

De drinkwatervoorziening van de stad Parijs

De Stichting Postacademiale Vorming Gezondheidstechniek heeft in de laatste week van oktober jl. een bezoek aan de drinkwatervoorziening en de rioolwaterzuivering van de stad Parijs georganiseerd.

Hier volgt een verslag van de drinkwatervoorziening van deze wereldstad.

Historische ontwikkeling

De watervoorziening van de stad Parijs is vrijwel altijd een zaak geweest, die de aandacht heeft gehad van de overheid. Aanvankelijk moesten de inwoners volstaan met het putten van water uit de Seine, doch in de derde eeuw van onze jaartelling werd al het aquaduct van Arceuil gebouwd (aanvoer 2000 m³ water per dag), om aan de toenemende vraag naar water te kunnen voldoen. In de 9e eeuw is dit aquaduct echter tijdens het beleg van de stad door de Noormannen vernield en in onbruik geraakt.

Een nieuwe ontwikkeling deed zich voor, toen de geestelijken omstreeks de 12e eeuw veel putten hebben geslagen op de noordelijke Seine-oever en ook weer een aquaduct gebouwd hebben voor de aanvoer van water naar openbare fontein.

Deze werken werden in 1364 eigendom van het stadsbestuur van Parijs, dat vanaf die tijd voorzorg in het onderhoud van die werken.

Zo langzamerhand werden er pompinstallaties aan de Seine opgericht en een distributienet aangelegd. In het midden van de 18e eeuw werden zodoende 63 openbare drinkwaterfontein gevoed; de productiecapaciteit bedroeg 4000 m³ water per dag voor een bevolking van meer dan 500.000 zielen.

Aan de slechte kwaliteit van het water viel echter niet te twifelen. De kwaliteit van het water uit de tijd der aquaducten was beslist beter, ondanks dat het zeer kalkhoudend was en de winplaatsen en aquaducten zelf onvoldoende beschermd waren tegen besmetting. Als bijzonderheid wordt vermeld, dat zelfs het brood van de bakkers, die de beschikking hadden over een eigen waterbron, een zeer onaangename geur had. Aan het einde van de 18e eeuw werden daarom pogingen ondernomen, niet alleen om de productie te verhogen, maar ook om de kwaliteit te verbeteren.

Er waren veel plannen, maar geen enkel plan leidde tot een gunstig resultaat.

De watervoorziening bleef slecht, tot de eerste maal consul Bonaparte in 1802 besloot onverwijld te beginnen met het maken van een aftakking van de rivier de Ourcq (le canal d'Ourcq).

Het water werd verzameld in een bassin, van waaruit het via 15 hoofdleidingen getransporteerd werd naar watertoren in bepaalde stadswijken.

In 1854 werd door dit kanaal en 3 kleine installaties aan de Seine 90.000 m³ water per dag geleverd aan ca. 1.000.000 inwoners; hiervan werd 57.000 m³ per dag gebruikt voor de openbare watervoorziening (monumentale fontein en brandkranen) of gratis aan het publiek geleverd door middel van drinkwaterfontein, terwijl 33.000 m³ water per dag door particulieren werd afgenomen tegen betaling. De hoeveelheid bleef onvoldoende en de kwaliteit middelmatig (warm water in de zomer en troebel water in de winter).

De bevolking ging daarom weer de voorkeur geven aan het gebruik van water uit eigen bronnen, waarvan de verontreiniging door micro-organismen nog niet was onderkend.

Aangezien de grote hoeveelheid openbare fontein een volledig omschakelen op grondwater te duur zou maken, werd besloten naast het bestaande net een nieuw distributienet aan te leggen, waarmee tevens de noodzakelijke extra

capaciteit zou worden verkregen. De opzet hiervan is voornamelijk het werk geweest van Belgrand. De hiermede gemoeide kosten lagen in dezelfde orde van grootte als die van een uitbreiding van het bestaande net. In de loop van de tijd zijn deze twee netten in de stad Parijs blijven bestaan; het éne bevat nu drinkwater (een mengsel van oppervlaktewater en grondwater), het andere ongezuiverd Seinewater (450.000 m³ per dag).

Bedrijfsvoering

De watervoorziening van de stad Parijs (niet de banlieue) en de riolering worden beheerd in combinatie met andere gemeentelijke diensten („la Direction Technique des Eaux et de l'Assainissement" is een integrerend onderdeel van „La Direction Générale des Services Techniques"). Men kent voor de watervoorziening 3 diensten (voor de riolering eveneens 3) t.w.:

„le Service des Dérivations" (winning en transport van grondwater naar Parijs);

„le Service des Machines" (productie van drinkwater binnen Parijs zelf);

„le Service de la Distribution des Eaux" (distributie en reservoirs binnen Parijs).

De verantwoordelijkheid van de laatstgenoemde dienst houdt op vóór de huisaansluitingen; de aanleg en het onderhoud van de dienstleidingen („branchements"), de verkoop van het water aan de particulieren, de administratie en de verrekening van de watergelden is in handen van de „Compagnie Générale des Eaux". Hoewel de genoemde maatschappij een naamloze vennootschap is, is haar reglement bekrachtigd door de „Préfet de la Seine" en heeft het als zodanig een publiekrechtelijk karakter.

Een afzonderlijke dienst van deze „Compagnie" is „le Service des Recherches", die politionele bevoegdheid heeft. Procesverbaal wordt opgemaakt indien er een directe verbinding wordt geconstateerd tussen „eau potable" en „eau non potable".

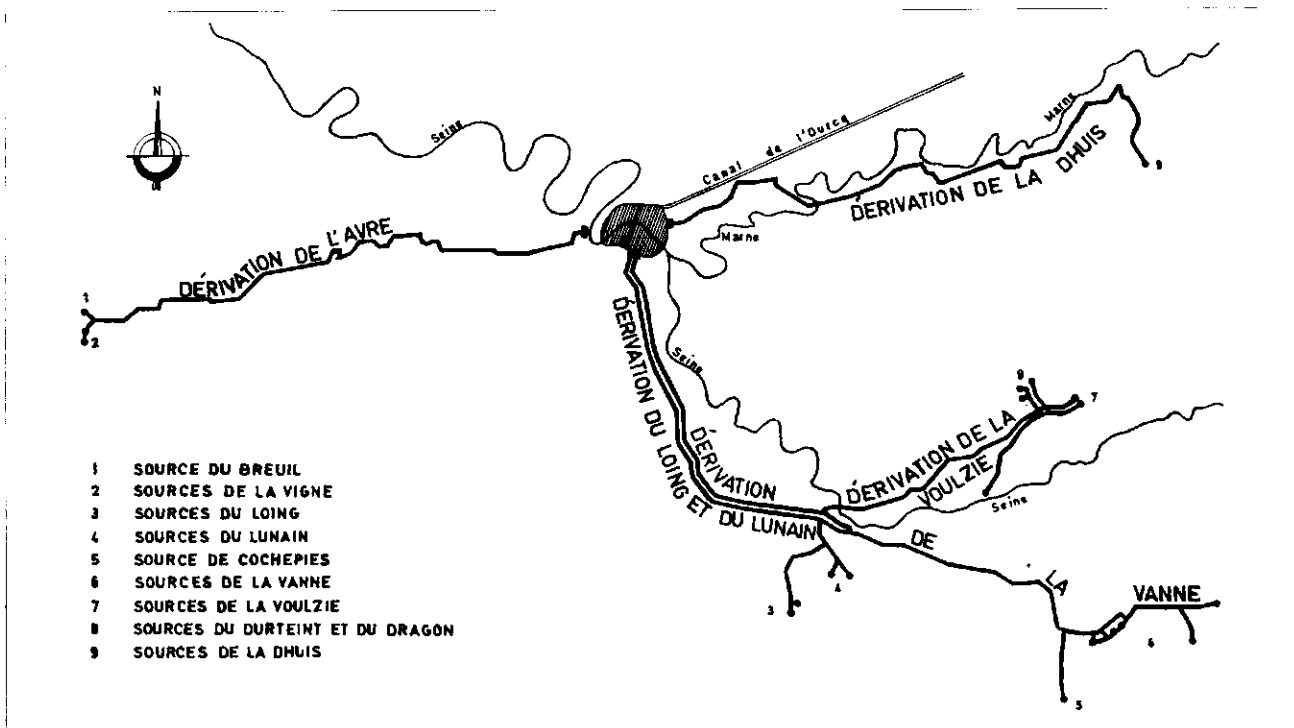
Onder „la Direction Générale des Services Techniques" ressorteert eveneens een „Service de Contrôle des Eaux", die het water bemonstert in de reservoirs en het hoofd- en dienstleidingnet (de productiebedrijven hebben een eigen laboratorium).

De grondwaterwinning is echter het onderzoekerterrein van „le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris" ressorterend onder „le Direction des Affaires Sociales".

Voor een buitenstaander is het een ingewikkelde organisatie, die overigens toch wel goed functioneert.

Waterverbruik

Het totale watergebruik van de binnenstad van Parijs (la Ville de Paris) bedraagt thans ca. 240 miljoen m³ per jaar, met een jaarlijkse stijging van 2 %. Elk perceel heeft een watermeter. Het afname-patroon heeft de laatste jaren op twee manieren een verandering ondergaan. Het warme weer schijnt thans minder van invloed te zijn dan voorheen, omdat blijkbaar elk stukje groen in de stad bebouwd wordt waardoor minder aan tuinbesproeiing wordt gedaan, terwijl de komst van de koelkast eveneens een gunstige uitwerking op het hoge gebruik heeft gehad. Een andere ontwikkeling is



Afb. 1 - Overzicht grondwaterwinplaatsen.

de grote uittocht van de Parijzenaars in de weekeinden, waardoor het gemiddelde debiet op de werkdagen, als functie van het jaarlijkse debiet, voortdurend toeneemt:

in 1960: 2,90 % per werkdag, in 1963: 4,54 % en in 1965: 5,26 %.

In 1970 is er een maximum daggebruik geweest van 1.250.000 m³ (gemiddeld 1.040.000 m³/dag). Het hoofdelijk gebruik bedroeg maximaal 520 liter/inw./dag (gemiddeld 380).

Huidige drinkwaterwinning

Als grondstof voor de drinkwatervoorziening van de stad Parijs wordt thans gebruikt gemaakt van oppervlaktewater uit de Seine en de Marne (3 produktiebedrijven binnen de grenzen van Groot-Parijs) en van grondwater, dat echter vanaf grote afstand naar Parijs wordt getransporteerd.

a. Grondwaterwinning

Parijs bezit in een gebied rond de stad, met een straal van 150 km talrijke bronnen, die een groot gedeelte van het benodigde drinkwater leveren.

Uit 5 gebieden wordt dit water aangevoerd, zoals is aangegeven op afb. 1.

Het water wordt van de bronnen (gemetselde putten met een open waterspiegel, dan wel boorputten) na een eventueel noodzakelijke desinfectie en ontijzering met behulp van gesloten aquaducten naar Parijs getransporteerd, waar het wordt opgevangen in grote reservoirs. In enkele gevallen zijn één of meer opjaagstations in de leiding aanwezig.

De aquaducten, die eivormig of rond zijn, hebben een lengte van ca. 75 tot ruim 180 km, met een normaal verhang van 10 à 13 cm per km.

De gemiddelde afvoer capaciteiten zijn:

a. Avre	110.000 m ³ /dag
b. Dhuis	20.000 m ³ /dag
c. Vanne	140.000 m ³ /dag
d. Loing en Lunain	100.000 m ³ /dag
e. Voulzie	100.000 m ³ /dag
Gemiddeld totaal:	470.000 m ³ /dag (max. 500.000).

b. Oppervlaktewaterwinning

De drie produktiebedrijven zijn:

1. te Ivry aan de Seine — gemiddelde capaciteit: 175.000 m³/dag (max. 450.000);
 2. te Saint Maur aan de Marne — gemiddelde capaciteit 150.000 m³/dag (max. 350.000);
 3. te Orly aan de Seine — gemiddelde capaciteit 300.000 m³/dag (max. 400.000).
- Totaal gemiddelde capaciteit: 625.000 m³/dag (max. 1.200.000).

Door het grote verschil in capaciteit tussen gemiddeld en maximum is het mogelijk bij een storing (bv. in een transportleiding) één bedrijf geheel buiten dienst te stellen.

Van de genoemde bedrijven werden alleen die te Saint Maur en Orly bezocht.

Het bedrijf te Ivry komt in hoofdzaak overeen met dat te Saint Maur.

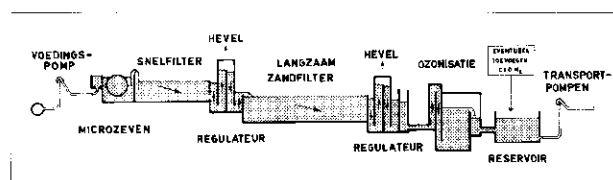
Het produktiebedrijf te Saint Maur

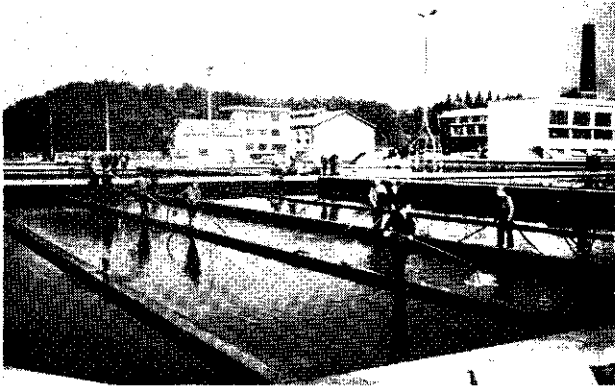
Het bedrijf te Saint Maur is gelegen aan de Marne. Oorspronkelijk werd bij de waterbehandeling volstaan met een snelfiltratie, gevolgd door een langzame zandfiltratie. Als gevolg van de toename van het waterverbruik en de kwaliteitsvermindering van het Marnewater trad echter steeds sneller verstopping van de filters door plankton op. Het bedrijf is daarna gemoderniseerd.

In afb. 2 is het bedrijf in schema weergegeven.

In het hoofdgebouw zijn 16 microzeven (gaaswijdte 0,035 mm) opgesteld, terwijl 28 nieuwe snelfilters ter weerszijden van twee, loodrecht op het hoofdgebouw staande bedieningsgalerijen zijn gegroepeerd.

Afb. 2 - Schema Saint Maur.





Afb. 3 - Schoonmaken langzame filters Saint Maur.

De filtraatvoer en de spoelwaterafvoer zijn uitgevoerd als hevels.

Het spoelen geschiedt discontinu.

- a. alleen luchtspoeling;
- b. lucht- en waterspoeling; de waterstand stijgt tot ca. 10 cm beneden de bovenkant van de hevel;
- c. hevels langs de zijkanten van het filter worden aangezet en het bovenstaande water wordt afgeheveld tot ca. 30 cm boven de bovenkant van het filterbed. Boven het filter bleef duidelijk vuil liggen.

Bij hoge waterstanden in de Marne bevat het water veel zwevende stof; door toevoeging van FeCl_3 in het aanvoerkanaal wordt coagulatie verkregen, waarna de zwevende stof door filtratie wordt verwijderd. De snelfilters krijgen hierdoor een zwarte kleur.

Het filtraat van de snelfilters komt op de langzame zandfilters.

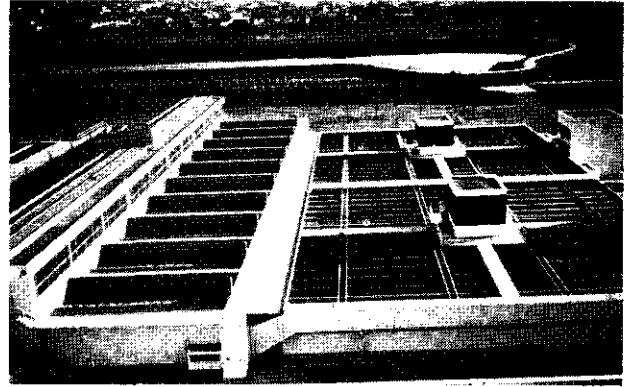
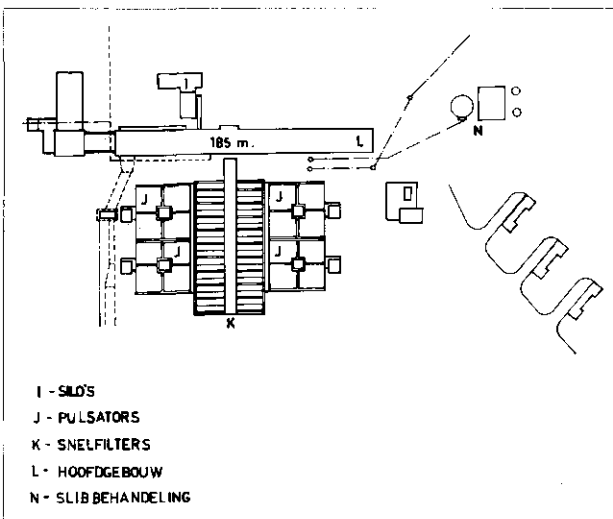
Het schoonmaken van deze filters geschiedt met de hand. Met een ploeg van 9 man werden de kleinere filtereenheden in 4 uur schoongemaakt; de grotere eenheden in 10 uur.

Het schoonmaken geschiedt met behulp van spuitlansen, die in de zandlaag worden gestoken, terwijl het vuil met bezems wordt verwijderd en de zandlaag eveneens hiermee zo goed mogelijk wordt geëgaliseerd (zie afb. 3).

Het filter wordt direct daarna weer in dienst genomen.

De desinfectie van het water gebeurt met behulp van ozon. Er zijn twee soorten ozonisatoren opgesteld: met platen en met horizontale buizen. De productie is 3,6 g per m_3 lucht. Door afkoeling wordt de aangevoerde lucht gedroogd (dauwpunt -13°C).

Afb. 4 - Produktiebedrijf Orly.



Afb. 5 - Orly, gezien vanaf silogebouw.

Het onder druk brengen gebeurt eerst na de vorming van ozon, hetgeen minder plezierig werkt; de contacttijd met het water in 3 min. De lucht wordt gerecirculeerd vanwege het hoge ozongehalte na het contact met het water (grove bellen) en ook in verband met de verontreiniging van de buitenlucht. Er is bovendien een chloordoseerinstallatie aanwezig, die bij calamiteiten wordt gebruikt, maar waarmede ook wekelijks 60 ppm als NaOCl wordt gedoseerd om aangroei in de leidingen te voorkomen.

De algemene indruk van het bedrijf is, dat het een rommelig en enigszins verouderd bedrijf is met onvoldoende veiligheidsmaatregelen.

Het produktiebedrijf te Orly

Dit nieuwe bedrijf, dat in 1969 in gebruik is gesteld, is gelegen aan de Seine, in de nabijheid van het vliegveld Orly.

Het is een zeer modern, compact gebouwd drinkwaterleidingbedrijf dat er verzorgd uitziet en dan ook duidelijk als paradepaard fungeert. De hoogteligging van het bedrijf is zodanig gekozen, dat de vitale onderdelen ook bij de hoogst voorkomende waterstanden in de Seine, kunnen blijven functioneren (6 à 7 meter boven het normale niveau).

De produktiecapaciteit bedraagt, zoals reeds gemeld is, gemiddeld 300.000 m^3 per dag en maximaal 400.000 m^3 ($18.000 \text{ m}^3/\text{h}$) met de mogelijkheid om in de toekomst tot verdubbeling van deze hoeveelheden te kunnen overgaan.

In afb. 4 en 5 is een overzicht gegeven van de situering van de gebouwen, terwijl het bedrijfsschema in afb. 6 is weergegeven.

Het Seinewater bevat een middelmatige hoeveelheid mineralen en relatief weinig zwevende stof, behalve bij de hoogste waterstanden.

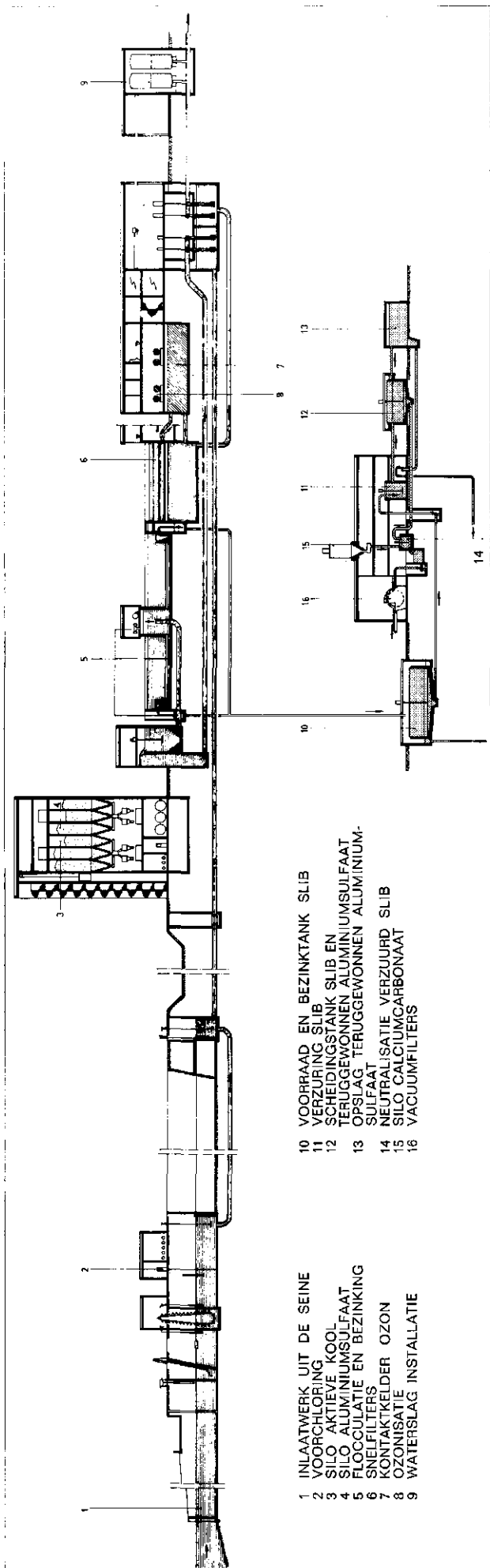
In bepaalde seizoenen bezit het water veel kleur en een relatief hoog gehalte aan organische stof, terwijl het sterk bacteriologisch is verontreinigd. In de zomer komen afwisselende hoeveelheden plankton voor.

In afb. 7 is een volledige analyse vermeld met de bedrijfsresultaten onder normale omstandigheden.

In het onderstaande zal nu een overzicht worden gegeven van de behandelingen die het water ondergaat.

Inlaatwerk

Het water passeert een grofrooster (9 cm) en vervolgens een mechanisch geruimd fijnrooster (30 mm). Hierna staan 2 bandzeven opgesteld (metaalgaas, openingen van ca. 1,4 mm), welke automatisch met behulp van waterstralen worden schoonmaakt, zoals bij een microzeef. Deze zeven draaien niet permanent en komen eerst in werking, wanneer de weerstand een bepaalde waarde heeft bereikt en het niveauverschil van het water vóór en achter de zeven te groot wordt. Vóór de roosters is eveneens een zuiginstallatie geconstrueerd, die eventueel op het water drijvende olie verwijdert.



- 1 INLAATWERK UIT DE SEINE
- 2 VOORCHLORING
- 3 SILO AKTIEVE KOOL
- 4 SILO ALUMINIUMSULFAAT
- 5 FLOCCULATIE EN BEZINKING
- 6 SNELFILTERS
- 7 KONTAKTKELDER OZON
- 8 OZONISATIE
- 9 WATERSLAG INSTALLATIE

- 10 VOORRAAD EN BEZINKTANK SLIB
- 11 VERZURINGSLIB EN SCHEIDINGSTANK SLIB EN TERUGGEWONNEN ALUMINIUMSULFAAT
- 12 OPSLAG TERUGGEWONNEN ALUMINIUMSULFAAT
- 13 NEUTRALISATIE VERZUURD SLIB
- 14 SILO CALCIUMCARBONAAAT
- 15 VACUUMFILTERS

Vóorchloring

Het water ondergaat hier een voorchloring, waarmede wordt beoogd:

- een eerste desinfectie;
- een breekpuntchloring;
- een oxydatie van een gedeelte van het organisch materiaal;
- een gunstige beïnvloeding van de bezinkingseigenschappen.

In verband met de wisselende kwaliteit van het Seinewater is een vrij grote voorraad chloor aanwezig: 18 cylinders à 1 ton vloeibaar chloor.

Het chloor wordt automatisch gedoseerd in de vorm van chloorgas (tot maximaal 8 g/m³) en met behulp van geperforeerde buizen in het water gebracht. Bij een eventuele chloorlekage wordt automatisch gealarmeerd, terwijl — eveneens automatisch — door middel van krachtige ventilatoren het chloorgas wordt afgezogen naar een contactkolom, waar het wordt geneutraliseerd met behulp van natriumsulfiet.

Transport naar de zuiveringsinstallatie

Het water kan op twee manieren naar het filtergebouw worden getransporteerd: rechtstreeks via een Ø 1800 mm wijde leiding, dan wel via een contactbassin met een inhoud van 100.000 m³; dit bassin wordt alleen gebruikt wanneer een lange verblijftijd gewenst is.

Waterbehandeling

Het water doorloopt een gecombineerd coagulatie/bezinkingssysteem en wordt daarna gefiltreerd. Coagulatie vindt plaats met behulp van aluminiumsulfaat, omdat hiermee gemakkelijker gewerkt zou kunnen worden dan met ferrichloride.

Het is schoner en minder corrosief. Bovendien geeft een ferrichloridedosering meer moeilijkheden bij de slibverwerking en verhoogt het de kleur van het water na de behandeling met ozon, wanneer de dosering niet juist is geweest. Tevens wordt geactiveerd kiezelzuur als coagulatiehulpmiddel toegevoegd in een kleine hoeveelheid van 1 à 2 mg/l, welke echter in koude jaargetijden wordt opgevoerd.

De benodigde hoeveelheid aluminiumsulfaat hangt voornamelijk af van de troebeling van het ruwe water. De juiste dosering wordt vastgesteld met een automatische „flocculatiemeter”. Nadat de chemicaliën zijn gedoseerd, komt het water in 4 Degrémont-Pulsator bezink-/flocculatiebassins van 36,5 x 38 m, diepte 4,75 m. Het water wordt hierin stootsgewijs toegevoerd, waarbij filtratie door een vlokken-deken plaats vindt.

De verticale stijgsnelheid van het water bij een maximaal debiet is ca. 3 m/h en de contacttijd is 1 uur en 32 minuten. De afvoer vindt plaats via roestvrij stalen afvoergoten, welke voorzien zijn van verwarmingsdraden om bevriezing tegen te gaan. Men is zeer tevreden over de resultaten van de Pulsator. Het slib wordt continu afgelaten.

Na de bezinking vindt filtratie door snelfilters plaats in 20 „Aquazur”-filters van elk 131 m² oppervlakte.

De filterbodem bestaat uit spoelkoppen, de beddikte bedraagt 80 cm en de effectieve korrel diameter van het filtermateriaal is 0,95 mm met een uniformiteitscoëfficiënt, kleiner dan 2. De waterhoogte boven het filterbed is 55 cm en de filtersnelheid bedraagt 6 m/h. De filterlooptijd is 2 dagen. Het spoelen gebeurt automatisch met een gecombineerde luchtwaterspoeling. Bovendien wordt gebruik gemaakt van een horizontale „waterbezem” om het afvoeren van het bovenstaande spoelwater te versnellen.

Desinfectie

Het water wordt gedesinfecteerd met ozon, welke wordt geproduceerd door 6 ozonisatoren.

Afb. 7 - Fysische en chemische analyse van het water op verschillende punten van het bedrijf te Orly.

	ruw water	bezonnen water	gefiltreerd water	rein water
Temperatuur (°C)	6	6	6	6
Troebeling (JTU)	25	—	0,03	0,03
Kleur (mg/l Pt)	40	4	1	< 1
pH	7,8	7,25	7,25	7,30
Zwevende stof (mg/l)	30	0,9 - 2	< 0,1	< 0,1
Weerstand (ohm-cm, 20° C)	2500	2500	2500	2500
Hardheid (franse graden)	25	25	25	25
Chloride (franse graden)	2	2	2	2
Sulfaten (franse graden)	3	5	5	5
IJzer (mg/l Fe)	0,5	sporen	0	0
Mangaan (mg/l Mn)	0,1	0	0	0
Aluminium (mg/l Al)	0,1	0,2	0	0
Oxideerbare stof	4,50	1,90	1,60	1,50
in mg/l O ₂ } zuurmilieu				
} basisch milieu	2,50	1,00	0,80	0,75
Fenolen (mg/l zonder actieve kool)	0,05	0,01	sporen	0
Detergenten (mg/l zonder actieve kool)	0,25	0,10	0,03	sporen
Detergenten (mg/l met actieve kool)	0,25	0,05	0,01	0
Silicium (mg/l SiO ₂)	10	8	8	8
CO ₂ (vrij, mg/l)	6,5	18	18	15
Opgeloste zuurstof	10,5	10,8	11	11,5
Ammoniak	0,4	sporen	sporen	sporen
Smaakdrempel	6	—	2	1

Elke ozonisator bestaat uit een roestvrij stalen cylinder van Ø ca. 2 m met 558 horizontaal gelegen metalen buizen met daarin gemetaliseerde glazen electroden, (fabrikaat „Trailgaz“).

De ozon (reactievergelijking $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$) wordt verkregen door samengeperste goed gedroogde lucht langs de electroden te leiden waar een stroomspanning wordt onderhouden van 20.000 Volt met een frequentie van 50 Hz.

Er wordt aldus 20 gram ozon per m³ lucht geproduceerd. Het drogen van de lucht geschiedt door deze af te koelen en te voeren langs silyca-gel, waarbij een dauwpunt wordt verkregen van — 50° C.

De ozon wordt vervolgens in 4 tanks met een diepte van 4,75 m gedurende ca. 11 minuten in contact gebracht met het water (fijne bellen). De gemiddelde dosis is 2 ppm.

Elke ozonisator kan 7,5 kg ozon per uur produceren. Omdat het hier verboden is de niet door het water opgenomen hoeveelheid ozon in de open lucht af te spuien, wordt dit geneutraliseerd in een actieve kool-filter. Door verwarming hiervan wordt het effect verhoogd.

Desinfectie met chloordioxyde is eveneens mogelijk, of wel voor noodgevallen, of wel om een desinfectie tot aan de kraan van de gebruiker te kunnen garanderen.

Het gedesinfecteerde water wordt opgeslagen in reinwaterkelders onder de filters, met een inhoud van 20.000 m³.

Actieve koolbehandeling

Ondanks de beschreven behandeling van het water kunnen er bij slechte Seine-waterkwaliteiten nog smaakbezwaren aan het reine water kleven. Om dat te voorkomen wordt dan actieve kool, tesamen met de andere chemicaliën vóór de Pulsators gedoseerd, mogelijk tot ca. 70 g/m³ water.

Slibbehandeling

Het spoelwater van de sneffilters wordt direct in de Seine geloosd, omdat dit weinig vervuild is en toevoeging aan de slibafvoer van de Pulsator de behandeling hiervan zou verstoren. Laatstgenoemd slib wordt eerst verzameld en vóór bezonnen in een tank buiten het behandlingsgebouw, dat op ongeveer 100 m afstand van het drinkwaterproductiebedrijf is gelegen.

Vervolgens wordt zwavelzuur aan dit slib toegevoegd, waarvan de dosis varieert met de kwaliteit van het afvalwater (gewenste pH 3 à 3,2), waarna het opnieuw wordt bezonnen.

Uit het boven het slib staande water, waarin zich ca. 50 % van het bij het proces gebruikte aluminiumsulfaat bevindt, wordt dit laatste teruggewonnen. Dit kan nadien weer opnieuw als flocculatiemiddel worden gebruikt. Het resterende slib wordt daarna geneutraliseerd met behulp van calciumcarbonaat en ontwaterd met vacuumfilters. Het steekvaste slib wordt vervolgens afgevoerd naar de vuilstort. Er is één bedieningsman aanwezig.

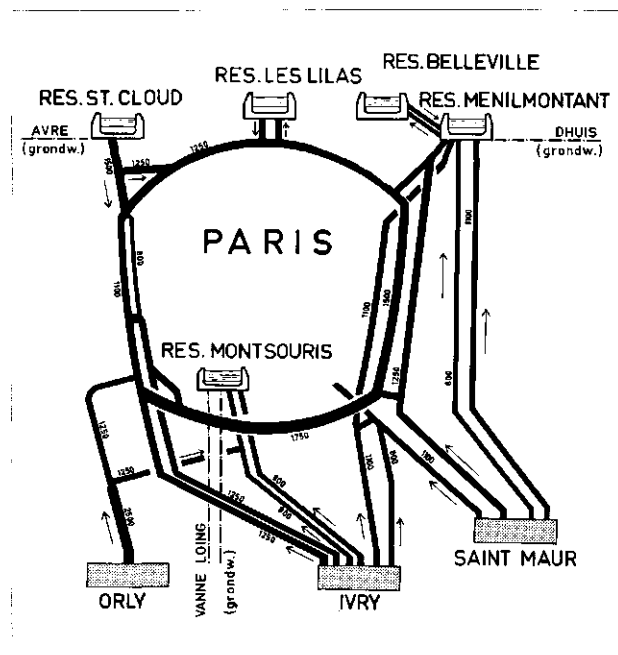
Overige behandeling

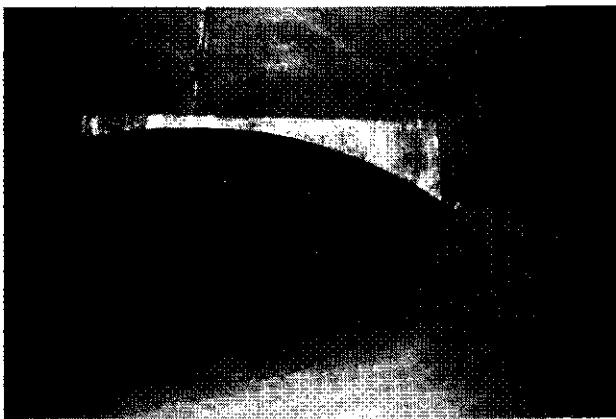
De ruw- en reinwaterpompen zijn in het hoofdgebouw opgesteld, waar ook de ozonisatoren zich bevinden, alsmede de kantoren en laboratoriumruimten.

Op de transportleiding, die het reine water o.a. verpompt naar het reservoir te Hay-les-Roses in de stad Parijs, is een waterslaginstallatie aangesloten (3 drukvaten).

Gezien de grote buffercapaciteit van het Parijse distributienet, inclusief de daaraan gekoppelde reservoirs (ca. 1 gehele

Ab. 8 - Schema transportleidingen met reservoirs.





Afb. 9 - Afdekking reservoir des Lilas.

dag buffering mogelijk) is het afname en produktiepatroon (vrijwel) constant.

Het gehele bedrijf is geautomatiseerd, zodat dit vanuit de centrale bedieningsruimte door één man kan worden bestuurd.

Uiteraard is er wel een onderhoudsdienst aanwezig.

De distributie

a. Leidingnet

Het drinkwater wordt op verschillende manieren in het Parijse distributienet gebracht. Het water, dat via de aquaducten wordt aangevoerd (grondwater), wordt in het algemeen naar hooggelegen reservoirs getransporteerd, terwijl het reine water van de drie produktiebedrijven (oppervlaktewater) zowel rechtstreeks in het net, als naar die reservoirs wordt gepompt (zie afb. 8).

De stad Parijs bezit een achttal reservoirs met een gezamenlijke inhoud van 900.000 m³, waarvan het „Réservoir des Lilas” werd bezocht.

Vanuit de reservoirs wordt het eigenlijke distributienet van water voorzien. In verband met de grote hoogteverschillen tussen de verschillende punten in Parijs is er niet sprake van één net, maar van een aantal (10) netten, waarin de druk van het water is aangepast aan het betreffende stadsdeel. Voor enkele zeer hoog gelegen wijken zijn nog een aantal (4) opjaagstations op het net aangesloten. Praktisch het gehele distributienet (1670 km) is ondergebracht in de riolering van Parijs.

In elke straat ligt een begaanbaar riool (in straten breder dan 20 meter zelfs twee), waarvan de hoofdriolen enorme afmetingen bezitten. De waterleidingen (rein- en ruw water), alsmede leidingen voor buizenpost, druklucht, bedienings- en signaleringskabels, zijn bovenin deze riolen tegen de wanden gemonteerd, terwijl de allergrootste leidingen in afzonderlijke galerijen zijn ondergebracht. Een uitzondering hierop vormen de elektriciteitskabels en de gasleidingen, die direct in de grond zijn gelegd.

De genoemde manier van leggen bezit vele voordelen voor het onderhoud van de leidingen.

Het lekzoeken en repareren van de verbindingen is vrij gemakkelijk en het aansluiten van nieuwe afnemers is op eenvoudige wijze uit te voeren.

Omdat de leidingen (veelal gietijzeren) zich voortdurend in een corrosieve atmosfeer bevinden, vindt een regelmatige bescherming van de buiswand plaats (verven).

Bij de hoofdaanvoerleidingen vanaf de produktiebedrijven, is een automatische controle op lekkage aanwezig: de leidingen zijn door middel van afsluiters in secties verdeeld, terwijl er bovendien debietmeters in zijn opgenomen. Een lekkage manifesteert zich nu — aangezien er geen afnemers van water zijn — door een verschil tussen de door twee op-

volgende debietmeters aangegeven waarde. Dit verschil wordt automatisch gecontroleerd en indien op deze wijze een lekkage wordt geconstateerd worden eveneens automatisch de afsluiters aan het begin en het einde van het betreffende leidinggedeelte gesloten. Dit sluiten geschiedt volgens een bepaald programma en wel zo, dat geen waterslag in de leiding kan optreden.

De regeling van de distributie is grotendeels geautomatiseerd. De centrale bedieningsruimte bevindt zich in het hoofdgebouw van de „Service des Eaux” in de Rue de Schoelcher 9.

Hier bevindt zich de registratieapparatuur van:

22 niveau-meetapparaten (waterhoogten in reservoirs en tanks);

60 drukmeetapparaten (druk in maatgevende punten van het net);

31 debietmeters (debiet in voornaamste hoofdleidingen).

Tevens kunnen van hieruit 41 vlinderkleppen op afstand worden bediend. De gang van zaken is zó, dat voor de maatgevende punten in het distributienet een bepaalde minimum- en maximumdruk is vastgesteld.

Indien de werkelijke druk (afleesbaar) buiten het ingestelde gebied dreigt te komen, wordt met behulp van de op afstand bediende vlinderkleppen de weerstand op bepaalde punten zodanig verhoogd (c.q. verlaagd), dat de druk weer zijn juiste waarde bereikt. Het bereiken van de grenswaarde wordt automatisch gesignaleerd (bel). Het bijregelen van de vlinderkleppen geschiedt vanaf de bedieningslessenaar; via een bandje wordt de juiste stand van de kleppen auditief gemeld.

Voor deze regeling van de drukken wordt volstaan met één operator.

b. Reservoirs

Wanneer het water bij een reservoir aankomt, wordt al of niet automatisch vloeibaar zwaveldioxyde hieraan toegevoegd om het eventueel nog aanwezige chloor te neutraliseren. Op enkele punten wordt ook de radioactiviteit van het water gemeten.

Het bezochte „Reservoir des Lilas” is in 1964 in gebruik genomen en heeft een nuttige inhoud van 200.000 m³ (4 x 50.000).

Deze reinwaterberging van voorgespannen beton (de grootste van Europa) is ondergebracht in een gebouw met een grondvlak van 135 x 154 m en een hoogte van 16 m. Het gehele gebouw is uit esthetische overwegingen „begraven” en van boven af toegankelijk.

De 4 reservoirs zijn twee aan twee boven elkaar gebouwd, waarbij tussen de beide, op één hoogte gelegen reservoirs een ruime bedienings- en inspectiegang is gemaakt.

Tussen de muren (verticaal staande cilindrische schalen met een straal van 1,55 m en een dikte van 18 cm tegen 1 meter trilbeton) en het eigenlijke reservoir met een wanddikte van 15 cm is een inspectieruimte gehouden van 1,50 m. De horizontale krachten worden via dwarsbalken (afstand 4,50 m) op de bodem, de middenvloer en het dek overgedragen. De verticaal optredende krachten worden op de vaste bodem overgebracht door in de lengterichting lopende funderingsbalken (afstand 4,50 m), welke balken zodanig door dwarsdragers verbonden zijn, dat vierkante velden ontstaan, die door de voorgespannen gewelfde bodemconstructie van het reservoir wordt afgedekt (zie afb. 9).

Onder de bodem bevindt zich een inspectieruimte van 1,8 m hoogte. Met behulp van op afstand bediende afsluiters kunnen de reservoirs naar behoefte worden in- en uitgeschakeld; een pompinstallatie kan het water uit het laagst gelegen reservoir in het hoogste brengen.

De bouwtijd is ongeveer 2½ jaar geweest en de kosten hebben indertijd 15 miljoen gulden bedragen.