

SUMMARY

Water Fluoridation Practice in the Netherlands

The "Working Group Fluoridation" of the KIWA reports about the experiences gained in the Netherlands with the fluoridation of drinking water with sodium silicofluoride by means of volumetric dry feeders. It is evident that much inspection is required in order to maintain a regular fluoride concentration of 1.1 ± 0.1 ppm $F^{1/}$ l. Therefore the Working Group advises solution feeders used to feed an accurately prepared solution of 0,4% sodium silicofluoride or a 2% solution of sodium fluoride. Adsorption of fluorides in water-mains could not be determined.

Bedrijfservaringen met fluoridering

Bedrijfservaringen opgedaan bij het fluorideren van drinkwater met natriumsilicofluoride en hieruit afgeleide technische richtlijnen voor te ontwerpen fluorideringsinstallaties.

1. Inleiding

De in de praktijk optredende technische moeilijkheden, die zich bij de fluoridering van drinkwater voordoen, zijn voor enkele waterleidingbedrijven aanleiding geweest het KIWA te verzoeken een werkgroep in te stellen voor de bestudering van de praktijk van het fluorideren. De naar aanleiding hiervan geformeerde „Werkgroep Fluoridering” is als volgt samengesteld: voorzitter: ir. B. Zandveld, leden: F. Ch. Geerling, ir. J. Jäger jr., dr. L. H. Louwe Kooijmans, dr. ir. J. W. van Lieshout, drs. H. J. M. Lips, ir. J. Smilde, secretaris, C. H. J. Elzenga.

De Werkgroep heeft zich als eerste taak gesteld de reeds opgedane praktijkervaringen, die bij het fluorideren van drinkwater zijn opgedaan, te verzamelen en zo mogelijk daaruit technische richtlijnen voor het ontwerpen van fluorideringsinstallaties af te leiden. Voorts heeft de Werkgroep gemeend zich nader te moeten oriënteren omtrent de eisen waaraan de te doseren fluorverbindingen moeten voldoen. Ook de wijze van verpakking speelt daarbij een niet ondergeschikte rol.

Begonnen werd met het opstellen van een enquête, die na gereedkoming werd toegestuurd aan die bedrijven die reeds ervaring met het fluorideren van drinkwater hadden opgedaan. Uit de beantwoording van deze enquête is o.a. gebleken dat op 1 december 1966 in Nederland door zeven water-

leidingbedrijven op tien pompstations reeds langer dan een halfjaar met natriumsilicofluoride gefluorideerd werd. De in deze mededeling verstrekte gegevens hebben betrekking op de bovenbedoelde tien pompstations.

2. Beschouwing van de enquête en aanbevolen richtlijnen

Het eerste punt dat uit de resultaten van de enquête bleek was dat op alle tien pompstations het natriumsilicofluoride droog werd gedoseerd. Op vier pompstations gebruikte men hiervoor schijfdoseerders; op de overige zes pompstations schroefdoseerders.

Verpakking

Alle zeven waterleidingbedrijven betrokken het fluorzout van de Albatros Superfosfaatfabrieken N.V.

Zes van de zeven bedrijven waren van mening dat het verpakkingsmateriaal voor het natriumsilicofluoride onvoldoende sterk is. Het zevende bedrijf kwalificeerde de sterkte als redelijk. De ervaring was dat met name de binnenzak van kunststof gemakkelijk scheurt. Het komt ook voor dat deze reeds bij aflevering is beschadigd. De Werkgroep pleegt daaromtrent overleg met de N.V. Albatros.

Dosering

Zes van de zeven bedrijven waren van mening dat door onvoldoende constante fysische eigenschappen van het natriumsilicofluoride moeilijkheden bij de droge dosering ervan optreden. Het betreft hier vooral de free-flowing-eigenschappen van het zout. Het blijkt dan ook dat een dosering waarbij het afgeleverde water voortdurend een hoeveelheid fluoride van $1,1 \pm 0,1$ mg/l bevat, slechts door een intensieve controle van de volumetrische doseer-

apparatuur kan worden gehandhaafd. Uit de dagelijks op negen van de tien pompstations bepaalde fluoridegehalten is gebleken dat respectievelijk 73 %, 31 %, 20 %, 25 %, 56 %, 48 %, 62 %, 84 % en 1 % afwijkingen vertonen die buiten de tolerantie van 0,1 mg $F^{1/}$ l vallen. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat zeer zelden wordt overgedoseerd. Ter verbetering van de droge dosering wordt daarom op één pompstation het fluorzout vóór het gebruik gezeefd.

In een aantal gevallen komt het voor dat het fluorzout niet volledig in de zich onder het doseerapparaat bevindende oplostank oplost. Om daarin verbetering te brengen zal, indien de menging en de hoeveelheid oploswater voldoende is, de contacttijd van het zout met het oploswater vergroot moeten worden. Eventueel kan het oploswater tot 16 à 17° C worden voorverwarmd. Indien van een elektrisch verwarmde boiler gebruik gemaakt wordt en de kWh prijs ongeveer 5,5 cent bedraagt, zullen de energiekosten voor een hoeveelheid water van 75 liter per uur, omstreeks f 365,— per jaar bedragen.

Uit het bovenstaande volgt dat droge volumetrische dosering van natriumsilicofluoride, door de wisselende fysische eigenschappen van het geleverde zout, in de praktijk veel toezicht vereist. Dit is ongewenst en voor de onbemande pompstations zelfs niet te verwezenlijken. Aangezien de Werkgroep niet verwacht dat de fysische eigenschappen van het op technische schaal gefabriceerde natriumsilicofluoride in de toekomst in voldoende mate verbeterd kunnen worden, is zij van mening dat een doseermethode die niet beïnvloed wordt door de wisselende fysische eigenschappen van

het zout en daardoor minder toezicht vereist, gewenst is.

In dit verband denkt de Werkgroep aan de dosering van een chargegewijs, onder mechanisch roeren, aangemaakte 0,4 % oplossing van natriumsilicofluoride in water. In principe kan deze oplossing met de hand of semi-automatisch aangemaakt worden.

Voor het niet automatisch aanmaken van de oplossing, zal het de voorkeur verdienen dat 50 kg fluorzout, dus de gehele inhoud van 1 zak, tegelijk opgelost wordt. Een oplostank met een netto inhoud van 12,5 m³, een doseertank en een doseerpomp alsmede de nodige meet- en regelapparatuur zijn voor deze werkwijze vereist. Men heeft in dit geval voldoende voorraad voor de fluoridering van ongeveer 30.000 m³ water. Voor kleine pompstations zou overwogen kunnen worden of een netto tankinhoud van 6,25 m³ water beter zal voldoen. In dit geval verdient het aanbeveling dat het fluorzout in zakken van 25 kg inhoud geleverd wordt.

Het water, bestemd voor het oplossen van het natriumsilicofluoride, zal, indien de pH niet hoger is dan 8, bij een hardheid groter dan 8° D onthard moeten worden. Is de pH hoger dan 8, dan zal het reeds bij een hardheid van groter dan 3° D onthard moeten worden.

Uit proeven die door de Werkgroep genomen zijn, is gebleken dat natriumsilicofluoride niet hygroscopisch is, zodat voor wat betreft het vochtgehalte, er geen bijzondere eisen aan de opslagruimte hoeven gesteld te worden.

Aangezien de kosten van het fluorzout procentueel slechts een betrekkelijk klein deel van de totale kosten voor de fluoridering uitmaken, zou kunnen worden overwogen tot de dosering van het driemaal zo dure maar veel beter oplosbare, natriumfluoride over te gaan. Hiervan kan gemakkelijk een 2 % oplossing gemaakt worden. Het water, bestemd voor het oplossen van natriumfluoride, zal in dit geval vrijwel steeds vooraf onthard dienen te worden. De vereiste tankinhoud is dan circa 20 % van die, welke bij eenzelfde gewichtshoeveelheid natriumsilicofluoride nodig zou zijn. Aangezien de fluoridegehalten van natriumfluoride en natriumsilicofluoride respectievelijk 45 % en 60 % bedragen, is vijftig kg natriumfluoride voldoende voor de fluoridering van ongeveer 22.000 m³ water. Indien het natriumfluoride reeds bij

aankomst gewogen wordt, zal de vochtopname tijdens de opslag van dit sterk hygroscopische zout, bij bulkoplossing geen bezwaar opleveren. Om echter al te grote vochtopname te voorkomen, verdient het wel aanbeveling dit zout in een droge ruimte op te slaan.

Voor de semi-automatische aanmaak van een natriumsilicofluoride oplossing beproeft de Werkgroep momenteel een doseersysteem, waarbij gebruik gemaakt wordt van een eenvoudige schroeftransporteur met vultrechter, die door een daaronder opgestelde automatische discontinuwegger gecommandeerd wordt. Zodra 1 à 2 kg fluorzout door de transporteur getransporteerd is, wordt het laatst genoemde apparaat door de discontinuwegger gestopt. Hierdoor kan met een kleinere oplos- en doseertank volstaan worden. Over de resultaten van dit onderzoek zal nader bericht worden.

Contrôle fluoridegehalte

Uit de enquête blijkt voorts dat voor alle tien pompstations van de zeven geënuquëeerde bedrijven, het uit de waterafgifte en de afgewogen hoeveelheid gedoseerd natriumsilicofluoride berekende fluoridegehalte, rekening houdende met een analysefout van 5 % en een meetfout van de watermeter van 2 à 3 %, alsmede het reeds in het water van nature aanwezige fluoride, overeenstemt met het op chemische wijze bepaalde fluoridegehalte. In dit verband vraagt de Werkgroep zich af, of de dagelijkse fluoridebepaling op het pompstation niet kan vervallen, te meer daar de kosten van de fluoridebepaling, vooral voor de kleine pompstations, onevenredig zwaar op de totale kosten voor de fluoridering drukken. Op voorstel van de Werkgroep heeft de VEWIN een verzoek in deze geest voorgelegd aan de minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid.

Adsorptie

Uit de via de enquête verkregen gegevens kan ook worden geconcludeerd dat geen meetbare adsorptie van fluoride in het leidingnet optreedt. Op grond daarvan meent de Werkgroep, dat er mede kan worden volstaan, het fluoridegehalte in de periferie van het leidingnet eenmaal per maand in plaats van eenmaal per week te bepalen. Ook dit punt is door de VEWIN aan de minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid voorgelegd.

Methodiek chemische analyse

Voor wat betreft de door de bedrijven toegepaste chemische analysemethoden, blijkt de Palintest waarbij van A.Z. fluoride tabletten gebruik gemaakt wordt, in de praktijk niet goed te voldoen. De oplosbaarheid en de samenstelling van de tabletten blijken niet altijd constant te zijn. Bij de bepalingmethode, beschreven in bijlage II van het rapport van de Gezondheidsraad „Cariëspreventie met fluoriden”, blijkt bij de visuele bepaling van het fluoridegehalte met behulp van Nessler-buizen een fout in de analyse geïntroduceerd te worden door verschillen in kleurgevoeligheid van het oog. Het gebruik van een colorimeter verdient dan ook de voorkeur.

Geconcludeerd moet worden dat er nog geen voor de praktijk geschikte snelle analysemethode ter bepaling van het fluoridegehalte van drinkwater bruikbaar is. Een elektrode, waarmee het fluoridegehalte direct kan worden gemeten, is in de Verenigde Staten in de handel gebracht. Deze elektrode wordt momenteel in ons land beproefd. Over de resultaten van het onderzoek zal nader bericht worden.

3. Samenvatting

Uit een door de Werkgroep Fluoridering gehouden enquête is gebleken dat het bij droge volumetrische dosering van natriumsilicofluoride, slechts door een intensieve controle van de doseerapparatuur mogelijk is de gewenste nauwkeurige hoeveelheid fluoride van 1,1 ± 0,1 mg per liter in het leidingnet te handhaven. Dit wordt in hoofdzaak veroorzaakt door de hoge eisen die, als gevolg van de minder goede free-flowingeigenschappen van het fluorzout, aan het bovengenoemde doseersysteem worden gesteld. Aangezien niet te verwachten is dat de free-flowingeigenschappen van het op technische schaal gefabriceerde natriumsilicofluoride in voldoende mate verbeterd kunnen worden, adviseert de Werkgroep de dosering van chargegewijs aangemaakte natriumsilicofluoride oplossingen van 0,4 % sterkte. Aangezien de oplosbaarheid van natriumfluoride veel groter is dan die van natriumsilicofluoride, zal vooral voor de kleine pompstations overwogen kunnen worden of tot de dosering van natriumfluoride-oplossingen van bekende sterkte overgegaan dient te worden, temeer daar de kostprijs van

het zout slechts een betrekkelijk klein deel van de totale kosten voor de fluoridering uitmaakt.

Uit de enquête is tevens gebleken dat in het leidingnet geen waarneembare adsorptie van fluoriden optreedt. Ook is gebleken dat het fluoridegehalte, berekend uit de dagelijks gedoseerde hoeveelheid natriumsilicofluoride en de dagelijkse waterafgifte, overeenstemt met het op chemische wijze bepaalde fluoridegehalte. De Werkgroep heeft deze ervaringen voorgesteld aan de VEWIN die op grond daarvan aan de minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid heeft verzocht of de dagelijkse fluoridebepaling op het pompstation kan vervallen en of-er in de periferie, in de plaats van de tot nu toe verplichte wekelijkse fluoridebepaling, een verplichte maandelijks fluoridebepaling kan komen. De verpakking van het natriumsilicofluoride blijkt onvoldoende sterk te zijn; vooral de binnenzak van kunststof scheurt gemakkelijk uit. De Werkgroep pleegt daaromtrent overleg met de N.V. Albatros.

Tot nu toe is nog geen snelle voor de praktijk geschikte bepaling van het fluoridegehalte in het water mogelijk. Een kort geleden op de markt verschenen fluoride-elektrode wordt momenteel beproefd. Over de resultaten van het onderzoek zal nader bericht worden.

* * *

Aanvullende gegevens

Enige gegevens betreffende de fluoridering van drinkwater met natriumsilicofluoride

Per 1 december 1966 werd door zeven waterleidingbedrijven op tien pompstations reeds langer dan een halfjaar met natriumsilicofluoride gefluorideerd water afgeleverd.

Op alle pompstations wordt het fluorozout droog gedoseerd. Op zes pompstations gebruikt men hiervoor schroefdoseerders, op de overige vier pompstations schijfdoseerders.

Op zes pompstations wordt in de aanvoerleiding van de reinwaterkelder gedoseerd; op één pompstation direct achter de inlaat van de reinwaterkelder, op één pompstation in de toevoerleiding naar het torenreservoir; op één pompstation in leiding tussen de reinwaterkelder en de reinwaterpompen en op één pompstation in de toevoerleiding van de sproeikelder.

Sinds de in bedrijfstelling van de fluorideringsinstallatie zijn de volgende moeilijkheden opgetreden.

Pompstation 1: Door onvoldoende constante fysische eigenschappen van het fluorozout is veel toezicht nodig; het fluorozout loste niet geheel op. Dit bezwaar is ondervangen door wijziging van de constructie van het mengtankje en het roerwerk; de wikkeling van de electromotor van de doseerapparatuur is doorgebrand.

Pompstation 2: Tijdens de dosering van het fluorozout treedt nogal eens brugvorming in de voorraadtrechter op, zodat de dosering gestagneerd wordt. Voor een juiste dosering is veel toezicht vereist.

Pompstation 3: Tijdens de dosering van het fluorozout treedt nogal eens brugvorming in de voorraadtrechter op, veel toezicht is vereist.

Pompstation 4: Tijdens dosering van natriumsilicofluoride stagneert de toevoer van dit zout herhaaldelijk in de doseerapparatuur.

Pompstation 5: Het opbouw-contactwerk van de watermeter slaat soms impulsen over, zodat te weinig gedoseerd wordt.

Pompstation 6, 7 en 8: Tijdens de dosering van natriumsilicofluoride stagneert de toevoer van dit zout in de doseerapparatuur.

Pompstation 9 en 10: Tijdens de doseringen van natriumsilicofluoride stagneert de toevoer van dit zout; de weegschaal op de doseerapparatuur is niet nauwkeurig genoeg.

De dagelijks berekende verschillen tussen het voorgeschreven fluoridegehalte van drinkwater van 1,1 mg/l en het op chemische wijze bepaalde fluoridegehalte van het door het pompstation afgeleverde reine water, zijn voor de tien pompstations als volgt:

Pompstation 1: 1x-0,20; 3x-0,15; 13x-0,10; 71x-0,05; 204x0,00; 68x0,05; 5x0,10 mg/l.

Pompstation 2: 80x<-0,2; 41x-0,2; 41x-0,1; 6x0,0; 1x0,1; 6x0,2 mg/l.

Pompstation 3: 34x<-0,2; 35x-0,2; 69x-0,1; 74x0,0; 12x0,1 mg/l.

Pompstation 4: 50x<-0,2; 229x-0,2; 53x-0,1 mg/l.

Pompstation 5: 120x<-0,2; 30x-0,2; 85x-0,1; 55x0,0; 25x0,1 mg/l.

Pompstation 6: 180x<-0,2; 25x-0,2; 75x-0,1; 45x0,0; 6x0,1; 2x0,2 mg/l.

Pompstation 7: 12x<-0,2; 98x-0,2; 73x-0,1; 14x0,0; 1x0,1 mg/l.

Pompstation 8: 22x<-0,2; 64x tussen -0,2 en -0,1; 250x tussen -0,1 en 0,0; 97x0,0 en 0,1; 1x tussen 0,1 en 0,2 mg/l.

Pompstation 9: 9x<-0,2; 99x tussen -0,2 en -0,1; 300x tussen -0,1 en 0,0; 31x tussen 0,0 en 0,1 mg/l.

Pompstation 10: Wegens frequente wisselingen in het natuurlijke fluoridegehalte niet opgegeven.

De absolute waarden van de gemiddelde gevonden procentuele verschillen tussen de dagelijks afgewogen hoeveelheid gedoseerd natriumsilicofluoride en de uit de geproduceerde hoeveelheid water en het op chemische wijze bepaalde fluoridegehalte terugberekende hoeveelheid, zijn voor de 10 pompstations respectievelijk:

0 %, 1 %, 0 %, 8 %, 6 %, 5 %, 5 %, 4 %, 2 % en 5 %; daarbij is met het reeds aanwezige natuurlijke fluoridegehalte rekening gehouden.

De op het laboratorium wekelijks gemeten maximale verschillen tussen het fluoridegehalte van het reine water op het pompstation en dat gemeten in de periferie, zijn voor de tien pompstations als volgt:

Pompstation 1: 1x<-0,2; 1x-0,2; 5x-0,1; 28x0,0; 10x0,1; 2x0,2; 3x>0,2 mg/l.

Pompstation 2: 1x<-0,2; 7x-0,1; 36x0,0; 5x0,1; 1x0,2 mg/l.

Pompstation 3: 1x-0,2; 12x-0,1; 33x0,0; 4x0,1 mg/l.

Pompstation 4: 8x<-0,2; 4x-0,2; 16x-0,1; 12x0,0; 6x0,1; 1x0,2; 1x>0,2 mg/l.

Pompstation 5: 6x<-0,2; 7x-0,2; 7x-0,1; 8x0,0; 11x0,1; 2x0,2; 7x>0,2 mg/l.

Pompstation 6: 2x<-0,2; 3x-0,2; 13x-0,1; 2x0,0; 10x0,1; 1x0,2 mg/l.

Pompstation 7: 2x-0,20; 4x-0,15; 11x-0,10; 26x-0,05; 33x0,00; 22x0,05; 10x0,10; 2x0,15 mg/l.

Pompstation 8: 5x-0,2; 17x-0,1; 16x0,0; 9x0,1; 2x0,2 mg/l.

Pompstation 9: Gemiddeld fluoridegehalte op het pompstation 0,83 mg/l, gemiddeld fluoridegehalte in de periferie 0,84 mg/l.

Pompstation 10: Gemiddeld fluoridegehalte op het pompstation 0,98 mg/l, gemiddeld fluoridegehalte in de periferie 1,01 mg/l.