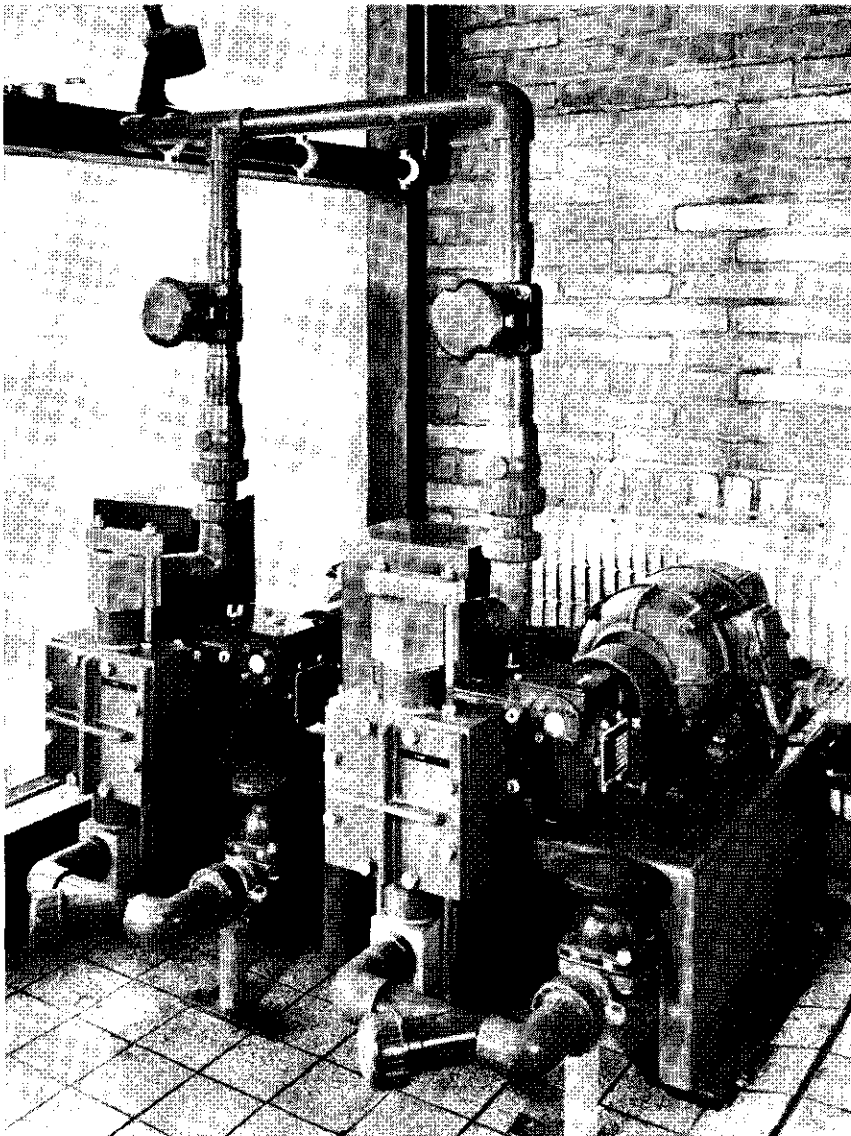
In het winterseizoen 1970/'71 werden diverse soorten filters beproefd, terwijl tevens de meetcellen een aantal constructiewijzigingen ondergingen. Uit deze proeven bleek, dat zgn. kaarsenfilters de beste resultaten gaven.

De meetcellen werden zodanig gewijzigd, dat het schoonmaken van de elektroden minder tijdrovend was.

In de loop van het seizoen 1971 werd het duidelijk dat ook de gewijzigde meetcellen (type Depolox II) met voorschakeling van genoemde kaarsenfilters niet langer dan 24 uur volledig automatisch konden werken.

Na 24 uur waren, door vervuiling van meetcellen, de geregistreerde gehalten aan werkzaam chloor niet meer betrouwbaar. Eveneens bleek, dat zowel het schoonmaken van de meetcellen als het reinigen of vervangen van de filters te veel tijd in beslag nam.

Afb. 2 - Doseerpompen.



Afb. 3 - Meetcel type A-773-R2, fabrikaat Wallace en Tiernan.

Na deze ervaringen werden de „Depolox” meetcellen vervangen door meetcellen van het type A-773-R2, eveneens fabrikaat Wallace en Tiernan, met handhaving van de oorspronkelijke voorgeschakelde autocleanfilters, terwijl tevens de afstand van het eerste meetpunt tot de meetcel verkleind werd tot 20 meter.

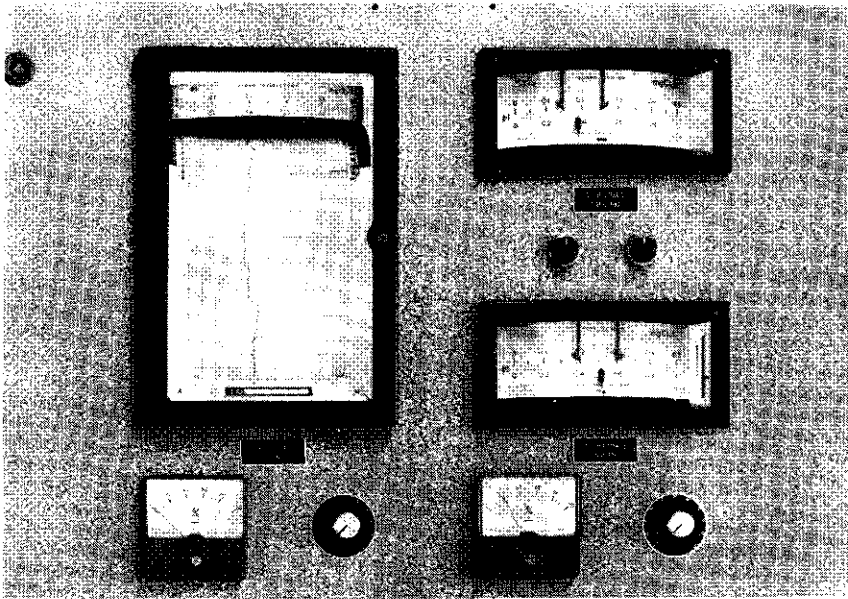
Deze gewijzigde installatie heeft in december 1971 ongeveer 3 weken volledig automatisch gefunctioneerd zonder reiniging van filters en meetcellen.

Aan de hand van de in Harderwijk opgedane ervaringen worden voor de in aanbouw zijnde installatie voor Amersfoort en de te bouwen installatie te Haarlem (Schalkwijk) Wallace en Tiernan meetcellen toegepast van het type A-773-R2.

6. De kosten en het verbruik van chloorbleekloog in 1970 en 1971

6.1 Verbruik

Tabel I geeft het verbruik aan chloorbleekloog weer voor de installaties te Harderwijk en Elburg in de seizoenen (15 mei - 15 sept.) 1970 en 1971 en de daarbij behorende hoeveelheden afgevoerd effluent.



Afb. 4 - Gedeelte van het schakelpaneel met linksboven de registratie-apparatuur voor het residu-chloor-gehalte.

Uit deze gegevens blijkt, dat het chloorbleekloogverbruik voor Harderwijk gemiddeld neerkomt op ruim 6 gram werkzaam chloor per m³ effluent; voor de installatie te Elburg bedraagt het gemiddelde verbruik bijna 3 gram werkzaam chloor per m³ effluent.

Het biochemisch zuurstofverbruik van het effluent van Harderwijk bedroeg gemiddeld 35 mg O₂/l, dat van de installatie te Elburg ongeveer 10 mg O₂/l. Hieruit blijkt, dat het chloorbleekloogverbruik onder meer afhankelijk is van de kwaliteit van het effluent.

6.2 Kosten

De prijs van het chloorbleekloog was in Harderwijk en Elburg in 1970 en 1971 respectievelijk f 0,16 en f 0,17 per liter (inclusief vervoer en BTW). Uitgaande van de in tabel I genoemde hoeveelheden afgevoerd effluent en het verbruik zijn in tabel II de totale kosten en de kosten per m³ effluent weergegeven.

Daar de desinfectie-installaties in 1970 en 1971 nog niet volledig automatisch hebben gewerkt, zijn het chloorbleekloogverbruik en daarmee dus ook de kosten nog vrij hoog geweest. Het is te verwachten, dat bij automatisch bedrijf de kosten lager zullen zijn.

7. De invloed van desinfectie op de bacteriologische kwaliteit van het water in het Veluwemeer

Om de invloed van de desinfectie van het effluent op de bacteriologische kwaliteit van het oppervlaktewater, het Veluwemeer, na te gaan, werden in 1970 een tweetal bacteriologische bemonsteringen van het Veluwemeer uitgevoerd. De eerste bemonstering vond plaats op 11 mei, enige dagen vóórdat de desinfectie-installatie op 15 mei in bedrijf werd genomen, de tweede op 8 juni. De resultaten van de bemonstering zijn weergegeven op afbeelding 5.

Het bovenste getal bij de monsterplaatse geeft het gevonden aantal coliachtige

bacteriën aan per 100 ml monster op 11 mei; het onderste, cursief gedrukte, getal het aantal op 8 juni. Het aantal coliachtigen is bepaald volgens de methode van Eijkman bij 45 °C en berekend volgens de MPN-methode.

Alhoewel er in Nederland geen vaste norm bestaat, waaraan recreatiewater moet voldoen, wordt over het algemeen aangenomen dat indien het aantal coliachtigen minder dan 110 per 100 ml bedraagt, van aanvaardbaar recreatiewater mag worden gesproken.

Uit de resultaten blijkt, dat de bacteriologische kwaliteit van het bemonsterde deel van het Veluwemeer, vóórdat desinfectie van het effluent plaatsvond, niet aan de bovengenoemde „norm” van 110 coliachtigen per 100 ml voldeed.

Vooraf het gedeelte van het meer langs de Knardijk en in mindere mate ter plaatse van de stranden waren in ernstige mate faecaal besmet.

Hierbij dient te worden opgemerkt, dat de windrichting Oost was, zodat het effluent juist naar deze gedeelten van het meer werd gedreven.

Bij de tweede bemonstering, waarbij de weersomstandigheden en windrichting vrijwel dezelfde waren, is het beeld geheel anders. Op vrijwel alle monsterplaatsen werd aan de „norm” voor recreatiewater voldaan.

Uit de resultaten blijkt dat desinfectie van het effluent een sterk verbeterende invloed heeft op de bacteriologische kwaliteit van het Veluwemeer bij Harderwijk.

Om een indruk te krijgen van het aantal coliachtigen in het effluent van de zuiveringsinstallatie is gelijktijdig met de bemonstering van het Veluwemeer zowel van 11 op 12 mei als van 7 op 8 juni een proportioneel monster van het effluent van de zuiveringsinstallatie genomen.

Het aantal coliachtigen van deze monsters bedroeg:

periode 11/5 7.00h - 11/5 20.00h:
730 x 10⁶ (zonder desinfectie)
periode 11/5 20.00h - 12/5 7.00h:
15 x 10⁶ (zonder desinfectie)

TABEL I

Installatie	seizoen 1970			seizoen 1971		
	effluent (m ³)	chloorbleekloog (kg)	werkzaam chloor gr/m ³	effluent (m ³)	chloorbleekloog (kg)	werkzaam chloor gr/m ³
Harderwijk	3.510.140	150.535	6,0	3.523.700	163.200	6,5
Elburg	1.397.625	27.500	2,8	1.574.850	31.900	2,8

TABEL II

Installatie	seizoen 1970			seizoen 1971		
	effluent (m ³)	chloorbleekloog (kosten)	prijs per m ³ effluent	effluent (m ³)	chloorbleekloog (kosten)	prijs per m ³ effluent
Harderwijk	3.510.140	f 19.750	0,56 ct	3.523.700	f 22.800	0,65 ct
Elburg	1.397.625	f 3.700	0,26 ct	1.574.850	f 4.550	0,29 ct

senpozen met de hand werd bijgeregeeld dan overdag.

8. Samenvatting en conclusies

De ervaringen gedurende het seizoen 1970 en 1971 met de desinfectie-installatie te Harderwijk hebben geleerd dat de soort meetcel van groot belang is voor de bedrijfszekerheid van de installatie en de betrouwbaarheid van de meting van het werkzaam chloorgehalte. Het chloorbleekloogverbruik in Harderwijk bedroeg ruim 6 gram werkzaam chloor per m³ afgevoerd effluent, in Elburg bijna 3 gram.

Alhoewel dit slechts een vergelijking is tussen twee installaties, kan hieruit worden geconcludeerd dat het chloorbleekloogverbruik onder meer afhankelijk is van de kwaliteit van het effluent van de zuiveringsinstallatie.

De twee bacteriologische bemonsteringen van het Veluwemeer vóór en ná desinfectie van het effluent van de zuiveringsinstallatie van Harderwijk hebben aangetoond, dat de desinfectie een gunstige invloed heeft op de bacteriologische kwaliteit van het ontvangend water.

Na desinfectie voldeed het water op vrijwel alle monsterplaatsen aan de in Nederland algemeen aanvaarde bacteriologische „norm” voor recreatiewater van 110 coliachtigen per 100 ml.

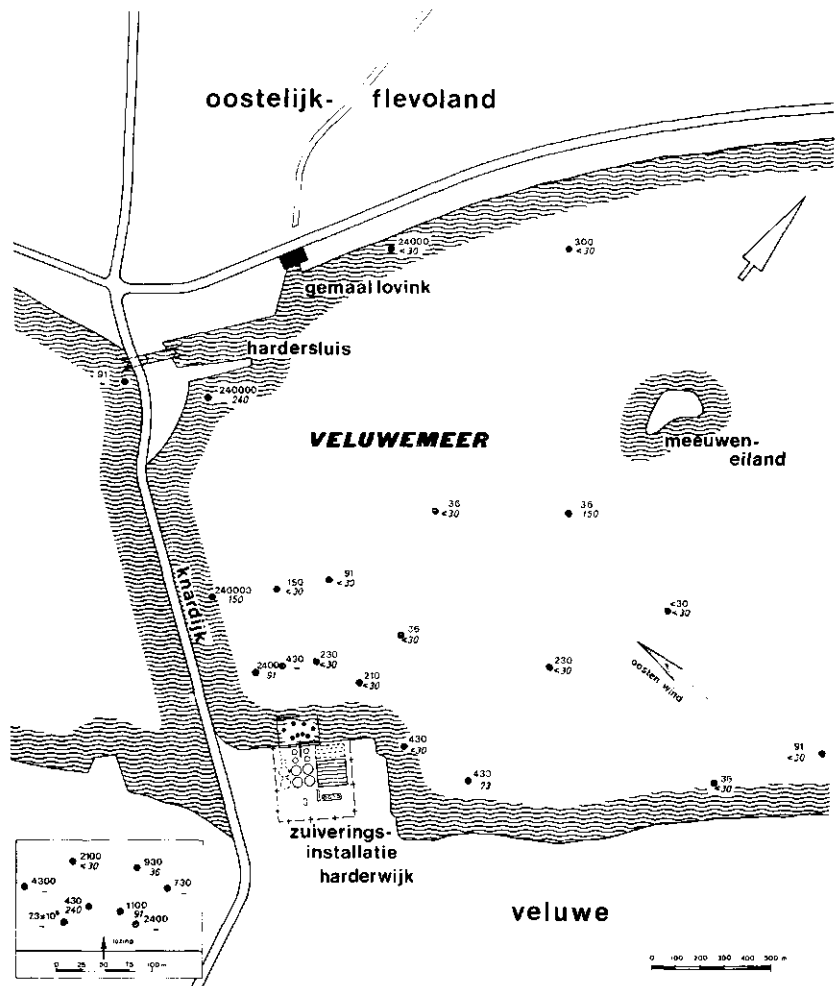
9. Herkomst van de verwerkte gegevens

Bij het tot stand komen van dit artikel is dankbaar gebruik gemaakt van de vele gegevens die door de heren J. Hoogland en A. J. Oost van de Beheersdienst Zuiveringsinstallaties Noord-Veluwe zijn verzameld. Zij hebben tevens een belangrijke bijdrage geleverd aan de uitgevoerde onderzoeken.

Ook van de leverancier van de meetcellen, de fa. Al-Techniek te Amsterdam is veel medewerking ondervonden.

Literatuur

1. Onstwedder, H. „Desinfectie van effluent”, H₂O (3) 1970 nr. 17.
2. Juliano, F. E., „Sewage Effluent Chlorination Practice”, Water and Sewage Works, januari 1968, pag. 28, tabel VI.



Afb. 5 - Resultaten bacteriologische bemonsteringen van het Veluwemeer bij Harderwijk.

periode 7/6 8.00h - 7/6 20.00h:
91 (met desinfectie)

periode 7/6 20.00h - 8/6 8.00h:
72.000 (met desinfectie)

Uit deze cijfers blijkt, zoals te verwach-

ten was, een rigoreuze vermindering van het aantal coliachtigen per 100 ml.

Het verschil tussen het aantal coliachtigen op 7/6 overdag en 's nachts is vermoedelijk een gevolg van het feit, dat gedurende de nacht met grotere tus-