

De onthardingsinstallatie te Noordbergum

Algemeen

Het pompstation te Noordbergum is het grootste van de vier pompstations op het vasteland van Friesland. Met een productiecapaciteit en onttrekkingsvergunning van 25 miljoen m³ per jaar, vedroeg de reinwaterafgifte in 1983: 20.782.000 m³. De reden van het niet optimaal benutten [an de produktiemogelijkheid is de optredende verzilting in de bijbehorende wingebieden. Daarom zal de productiecapaciteit rond 1990 worden teruggebracht tot ± 13 miljoen m³ per jaar.



IR. L. J. ZWIERSTRA
Hoofd Voorbereiding
Onderzoek en Nieuwbouw van de
NV Waterleiding Friesland

Het bestaande voorzieningsgebied van het pompstation Noordbergum staat op afb. 1 aangegeven.

Daar de hardheid van het afgeleverde water in Noordbergum 19 °D bedroeg, stond vast dat na de bouw van het nieuwe productiebedrijf, inclusief onthardingsinstallatie te Spannenburg, een dergelijke installatie te Noordbergum gebouwd zou worden. De capaciteit van de onthardingsinstallatie en daarmee de gehele lay-out, is gebaseerd op de toekomstige onttrekking van ± 13 miljoen m³ per jaar.

Besluitvorming inzake de ontharding

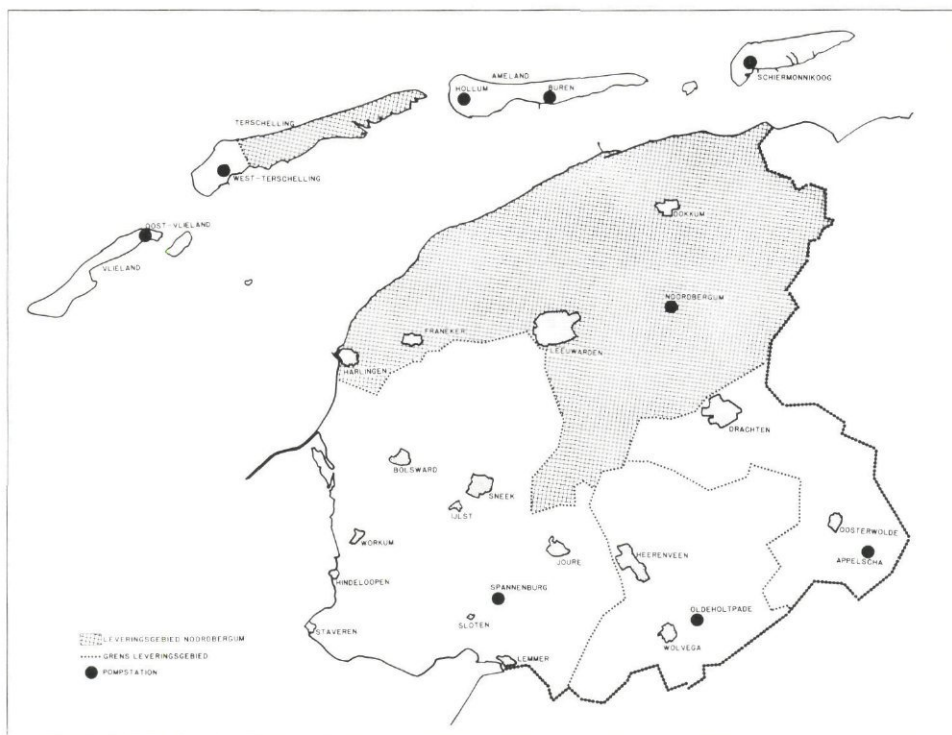
In 1981 werd het principebesluit genomen tot de bouw van een onthardingsinstallatie te Noordbergum.

Daarbij is met betrekking tot de keus van het onthardingsproces, namelijk ontharding door middel van natronloog dan wel door middel van kalk, met de Inspectie Volksgezondheid het volgende afgesproken. Gelet op de onzekere factoren betreffende ontharding door middel van kalk in bestaande pompstations, zou de ontharding worden uitgevoerd met natronloog.

Ondertussen zou onderzoek worden verricht naar de mogelijkheden van ontharding door middel van kalk. Te zijner tijd zou ombouw naar kalkontharding plaatsvinden.

In die tijd werd met grote zekerheid uitgegaan van de bouw van een nieuw nafiltegebouw, bij de omschakeling van loog- naar kalkontharding. Met de lay-out van gebouw en installaties werd hiermee rekening gehouden. Tevens werd de randvoorwaarde gesteld dat tijdens de fase van de loogontharding, het complex een afgerond geheel moest vormen. Hoe belangrijk dit was, zou later maar al te zeer blijken.

Nadat de resultaten met de proefreactor voor



Afb. 1 - Voorzieningsgebied pompstation Noordbergum.

kalkontharding gunstig waren, is tijdens de bouwphase, in januari 1984 de beslissing genomen direct een kalkontharding te realiseren.

Bij de proeven was tevens gebleken dat de nafiltratie door ombouw van de bestaande nafiltefilters kon worden gerealiseerd, zodat geen nieuw nafiltegebouw gebouwd behoefde te worden.

Het bestaande complex

Het bestaande pompstation (afb. 2) heeft twee waterwingebieden, het zogenaamde Oude putterterrein, in de directe nabijheid van het pompstation en het Ritskebos op 1,5 km afstand.

Het zuiveringsproces bestaat uit een beluchttingsfase, een filtratiefase, daarna een tweede beluchttings- en filtratiefase, waarna het water via de reinwateropslag wordt gedistribueerd.

Het zuiveringsproces vindt plaats in drie verschillende filtergebouwen, namelijk A, B en C, met een maximum productiecapaciteit van respectievelijk 800 m³/h, 880 m³/h en 1.200 m³/h.

Reinwateropslag en machinegebouw

De reinwateropslag bestaat uit negen kelders, met een totale opslagcapaciteit van 13.000 m³.

In het machinegebouw zijn ondergebracht de reinwaterdistributiepompen, de noodstroominstallatie, alsmede de centrale controlepost voor de hele provincie, die dag en nacht bemand is en voorts een werkplaats en kantoorruimten.

Onthardingsproces

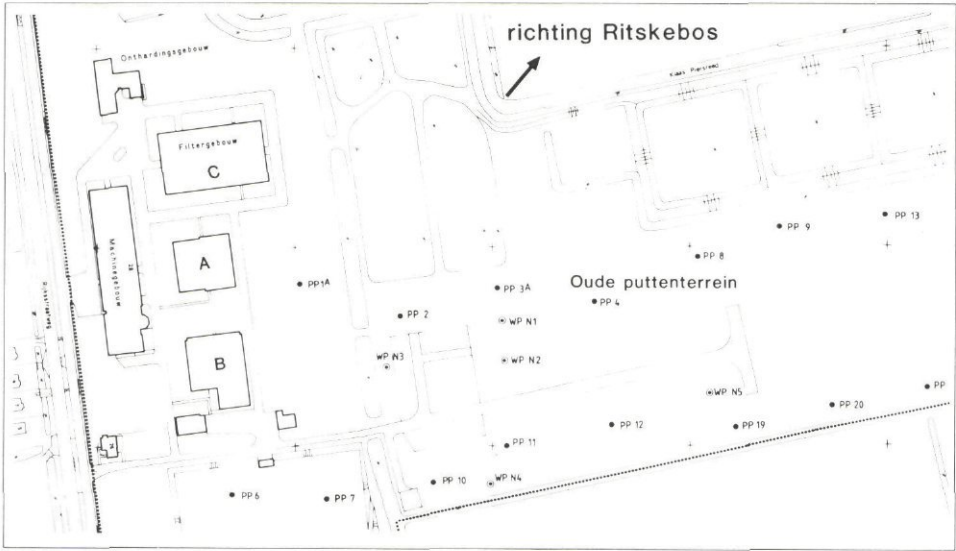
Wanneer de onthardingsinstallatie ontworpen zou zijn op de bestaande productiecapaciteit van ruim 20 miljoen m³ per jaar, zou deze na een aantal jaren ruim overgedimensioneerd zijn.

Daarom is besloten een installatie te ontwerpen, gebaseerd op de toekomstige productiecapaciteit van 13 miljoen m³ per jaar. Dit impliceert dat voor de tussenliggende periode een deel van de totale productie wordt onthard tot een zodanig niveau dat na bijmenging van niet onthard water een eindhardheid van het afgeleverde water ontstaat met een streefwaarde van 8,5 °D (1,5 mmol/l), het zogenaamde split-treatment principe. De keuze voor het split-treatmentsysteem heeft een aantal gevolgen voor de bedrijfsvoering. Het is om bedrijfstechnische redenen niet eenvoudig de verhouding onthard water/niet onthard water bij variatie in de productie constant te houden.

Ook een bedrijfsvoering waarbij alleen de hoeveelheid bij te mengen niet onthard water varieert is niet aantrekkelijk. De uiteindelijke procesopzet en regeling worden elders in dit artikel beschreven.

Plaats in het zuiveringsproces

De onthardingsinstallatie is in het zuiveringsproces, na de eerste filtratiefase geplaatst. Het water uit de zogenaamde tussenfiltraatfase wordt naar de onthardingsinstallatie gepompt. Daar wordt het onthardingsproces doorlopen waarna het ontharde water wordt teruggevoerd naar de



Afb. 2 - Situering pompstation Noordbergum.

nafiltratiefase. Van daaruit wordt het water naar de reinwateropslag getransporteerd. De lay-out van het proces is weergegeven in afb. 3. De filtergebouwen B en C worden uitsluitend belast met water van het wingebed Ritskebos, het filtergebouw A krijgt alleen water van het Oude putten-terrein.

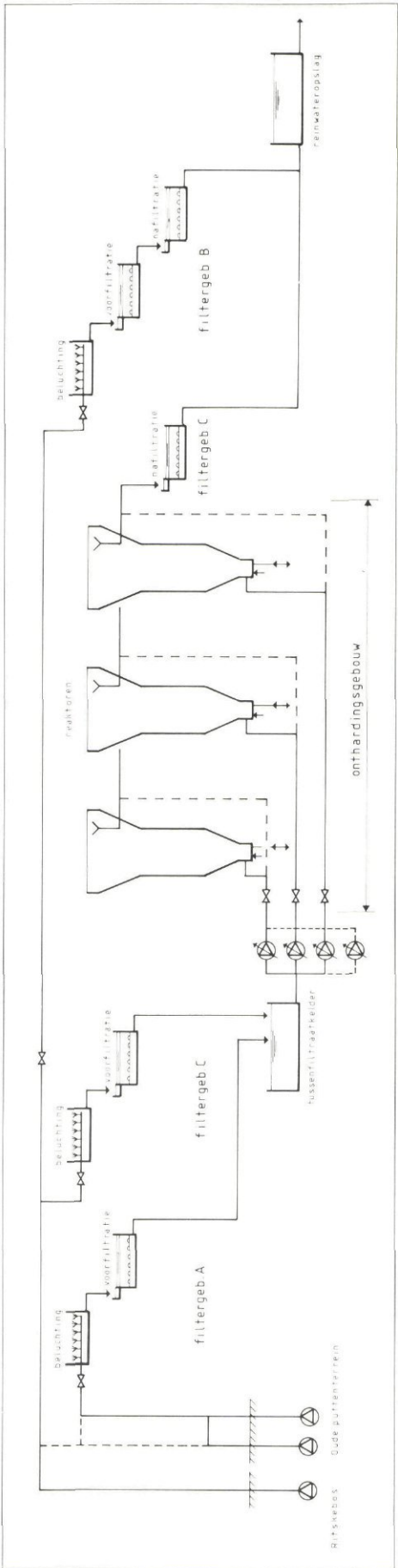
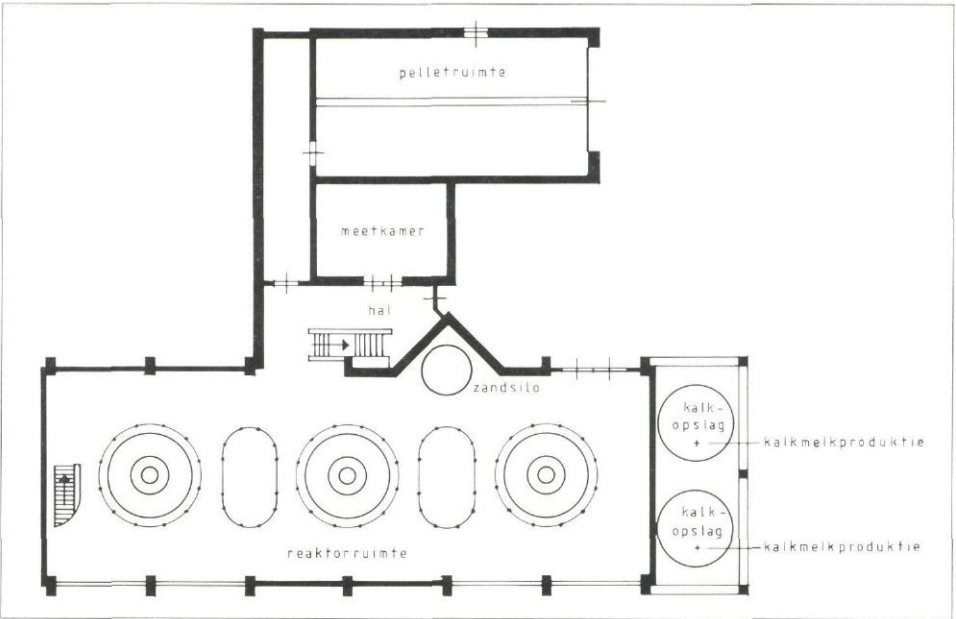
Het water van de eerste filtratiefase van de filtergebouwen A en C wordt via de tussen-filtraatkelder van filtergebouw C naar de onthardingsinstallatie gevoerd (afb. 4). Het ontharde water wordt in zijn totaliteit via het nafiltergedeelte van filtergebouw C geleid en daarna naar de reinwateropslag. Het niet ontharde water uit filtergebouw B wordt, voordat het in de reinwaterberging komt, in de gemeenschappelijke transportleiding naar de reinwaterberging gemengd met het ontharde water uit filtergebouw C. De

nafilters van gebouw A zijn buiten bedrijf gesteld.

Reactoren

De ontharding vindt plaats in zogenaamde korrelreactoren (afb. 5). Hierbij worden het te ontharden water en de kalkmelkoplossing via de bodem in een opwaartse stroom door de met zandkorrels gevulde reactor gevoerd en via een overstortrand bovenin de reactor afgevoerd. De benodigde productie-capaciteit, max. 2.000 m³/uur, continuïteitsoverwegingen en de noodzaak te allen tijde een voldoende onthardingstraject te kunnen handhaven, hebben geleid tot de keuze voor drie reactoren. De in staal uitgevoerde reactoren elk met een capaciteit van 650 m³/uur, zijn aanzienlijk groter dan die te Spannenburg (capaciteit 260 m³/uur) en worden bedreven met een snelheid

Afb. 4 - Plattegrond onthardingsgebouw.



Afb. 3 - Processchema Noordbergum.

variërend van 60-100 m/uur. Elke reactor is voorzien van een by-pass leiding in geval van storing of onderhoud.

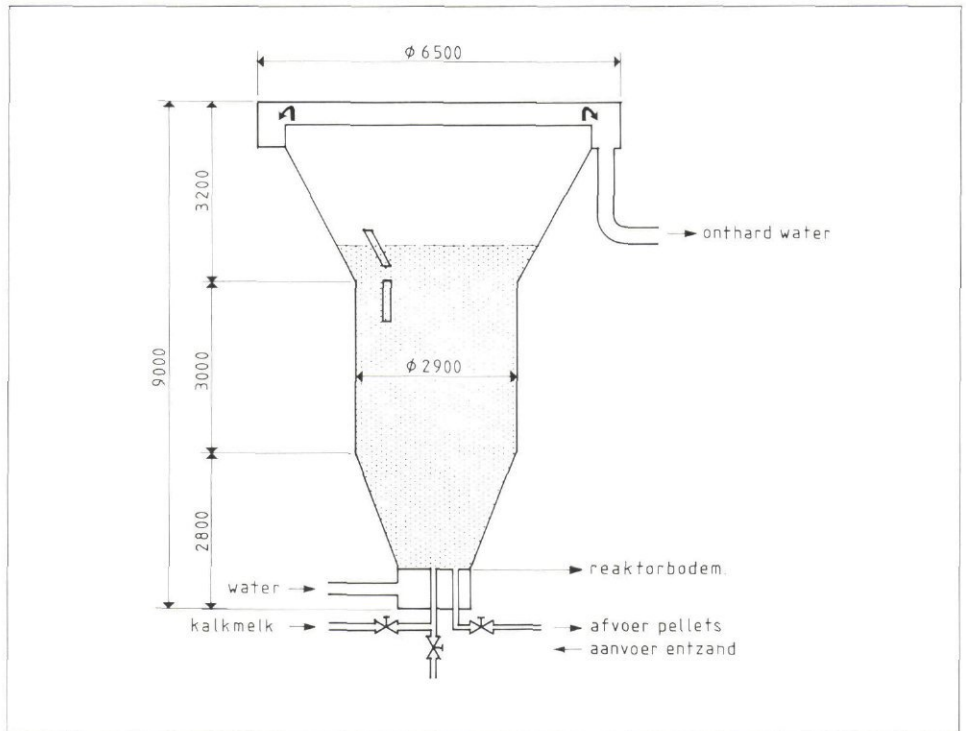
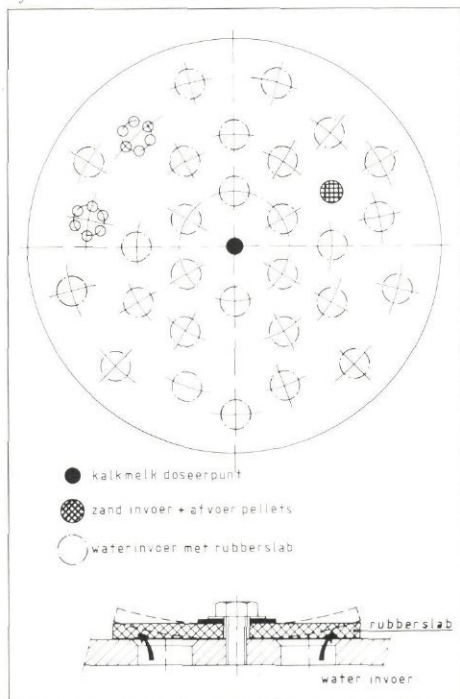
De reactorbodem (afb. 6)

Een belangrijk onderdeel van de reactor is de bodem. Via de bodem worden water en kalkmelkoplossing in de reactor gebracht. Voor een goede werking van het onthardingsproces is een intensieve menging van water, kalkmelkoplossing en zandkorrels noodzakelijk. Het water wordt via één leiding onder de bodem aangevoerd. Via 28 openingen in de bodem stroomt het water in de reactor. Deze openingen zijn afgedekt met flexibele 'rubberflappen', zodat het water met hoge snelheid onder deze flappen doorschiet bij entree in de reactor. Hierdoor treedt direct een intensieve menging op met de toegevoegde kalkmelkoplossing. Voordeel van deze flexibele afdichting is, dat de 'flappen' bij het afsluiten van de watertoevoer, door de waterdruk in de reactor, tegen de bodem worden gedrukt. Hierdoor vindt een eenvoudige afdichting plaats en treedt geen verstopping van de opening door korrels op.

De kalkmelkoplossing wordt via één centrale opening in de reactor gebracht. In de opening is een vergelijkbare 'rubberflap' aangebracht, zodat ook hier geen verstopping door korrels optreedt, bij het stopzetten van de kalkmelktoevoer.

In de bodem zit tevens een opening waardoor het zogenaamde entzand met behulp van de zandpomp in de reactor wordt gebracht. Dit gebeurt ca. 2 maal per week. Via dezelfde opening worden dagelijks de pellets afgetapt

Afb. 6 - Reactorbodem.



Afb. 5 - Korrelreactor.

en met behulp van dezelfde pomp naar de pelletopslag getransporteerd. Hiervoor zijn de pers- en zuigleidingen van de zand/ pelletpompen, via automatisch bediende afsluiters omwisselbaar. De reactoren blijven bij deze handelingen normaal in bedrijf. De pelletproductie, jaarlijks ± 5.000 ton, wordt verkocht aan de veevoederindustrie. Andere gebruiksmogelijkheden zijn nog in onderzoek.

Kalkinstallatie

Deze installatie bestaat voornamelijk uit:

- kalkopslag
- kalkmelkproductie
- kalkmelktransport.

ad a. Het kalkverbruik bedraagt ongeveer 6 ton per etmaal. Bij de dimensionering van de kalkopslag is er van uitgegaan dat bij stagnatie in de aanvoer een minimale voorraad van vier dagen aanwezig moet zijn. Tevens zou daardoor geen kalkaanvoer tijdens feestdagen nodig zijn. Een en ander is bepaald in overleg met de kalkleverancier. Bovendien is bij de opslagdimensionering rekening gehouden met de capaciteit van de gebruikelijke transportmiddelen. Dit alles heeft ertoe geleid dat de kalkopslag bestaat uit 2 silo's elk met een capaciteit van 25 ton. De voorraad in de silo wordt via gewichtsmeting bepaald. De bevoorrading geschiedt eenmaal per vier dagen.

ad b. Het aanmaken van de kalkmelkoplossing vindt plaats in een mengvat. Via een gewichtsdosering wordt de berekende hoeveelheid kalk aangestuurd en door middel van een doseerschroef aan het water

toegevoegd. In het mengvat is een propeller-vormig roerwerk, excentrisch aangebracht. De inhoud van het mengvat is afgestemd op voldoende omschakeltijd van de ene kalkmelkaanmaakstraat, bestaande uit kalksilo, gewichtsdosering en kalkmengvat, naar de andere, alsmede voor een rustige regeling. Dit geeft een verblijftijd in het mengvat van ca. 10 minuten.

ad c. Het transport van de kalkmelkoplossing uit het mengvat naar de reactoren vindt plaats door drie toerengeregelde pompen. Elke reactor heeft zijn eigen pomp die is aangesloten op een gezamenlijke zuigleiding vanaf het mengvat. De verbindingsleidingen vanaf de pompen naar de reactoren zijn uitgevoerd in kunststofslang om eventuele kalkafzetting in de leiding eenvoudig te kunnen verwijderen. Zowel de kalkopslag als kalkmelkinstallatie zijn dubbel uitgevoerd, zodat bij omschakeling van kalksilo, storting of onderhoud, het onthardingsproces zonder stagnatie verloopt.

Procesregeling

In de produktieschakeling van het pompstation zijn drie stappen te onderscheiden. Bij elke produktiestap is de onderlinge verhouding van de drie filtergebouwen bekend (tabel 1).

Voor de regeling van het onthardingsproces worden van elke ruwwatertoevoer naar de filtergebouwen de volumestroom en de hardheid gemeten. Op basis hiervan wordt de benodigde hoeveelheid kalk berekend en

TABEL I.

Productie-trap	Onttrekking		
	Ritskebos m ³ /h	Oude putten-terrein m ³ /h	Totaal m ³ /h
1	1.365	0	1.365
2	2.080	400	2.155
3	2.080	800	2.880

aangestuurd voor de noodzakelijke ontharding van de deelstroom, die moet leiden tot de gewenste hardheid van het afgeleverde water.

Daarnaast wordt de hardheid van het effluent van de reactoren vergeleken met de berekende waarde en vindt zonodig een correctie op de kalktoevoer plaats. Deze fijnregeling is noodzakelijk door de optredende verstoringen in het zuiveringsproces zoals wisselend koolzuurgehalte en het spoelen van de filters.

Ten behoeve van deze regelingen is een analoge rekenmachine in het geheel opgenomen.

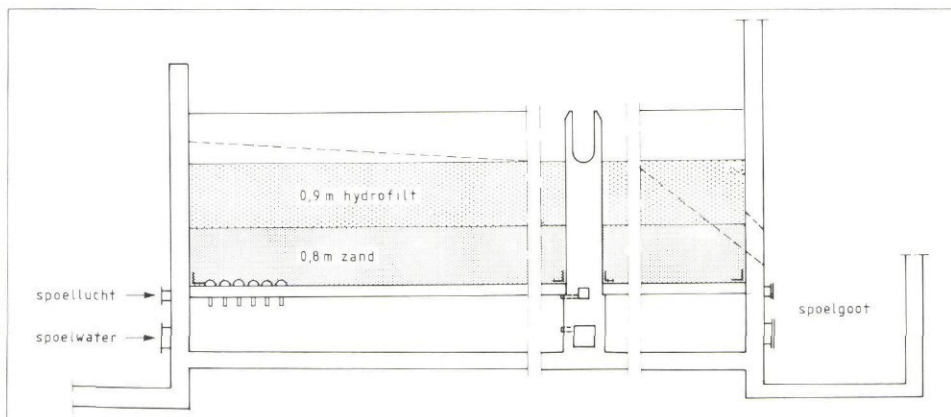
Voor het instellen van de gewenste produktietrap, bestaande uit een vooraf bepaald aantal putten en de daarbij benodigde beluchting, alsmede voor de programmering van het zandinbrengen in de reactoren en het pelletspuien, is een P.L.C. (Programmable Logic Control) ingebouwd. Daar de nafiltraatkwaliteit wordt bevorderd door het schakelen met de aangegeven produktiestappen te beperken, is de mogelijkheid voor de operator ingebouwd om zo nodig een deel van de produktiestap te realiseren bijvoorbeeld door het bijschakelen van enkele putten.

Vorbereiding en uitvoering

In 1981 is begonnen met de voorbereiding van het project. Dit leidde tot de keus van het split-treatment principe. Daarna volgde dimensionering van de verschillende onderdelen, de opzet van de aanpassingen in het zuiveringsproces en de opzet van het onthardingsproces, resulterend in een ruimtelijke indeling.

Hierbij werd rekening gehouden met toekomstige kalkontharding en de bouw van een eventueel nieuw nafiltegebouw. In januari 1984 is besloten direct de kalkontharding te bouwen en daarvoor de nafilte van filtergebouw C om te bouwen. De voorbereidingen van het werktuigbouwkundige, elektrotechnische en automatiseringsgedeelte hebben plaatsgevonden door eigen medewerkers in samenwerking met de potentiële uitvoerende firma.

Het bouwkundig gedeelte is eveneens door eigen medewerkers voorbereid, waarbij voor de vormgeving in een vroegtijdig stadium gebruik is gemaakt van een architectenbureau. De bouw is begonnen in augustus 1983, terwijl de installatie in september 1984



Afb. 7 - Filtergebouw C. Doorsnede nafilte.

gedeeltelijk in gebruik is genomen. Inmiddels is de installatie operationeel, met de automatiek in een afrondende fase.

Ombouw nafiltegebouw C

Bij de beslissing om tijdens de bouwphase om te schakelen van loogontharding naar kalkontharding, speelde het nafiltraatieproces een belangrijke rol.

Uit eigen proeven was gebleken dat de bestaande filters door ombouw daarvoor te gebruiken waren. Uit eigen proeven en de literatuur werd bepaald dat het nieuwe filterbed (afb. 7) moest bestaan uit: een zandlaag met korrelafmetingen 0,6-0,8 mm en een dikte van 80 cm en een laag hydrofilt met korrelafmetingen van 1,6-2,5 mm en een laagdikte van 90 cm.

Het aantal filterdoppen van 80 per m² was bepaald door de verdeling in de bestaande filterbodemplaten. De nieuwe filterdoppen met de benodigde spleetwijdte van 0,5 mm moesten hierin uiteraard passen.

Het spoelen van dubbellaagsfilters moet eerst met lucht en daarna met water plaatsvinden.

De ervaring heeft geleerd dat het spoelen van het filterbed kan plaatsvinden alleen met water, met een snelheid van 45 m/h, maar dat incidenteel (1x per drie weken) een spoeling met lucht nodig is.

De expansie van het filterbed tijdens spoelen bedraagt ongeveer 10-15%. Op basis van deze gegevens zijn de bestaande betonnen filterbodemplaten doorgerekend. De sterkte bleek voldoende te zijn. In verband met de optredende opwaartse krachten zijn de bestaande opleggingen van de filterbodemplaten verstevigd door een verankering met hoekstalen, aan de betonwanden van het filter. De ombouw van de nafilte heeft in eigen beheer, tijdens de normale produktie van het filtergebouw, plaatsgevonden.

Kosten

Het project kost in totaal ca. 9 miljoen gulden, inclusief ombouw van de nafilte van filtergebouw C, aanpassing van het

bestaande zuiveringsproces, terreinleidingen en bouwrente.

De jaarlijkse kosten van kalk en entzand, waarvoor zilverzand wordt gebruikt bedragen naar schatting resp. f 500.000,— en f 8.000,—.

Enkele exploitatie-indrukken

— Met betrekking tot de werking van de reactoren lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat reactoren met een capaciteit als in Noordbergum en met een bodem waarbij de kalkmelkoplossing op één plaats wordt ingevoerd, tot goede resultaten kan leiden.

— De kalkmenginstallatie blijkt een kritisch onderdeel in de procesopzet.

Dimensionering van het mengvat, hoogte vloeistof kolom in relatie tot de middellijn, in combinatie met het roerwerk is erg belangrijk om tot een goede menging te komen. Daarbij moet vooral worden gezorgd voor een gecombineerde axiale en radiale stroming in het mengvat. Een tangentielle stroming dient zoveel mogelijk te worden vermeden. Onvolledige menging kan leiden tot calciumhydroxide afzetting in de kalkmelkpompen. Het tijdig verkrijgen van afzetmogelijkheden van de pellets is van belang in verband met de opslagvoorzieningen voor korte dan wel lange tijd.

● ● ●