
SUMMARY

Automation of the water purification plant Baanhoek

In the historical town of Dordrecht Holland an unmanned surface water purification plant has been erected recently. The basic principles of the automatisisation, the metering and the process control are discussed.

De automatisering van het filterstation Baanhoek te Dordrecht

De technische installatie van het filterstation Baanhoek.

Enkele algemene beschouwingen

Het ruwe oppervlaktewater wordt onttrokken aan het Wantij. Vanaf het moment van inname doorloopt het water op de volgende wijze het bedrijf.

- a. Vanuit het *Wantij* stroomt het water via een buisleiding naar de zuigkelder van het *inlaatgebouw*.
- b. Het wordt verpompt vanuit deze zuigkelder in het *spaarbekken*, waarbij reeds ferrosulfaat wordt toegevoegd.
- c. In de zuigkelder van het *uitlaatgebouw* hangen dompelpompen die het water via twee naast elkaar gelegen leidingen naar het *filtergebouw* transporteren. In de zuigkelder wordt chloor gedoseerd.
- d. Aangekomen in het filtergebouw passeert het water allereerst de *doseergoot* waarin ferrichloride, kalk en coagulatiehulpmiddel worden toegevoegd.
- e. Vervolgens stroomt het water door de *slibfilters en snel-filters*.
- f. In het *ozongebouw* wordt ozon toegevoegd, waarna het water in de *bufferkelder* loopt. In de verbindingleidingen tussen het ozongebouw en de bufferkelder wordt nogmaals chloor toegevoegd.
- g. Dompelpompen in de bufferkelder transporteren het be-

reide water vervolgens naar het *grondwaterbedrijf aan de Oranjelaan*.

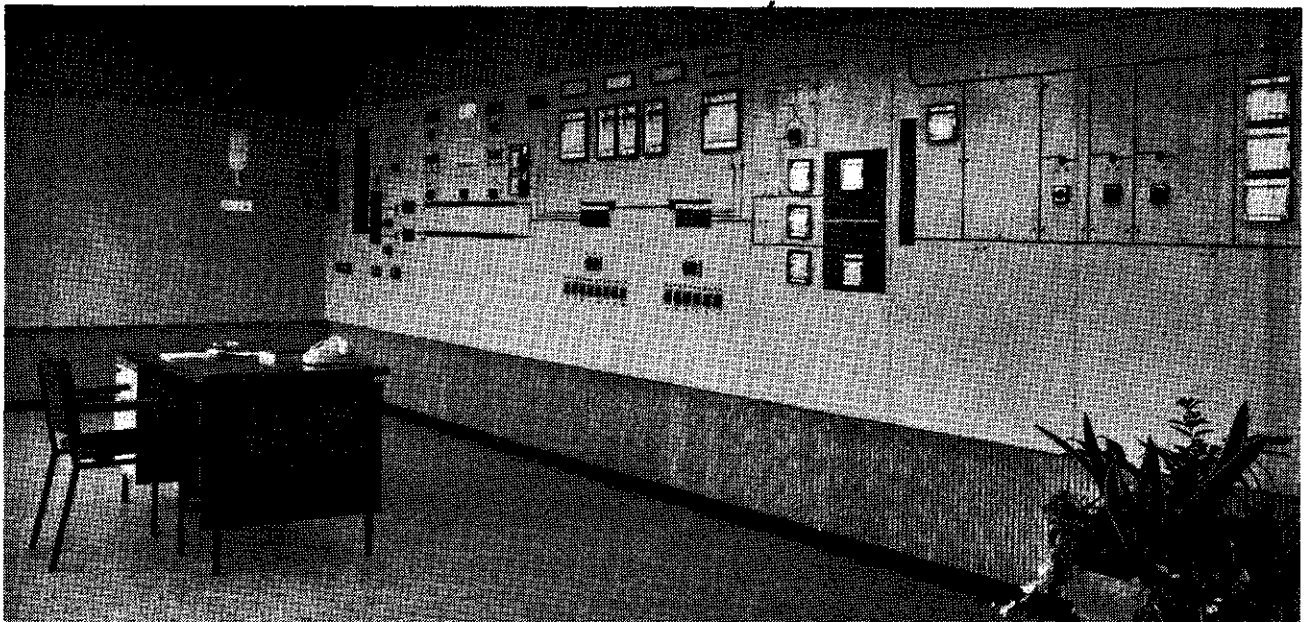
De gehele installatie is erop gericht, dat er geen bedienend personeel aanwezig hoeft te zijn. Derhalve zijn alle handelingen die betrekking hebben op de procesvoering, geautomatiseerd. Bovendien werd het nodig geacht om het station eventueel te kunnen besturen vanuit het station aan de Oranjelaan. Mocht er in de toekomst een centrale schakelwacht voor alle bedrijven van het Dordtse GEB worden ingericht, dan zijn de daartoe vereiste voorzieningen reeds aangebracht.

Het gehele bedrijf wordt bestuurd en gecontroleerd vanuit één controlekamer.

Regeling van de produktie

De produktie is regelbaar in drie stappen namelijk nullast, halflast en vollast. Technisch gezien is deze wijze van procesvoering aantrekkelijk. Er zijn hierdoor als het ware twee produktielijnen ontstaan, welke elkaars duplicaat vormen en waardoor de technische apparatuur welke direct gekoppeld is aan deze produktielijnen in duplo kon worden uitgevoerd. Produktietechnisch biedt deze vorm van procesvoering eveneens voordelen. De belangrijkste is wel, dat bij storing aan een der produktielijnen toch nog de halve capaciteit ter beschikking blijft wanneer er vollast is geschakeld terwijl

De controlekamer, met een overzicht van het gehele bedrijfsgebeuren.



wanneer er halfast is geschakeld, op de andere produktielijn kan worden overgeschakeld.

Automatisering algemeen

De technische procesvoering vereist een bepaald aantal apparaten te weten doseertoestellen, pompen, afsluiters, enz. Bij het in bedrijf stellen van een produktielijn zullen derhalve een bepaald aantal schakelingen tot stand moeten worden gebracht. Om de storingskansen tijdens het schakelen tot een minimum te beperken, dient het aantal schakelvoorwaarden per apparaat zo gering mogelijk te zijn zonder dat de bedrijfszekerheid in gevaar wordt gebracht. Dit kan worden verwezenlijkt door het veelvuldig toepassen van dagtanks en dergelijke, welke worden gevuld enz. door een elektrisch circuit dat op zich onafhankelijk van de lijn staat. De opzet van de lijnbesturing kon hierdoor vrij eenvoudig worden gehouden.

De eventuele storingen welke een storingsmelding ten gevolge hebben, zijn onderverdeeld in groot alarm en klein alarm. Groot alarm vereist onmiddellijk ingrijpen, klein alarm niet. Om onderbreking van de productie tot een minimum te beperken, zal niet ieder groot alarm afkomstig van de lijnbesturing, de desbetreffende produktielijn uitschakelen. Die uitschakeling geschiedt alleen wanneer de procesvoering in gevaar dreigt te worden gebracht.

Het bedrijf is voor wat betreft de automatisering opgebouwd uit enkele min of meer onafhankelijke secties.

Deze secties omvatten de volgende onderdelen van het filterstation:

- A. Inlaatgebouw.
- B. Uitlaatgebouw.
- C. Doseerinstallaties.
- D. Slib- en snelfilters.
- E. Ozoninstallatie.
- F. Pompenzaal.
- G. Bedrijfsvoorzieningen, zoals opslag en aanmaak van chemicaliën, verwarming, luchtbehandeling, persluchtvoorziening en elektrische installatie.

Automatiek produktielijnen

Het in bedrijf nemen van een produktielijn komt elektrisch gezien neer op het inschakelen van een twaalfstal ketens, waardoor de daarop aangesloten apparatuur, zoals pompen, afsluiters en doseerapparaten, in werking worden gesteld. Deze twaalf inschakelingen worden tot stand gebracht door een eenparig ronddraaiende programmawals. Op deze programmawals zijn instelbare ruiters aangebracht, welke ten opzichte van elkaar, en dat wil zeggen in tijd, verschoven kunnen worden.

Elk van de twaalf „in” gecommandeerde apparaten dient een terugmelding aan de automatiek te verstrekken, welke de betekenis heeft van „commando uitgevoerd”. Na ieder uitgaand „in”-commando dient de terugmelding „commando uitgevoerd” binnen te zijn alvorens een volgend „in”-commando wordt gegeven.

De tijdsduur tussen „in”-commando en „commando uitgevoerd” is weer instelbaar op de programmawals, door middel van ruiters, welke zijn gemonteerd op dezelfde inschakelschijf. Wordt de terugmeldtijd overschreden — of valt de terugmelding tijdens de inbedrijfstoestand uit — dan volgt klein of groot alarm en tegelijkertijd wordt dan de produktielijn, indien noodzakelijk, uitgeschakeld. Dit commando wordt „nood uit” genoemd.

Een „nood uit” commando zet onmiddellijk de inschakelwals stop, vergrendelt deze in die stand en start tegelijkertijd de gereedstaande uitschakelwals. Nadat de oorzaak van de „nood uit” is opgeheven, kan door middel van de hersteltoets ervoor worden gezorgd, dat de inschakelwals in de uitgangspositie wordt gezet.

De uitschakelwals is op dezelfde manier ingericht als de inschakelwals, maar de programmering verschilt enigszins ten gevolge van het najlen van het water in het station.

Bij het uitschakelen van de laatste produktielijn zal de trans-

portpomp, welke het bereide water afvoert naar de reinwaterkelders op het pompstation Oranjelaan, wel worden uitgeschakeld, maar de produktielijn blijft in bedrijf totdat de bufferkelder vol is. Deze voorziening is getroffen om verzekerd te zijn van wateraanvoer op het station Oranjelaan in geval van storing bij het inschakelen van één of beide produktielijnen.

Automatisering

A. Inlaatgebouw

Doordat een spaarbekken aanwezig is kan de inname van ruwwater op ieder gewenst moment plaatsvinden. De pompinstallatie is dan ook niet gekoppeld aan het eigenlijke productieproces.

De inlaatpompen worden met de hand bediend vanuit de controlekamer in het filterstation. In het inlaatwerk staat een geleidbaarheidsmeter opgesteld, welke de inlaatpompen bij het bereiken van een bepaalde grenswaarde doet stoppen.

B. Uitlaatgebouw

De zuigkelder bestaat uit twee gescheiden kelders. In iedere zuigkelder hangen twee pompen, namelijk één productiepomp en één vulpomp voor het vullen van het spoelwaterreservoirslibfilters. De vulpompen zijn zodanig gekozen dat ze tevens als reserve productiepompen kunnen dienen.

C. Doseerinstallaties

De ferrosulfaatinstallatie voor het oplossen van de ferrosulfaat en voor het verpompen naar het inlaatgebouw staat opgesteld in het doseergebouw. De gehele installatie wordt met de hand bediend met een signalering op het schakelpaneel in de controlekamer.

Op de doseergoot, welke t.b.v. de produktielijnen in tweeën is gedeeld, wordt gedoseerd: ferrichloride, kalkmelk en coagulatiehulpmiddel. De ferrichloridepompen worden met de hand geregeld. Aan elke produktielijn is een doseerpomp gekoppeld, terwijl een derde pomp omschakelbaar is op zowel de ene als op de andere lijn. De uitstroming van de ferrichloride wordt gecontroleerd door middel van een schoepenrad. De dagtanks waarop de doseerpompen door middel van een gemeenschappelijke zuigleiding zijn aangesloten, staan gekoppeld via dezelfde zuigleiding.

De opstelling van de doseerinstallatie voor het coagulatiehulpmiddel is bijna gelijk aan die van de ferrichlorideinstallatie maar met dit verschil, dat de uitstroming niet wordt gecontroleerd.

De kalkdosering wordt automatisch geregeld door een pH-meting. De kalkmelk wordt met vrij hoge snelheid door een ringleiding gepompt. De kalkmelk regelafsluiters, welke automatisch worden ingesteld door de bovengenoemde pH-meters, zijn op deze leiding aangesloten. Ook hier is het principe van de andere dosering gehandhaafd, namelijk dat per produktielijn een gekoppelde regelafsluiter en een derde omschakelbare afsluiter is geplaatst.

Bij het uit bedrijf nemen van een produktielijn blijft de regelafsluiter staan in de stand zoals ingenomen op het moment van uitschakelen van de produktielijn en de kalkmelkaanvoer wordt onderbroken door een membraanafsluiter, welke is gemonteerd vóór de regelafsluiter. Tussen deze membraanafsluiter en de regelafsluiter is een wateraansluiting gemaakt, die open gaat op het moment dat de produktielijn uitschakelt en vervolgens de regelafsluiter schoonspoelt. Bij het in bedrijf nemen van de produktielijn wordt de watertoevoer gesloten; de membraanafsluiter gaat open en de regelafsluiter laat weer een hoeveelheid kalkmelk door, die nagenoeg gelijk is aan de hoeveelheid die werd afgegeven bij de laatste uitbedrijfsname. Circa vijf minuten nadien komt het eerste correctiecommando van de pH-meter die de regelafsluiter ver stelt in de gewenste stand.

Er wordt op twee plaatsen chloor gedoseerd. De voorchlorering vindt plaats in de kelders van het uitlaatgebouw en wordt met de hand ingesteld. De nachlorering geschiedt in de leidingen welke zijn gelegen tussen ozongebouw en

bufferkelder. De nachlorering wordt automatisch geregeld door een restchlorometing. De gewenste waarde wordt met de hand ingesteld. Per produktielijn staan opgesteld één vóór- en één nachloorapparaat, terwijl er plaatsruimte is gereserveerd voor een schakelbaar derde apparaat, dat zowel voor de ene als voor de andere lijn is te gebruiken.

De chloordoseerapparaten werken volgens het zogenaamde vacuumprincipe. Water geleverd door drukverhogingspompen veroorzaakt in injecteurs het benodigde vacuum. In tegenstelling tot het gevolgde principe namelijk dat het bedrijf verdeeld is in twee onafhankelijke produktielijnen, is er voor de drukwatervoorziening van de voorchlorering en de nachlorering één drukverhogingspomp per chlorering aanwezig. De bemeting en de schakeling (die in dat geval met de hand geschiedt) van de chloorapparaten, is zodanig dat ten allen tijde chlorering mogelijk is. Een reserve drukverhogingspomp valt automatisch in indien een der twee normaal in bedrijf zijnde pompen niet voldoende druk geeft.

D. De slib- en snelfilters

Het spoelproces van de filters verloopt als volgt:

- a. spoelen met lucht en weinig spoelwater;
- b. spoelen met veel spoelwater;
- c. spuien van het eerste filtraat.

Het spoelwater ten behoeve van de slibfilters is opgeslagen in een hooggelegen spoelwaterreservoir dat wordt gevoed door de vulpompen in het uitlaatgebouw. Het spoelwater voor de snelfilters wordt geleverd door de spoelpomp, opgesteld in de pompenzaal. De spoellucht is afkomstig van een spoelluchtblower (voor slib- en snelfilters elk één). De hoeveelheid spoellucht kan worden geregeld door de plaatsen van een smoorflens. In de spoelwaterhoofdaanvoerleiding is de afsluiter voor veel spoelwater ingebouwd alsmede de smoorplaat van de hoeveelheidsregeling. De afsluiter voor weinig spoelwater zowel als de smoorplaat voor de hoeveelheidsregeling is gemonteerd in een omloopleiding die parallel ligt met de afsluiter voor veel spoelwater.

Behalve enkele niet belangrijke afsluiters zijn de slib- en snelfilters uitgerust met pneumatisch bediende zwaai kleppen met open-dichtpositie.

De automatie van het spoelproces is een elektrisch-pneumatische combinatie. Ingeval tot handbedrijf wordt besloten kan de verbinding elektrisch-pneumatisch volledig worden verbroken.

De bediening van de afsluiters geschiedt geheel volgens het zogenaamde pneumatische cascadesysteem, dat wil zeggen dat voor iedere fase van het spoelproces slechts één commando nodig is, terwijl de laatste afsluiter van de desbetreffende fase zijn gewenste stand bereiken moet voordat een volgend fasecommando kan worden gegeven. Wordt er automatisch gespoeld dan zorgt een programmawals, opgesteld in de controlekamer, voor de commando's en bij handbedrijf worden deze commando's gegeven door middel van pneumatische handschakelaars, die bij de filters in paneelkasten zijn ondergebracht.

Het startsein voor automatisch spoelen wordt verkregen door de (instelbare) eindwaarde van een telwerk. Voor iedere filter is een dergelijk telwerk aangebracht, dat impulsen ontvangt die zijn afgeleid van de looptijden van de produktiepompen. Zonder dat dit telwerk zijn ingestelde eindwaarde heeft bereikt, kan eveneens met de hand het startsein voor automatisch spoelen worden gegeven.

Een programmawals, uitgerust met instelbare ruiters (het spoelprogramma kan hierdoor aan gewijzigde omstandigheden worden aangepast) verzorgt de afwikkeling van het spoelprogramma. Op ieder „uitgaand” commando moet een terugmelding „commando-uitgevoerd” binnenkomen, alvorens het volgende uitgaande commando kan worden gegeven. Komt de terugmelding niet tijdig binnen dan volgt „nood uit”, waardoor het filter in de veilige stand wordt gestuurd.

E. De ozoninstallatie

De ozonbereiding is eveneens onderverdeeld in twee installaties; voor elke produktielijn één installatie. De te ozoniseren lucht dient droog en stofvrij te zijn. De voorbehandeling van de lucht geschiedt door middel van koelers, filters en drogers. De voorbehandelde lucht passeert twee parallel geschakelde ozonisatoren (7000 V) om vervolgens door drie parallel opgestelde begassers in het water te worden opgelost. Daar niet alle toegevoerde ozonhoudende lucht volledig in het water wordt gedispergeerd zijn er ozon-destructieapparaten opgesteld, waarin de rest ozon door verhitting wordt ontleed.

De ozoninstallatie is verder uitgerust met frequentie-omvormers, welke de normale netfrequentie omvormen tot een veelvoud van de frequentie (350 Hz); hierdoor kan het aantal ozonisatoren aanzienlijk worden beperkt.

Bij het starten van een produktielijn worden pneumatisch bediende kleppen geopend waardoor het gefiltreerde water wordt toegelaten tot de begassers om vervolgens via een dubbelleiding (per produktielijn één leiding) te verdwijnen in de bufferkelder.

F. Pompenzaal

In de pompenzaal staan opgesteld drie stuks dompelpompen voor het verpompen van het bereide water naar de reinwaterkelders van het bestaande bedrijf aan de Oranjelaan. Een der pompen is uitgerust met een twee toerentalmotor, waardoor het water zowel bij halflast-schakeling als bij vollast-schakeling kan worden verpompt.

De twee andere pompen staan reserve voor deze pomp, waarbij één pomp van deze twee (automatisch) invalt voor het geval onverhoopt de elektrische stroom op het pompstation Oranjelaan mocht uitvallen om zodoende het distributienet onder geringe druk te houden. Welke van beide pompen in reserve staat als „stadspomp” wordt van te voren bepaald.

Het leidingstelsel in de buizenkelder is een ringleiding, welke is verdeeld in twee helften. Op deze ring zijn aangesloten vier uitgaande leidingen te weten de leiding naar de waterslagtoren, twee distributieleidingen en de transportleiding naar de Oranjelaan. De voeding van deze ring geschiedt door de drie bovengenoemde pompen en wel zodanig dat iedere helft van de ring door iedere willekeurige pomp of pompen kan geschieden. Door pneumatisch bediende zwaai kleppen worden de gewenste verbindingen en blokkeringen tot stand gebracht. Het aantal keuze mogelijkheden is dermate groot, dat dit gedeelte van het bedrijf niet is geautomatiseerd. De gewenste schakelingen worden in de controlekamer tot stand gebracht, waar eveneens op een leidingtableau de terugmelding plaatsvindt.

Er is echter één uitzondering gemaakt en wel deze: de waterslagtoren wordt altijd automatisch gekoppeld aan de desbetreffende persleiding ingeval de elektrische stroom op het pompstation Oranjelaan uitvalt en waardoor de voorafgekozen reservepomp invalt.

G. Bedrijfsvoorzieningen

Voor de bedrijfsvoering is er een persluchtinstallatie aanwezig welke droge, olie- en stofvrije druklucht levert. Een accubatterij zorgt ervoor dat de noodzakelijke schakelingen en meldingen tot stand worden gebracht voor het geval de elektrische stroom uitvalt. De airconditioning levert droge lucht (ca 40 % relatieve vochtigheid) in alle niet-natte ruimten waardoor roestvorming aan kostbare apparatuur en leidingen wordt voorkomen. De verwarming in het chemicaliën-gebouw staat los van de verwarming in de andere gebouwen, zulks met het oog op het gevaar van de aanwezigheid van vrij chloor in deze ruimte. Tussen het dak en het plafond van de filterhal wordt geventileerd met lucht, die enkele graden warmer is dan de door ventilatoren aangezogen buitenlucht. Op deze wijze wordt condensatie aan de vleugeldakplaten en het plafond voorkomen.