

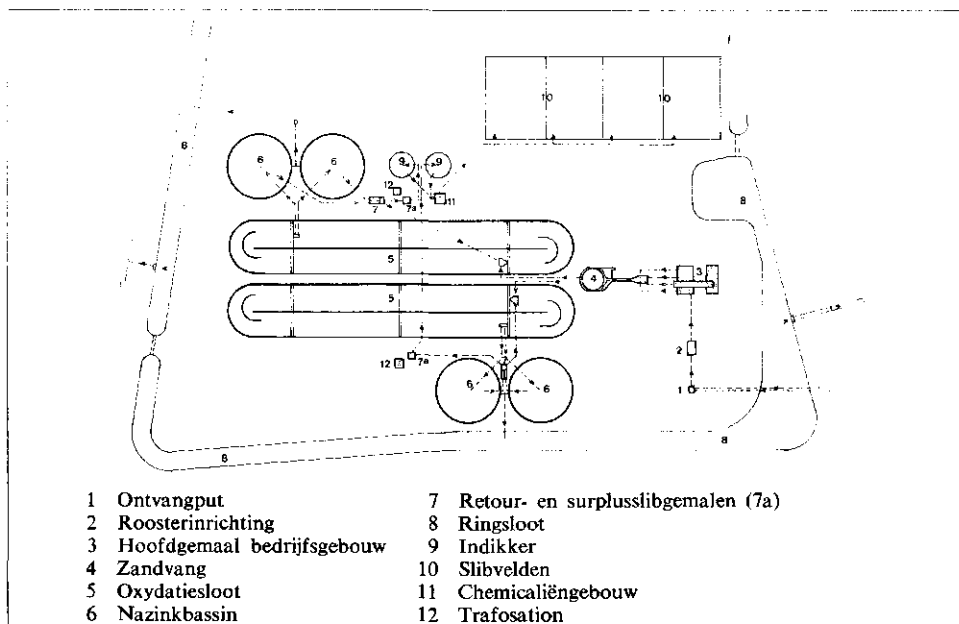
Energiebesparing door verbetering van de zuurstofsturing op de RWZI Veghel-Uden

Inleiding

Voor de steden Veghel en Uden, aangevuld met nog 10 woonkernen, is door het waterschap De Aa een zuiveringsinrichting gebouwd, waarvan het schema hiernaast is aangegeven. De ontwerpbelastingen waren gesteld op 200.000 i.e. à 54 g BZV₅²⁰ per dag voor de biologische zuiveringscapaciteit en op een maximum debiet van 5400 m³/h voor de hydraulische belasting. Geraamd werd dat 60 % van de totale belasting afkomstig zou zijn van de industrie, welke raming in de praktijk bewaarheid werd.



B. A. BOUCHIER
Waterbouwk.
Waterschap De Aa



Schema zuiveringsinrichting.

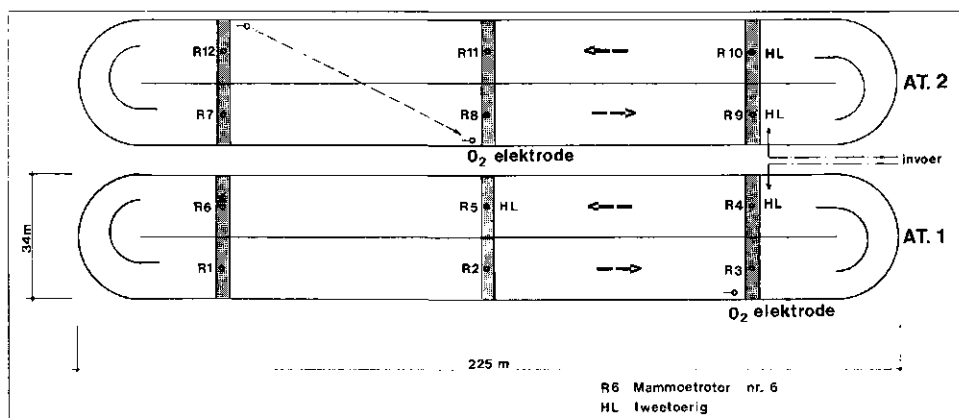
Het afvalwater van deze industrie — voornamelijk voedingsmiddelenindustrie — bevat weinig primair slib, op grond waarvan in de ontwerpfase besloten werd geen voorbezinktanks aan te leggen. In verband met het relatief grote aandeel gemakkelijk biologisch afbreekbaar industrieel afvalwater, werd voorts het voor oxydatiesloten gebruikelijke volume van 0,3 m³/i.e. verlaagd tot ± 0,2 m³/i.e. De gezamenlijke inhoud van de oxydatiesloten bedraagt 36.800 m³ bij een maximum waterdiepte van 2,50 m.

De beluchting van het afvalwater wordt uitgevoerd m.b.v. mammoetrotoren, waarvan per circuit 6 eenheden ieder met een rotorlengte van 15 m staan opgesteld. Van de 12 rotoren kunnen de nrs. 4, 5, 9 en 10 op hoog- en laagtoerental (72 c.q. 48 omw/min.) worden bedreven, de overigen alleen op hoog toerental (afb. 1). Over het energieverbruik in relatie tot de watersnelheden in de beluchtingstanks werd reeds eerder in H₂O bericht.

Oorspronkelijke wijze van sturing op O₂-gehalte

De mammoetrotoren hebben een vaste opstelling. Regeling van het zuurstofgehalte van het afvalwater in de oxydatiesloten werd dan ook uitgevoerd door wijziging van het waterniveau in het circuit. Hierbij verandert de indompeldiepte van de rotoren en daarmee het zuurstof toevoervermogen. De niveauwijziging werd automatisch tot stand gebracht op commando van het in de oxydatiesloot gemeten O₂-gehalte via regeling van de stand van het aflaatwerk.

Het aflaatwerk is ontworpen volgens het principe aangegeven in afb. 2. Het water wordt afgevoerd vanuit putten in de bodem



Afb. 1.



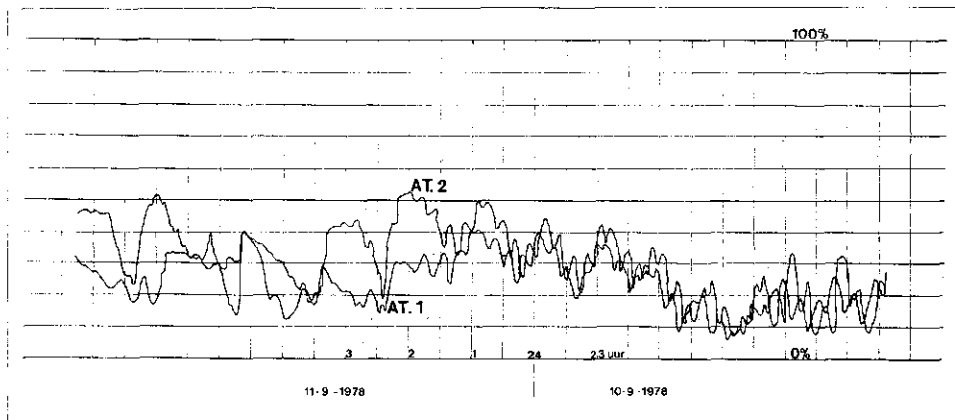
Afb. 2 - Principe aflaatconstructie.

van de oxydatiesloot, ten einde zoveel mogelijk ook de in het afvalwater aanwezige zwaardere deeltjes (geen voorbezinking!) uit het circuit te verwijderen. Nadat de inrichting met de verworpen zuurstofsturing enige tijd in bedrijf was, bleek de reactiesnelheid van het systeem te traag te zijn. Het grote oppervlak van de oxydatiesloten in relatie tot de gemiddelde pompcapaciteit bij droog weer, leidde er toe dat een peilstijging van 4 cm pas na 45 minuten werd bereikt.

De traagheid van de niveau-sturing verhindert een snelle aanpassing van het zuurstof-toevoervermogen aan de zuurstofvraag. Het zuurstof verzadigings-

percentage schommelt daardoor sterk, soms van 0 - 60 % zoals afb. 3 laat zien. Met het oog op controle van het zuurstofgehalte van het naar de nabezinktanks afstromende water, waren de meetelectrodes — één in iedere oxydatiesloot — vlak voor het aflaatwerk in het circuit geplaatst. Aangezien de plaats van de in- en aflaatwerken in beide circuits niet symmetrisch is, verschilde het aantal rotoren tussen de elektrode en de plaats van invoer. Op de registratiestreek, waarvan een gedeelte in afb. 3 is weergegeven, is dan ook een verschillend gedrag in O₂-gehalte van beide oxydatiesloten te zien.

Uit het voorgaande blijkt dat sturing op niveau zeer onrendabel is bij sterk wisselende zuurstofbehoefte en niet voldoet in economisch en technologisch opzicht. Door de technische dienst van het waterschap De Aa en de gemeenschappelijke technologische dienst Oost-Brabant werd daarom een onderzoek ingesteld naar een wijze van sturing waarbij de efficiëncy van



Afb. 3 - Zuurstofgehalte in %.

de zuurstofinbreng zowel economisch als technologisch acceptabel is.

Onderzoek

De gewenste snellere aanpassing van het zuurstof toevoervermogen aan de vraag is alleen te bereiken door de rotoren te sturen op aan- en uitschakeling en de niveau-verstelling als laatste stap te zien. Hiertoe diende onderzocht te worden hoeveel rotoren minimaal altijd in bedrijf moeten zijn en in hoeveel trappen kan worden gestuurd.

Daarnaast bestond behoefte aan een verklaring van de ten opzichte van elkaar verschillende gedragingen in O₂-gehalte van de parallelgeschakelde oxydatiesloten. Voor beantwoording van de eerste vraag werd in het laboratorium de zuurstofbehoefte bepaald voor de endogene ademhaling van het slib in de circuits. Daarnaast werd in de sloten zelf nagegaan hoeveel rotoren bij een aangenomen indompeldiepte minimaal in bedrijf moesten zijn om zonder toevoeging van afvalwater het slib in goede conditie te houden.

De benodigde zuurstof bleek 19.400 kg O₂/d te moeten bedragen. Deze gegevens gevoegd bij reeds bekend cijfermateriaal van het bedrijf van de oxydatiesloten leidden tot de slotsom dat minimaal 4 rotoren per circuit continue in bedrijf moeten zijn. Voorts werd becijferd dat de beluchtingscapaciteit ± 9 kg O₂/h per m' rotor bedraagt bij een maximale indompeldiepte van 30 cm en een toerental van 72 omw/min.

Uit vroeger uitgevoerde metingen van het energieverbruik in Watt per m³ slootinhoud en de nu gemeten waarden blijkt dat het rendement ten naaste bij 2,6 kg O₂/Kwh bedraagt, indien in één sloot 3 rotoren met hoog toerental en 1 rotor met laag toerental bij een indompeldiepte van 20 cm in bedrijf zijn.

In tabel I is de beluchtingscapaciteit bij benadering aangegeven welke met het

TABEL I.

12 rotoren hoog toerental	ca. 33.000 kg O ₂ /d
10 rotoren hoog- + 2 rotoren laag toerental	ca. 30.200 kg O ₂ /d
8 rotoren hoog- + 4 rotoren laag toerental	ca. 22.000 kg O ₂ /d
8 rotoren hoog toerental	ca. 22.000 kg O ₂ /d

genoemde aantal rotoren kan worden bereikt bij 30 cm indompeldiepte.

Het antwoord op de tweede vraag, nl. waarom de registratielijnen van het O₂-gehalte niet parallel lopen, bleek te liggen in het verschil in het aantal rotoren tussen inlaatpunt en meetpunt.

Op verschillende plaatsen in het circuit van sloot II werd tijdelijk een zelfregistrerende O₂-meter gedurende enige tijd opgesteld. De gereproduceerde registratiestrook werd daarop vergeleken met de strook van oxydatiesloot I.

Aangevoerd werd dat indien het inkomende afvalwater in sloot II evenveel rotoren was gepasseerd als in sloot I de registratielijnen parallel verliepen. De sturingsselectrode in oxydatiesloot II is daarop verplaatst naar het punt als in afb. 1 aangegeven.

De aan- en uitregeling van rotoren waarvoor de nummers 4, 5, 9 en 10 wegens de regelingsmogelijkheden waren uitgekozen, houdt in dat in sloot II bij de stand 'uit'

slechts één rotor nr. 11 in bedrijf is tussen de plaatsen van in- en afvoer. Gevreesd werd dat bij de stand 'uit' onvoldoende menging met het ingevoerde afvalwater zou optreden. Proeven met rhodamine WT toonden echter aan dat daarvoor geen reden was. Zowel bij in- als uitgeschakelde rotoren bleek de menging t.p.v. het aflatwerk zodanig te zijn dat in beide gevallen ca. 1 % van de kleurstof werd uitgespoeld. Met andere woorden, de altijd enigszins aanwezige kortsluitstroming waarbij inkomend afvalwater het circuit direct weer verlaat neemt niet toe indien de rotoren 4 en 5 op laag toerental draaien of zelfs uitgeschakeld zijn.

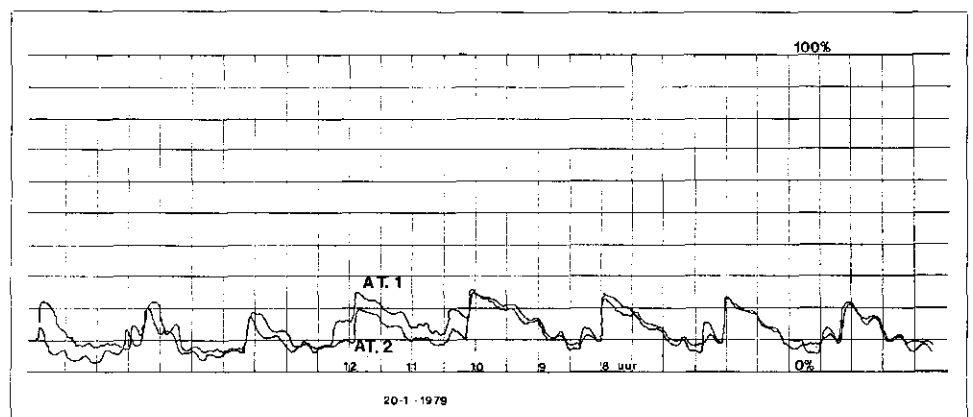
Dit impliceert tevens dat de plaats van de elektrode uit dien hoofde geen foutieve aanwijzing geeft.

Of de nu symmetrische opstelling van de sturingsselectrode op de juiste plaats is terecht gekomen moet nog worden gezien, daar de optimale denitrificatie nog niet is bereikt. Hierbij moet worden gedacht aan hetgeen door N. F. Matché en G. Spatzierer op de inrichting Wien-Blumental is onderzocht en aangetoond met betrekking tot de nitrificatie en denitrificatie. Zij constateerden dat beide processen simultaan verlopen hetgeen ook door Pasveer was gevonden bij onderzoek naar de verwijdering van stikstofverbindingen in oxydatiesloten.

De oxydatie van stikstofverbindingen is een aerob proces waarvoor zuurstof benodigd is. Denitrificatie wordt daarentegen door de aanwezigheid van zuurstof verhinderd. Wordt dus stikstof in één en hetzelfde beluchtingsbekken verwijderd, dan kan dit niet anders dan dat aerobe en anaerobe zones gelijktijdig voorkomen. Metingen van O₂-gehalten op verschillende plaatsen in de oxydatiesloten van Wien-Blumental toonden het optreden van beide zones aan, aldus genoemde onderzoekers. Gesteld kan dus worden dat de zones

• *vervolg op pag. 476*

Afb. 4 - Zuurstofgehalte in %.



met registratie van bedrijfsgegevens met een centrale computer.

De keuze is gevallen op een hybride-systeem, PCS 700, waarbij in deze eerste bouwphase nog geen gebruik is gemaakt van de mogelijkheid van digitale gegevensverwerking met een computer. Door ten volle gebruik te maken van solid-state technieken CMOS, het toepassen van bargraph displays voor presentatie van de proceswaarden en het presenteren van het uitgangssignaal door middel van LED's, is een hoge betrouwbaarheid gerealiseerd, met een hoge beschikbaarheid als gevolg van het centraal opstellen van de meet- en regeleenheden.

De ontwikkeling van het PCS 700 systeem bouwt voort op de konventionele systemen, welke bij de onderhoudsafdelingen bekend zijn, zodat bediening, storingslokatie en onderhoud geen speciale aanvullende opleiding vergen.

3.2. Besturingsinstallatie

Onder dezelfde criteria als voor de meet- en regelinstallatie is bij de besturingsinstallatie gekozen voor het toepassen van programmable logic controllers (PLC's), ten behoeve van de automatische besturing en de handbediening. De handbediening maakt het mogelijk de procescomponenten toch te bedienen indien de automatische besturing van een procesgedeelte is uitgeschakeld door het bedieningspersoneel.

Bij het eventuele falen van een PLC, wordt deze geheel vervangen, en het programma via een kassette-band weer ingelezen.

Op de werking van de besturingen, beveiligingen en spoelprogramma's wordt in dit verband niet verder ingegaan. In totaal zijn 20 PLC-systemen geïnstalleerd.

3.3. Alarminstallatie

In de proceskasten worden procesgedeelten bewaakt op stroming, kwaliteit, niveau, temperatuur, enz.

De hiervoor toegepaste alarmsystemen zijn opgebouwd uit modulaire elektronische storingsmelders type PE, waarbij signaleringstableau en elektronika gekombineerd zijn tot een geheel. De melders zijn samengebouwd tot 'first-failure' groepen met per kast een primaire alarmgroep en een sekundaire alarmgroep.

Een primair alarm betekent dat op elk uur van de dag ingegrepen dient te worden omdat een ernstige storing opgetreden is, waardoor de productie en/of de kwaliteit van het water in gevaar zijn gekomen.

Een sekundair alarm betekent, dat direkt ingrijpen slechts nodig is gedurende een normale werkdag, aangezien productie en/of kwaliteit van het water geen gevaar lopen.

De primaire en sekundaire alarmen worden per proceskast verzameld tot één primair en één sekundair alarm en overgebracht naar het centrale paneel (afb. 3). Op het centrale paneel bevindt zich een alarminstallatie, ook weer uitgevoerd in het 'first-failure' systeem, waar de verzamelalarmen van de proceskasten worden weer gegeven. Een enkel primair en sekundair alarm wordt via het overdrachtsysteem in station Oosterhout gepresenteerd.

In omgekeerde volgorde wordt de dienstdoende machinist vanuit Oosterhout via het centrale paneel naar de juiste proceskast en plaats van storing verwezen. Tijdens de inbedrijfname is gebleken dat de gekozen decentralisering van de installatie positief werkt op de benodigde opstarttijd. Het station is per procesonderdeel uitgetest en in bedrijf genomen. Pas in de laatste fase is de instelling van de produktiehoeveelheid vanaf het centrale paneel gerealiseerd.



• *vervolg van pag. 463*

Energiebesparing door verbetering van de zuurstofsturing op de RWZI Veghel-Uden

waarin nitrificatie en denitrificatie optreden in lengte kunnen variëren afhankelijk van de hoeveelheid ingebrachte zuurstof en van de BZV-last.

De verbeterde zuurstofsturing

Gebaseerd op de minimaal benodigde zuurstof zijn als vermeld per circuit 4 rotoren met hoog toerental vereist. Aan de bodem is bij een indompeldiepte van ± 20 cm van de 4 rotoren de stroomsnelheid ca. 25 cm/sec en daarmee voldoende groot om slibafzetting te voorkomen. Voor sturing zijn dan per circuit twee rotoren beschikbaar die op uit-, laag- en hoog toerental kunnen worden bedreven. Het stuurproces is als volgt uitgevoerd.

Voor elke oxydatiesloot is een O₂-electrode en een schakelwals geïnstalleerd waarmee de volgende stappen kunnen worden ingesteld. Bij stijgende zuurstofvraag komen als 1e stap de rotoren 5 c.q. 9 met laag toerental in, dan als 2e stap de rotoren 4 c.q. 10 met laag toerental in, daarna als 3e stap de rotoren 5 c.q. 9 met hoog toerental en als 4e stap de rotoren 4 c.q. 10 met hoog toerental. Als 5e en volgende stappen dient het stijgen van de aflaatschuiven met telkens 2 cm.

Vóórop loopt altijd de uit- en inschakeling van de rotoren, gevolgd door de bijstelling van de schuiven.

Bij daling van de zuurstofvraag worden de stappen in omgekeerde volgorde uitgevoerd. De wachttijden tussen de stappen zijn met schakelklokken instelbaar en voorshands op 20 minuten gesteld in verband met de omlooptijd van het afvalwater in de oxydatiesloot. De grenzen waarbinnen het O₂-gehalte kan wisselen alvorens een volgende stap wordt uitgevoerd, is eveneens instelbaar en laatstelijk op 5 - 15 % gesteld.

Uit afb. 4 blijkt het resultaat van de nieuwe automatische sturing waarbij het zuurstofgehalte aanmerkelijk beter in de hand kan worden gehouden. De besparing aan energiekosten door de aan-uitschakeling van rotoren i.p.v. verstelling van het waterniveau belooft ca. 20-25 %.

Literatuur

Matsché, N. F. en Spatzierer, G. *Investigations towards a control of simultaneous nitrogen elimination in the treatmentplant Vienna-Blumental*.
Papers, IAWPR-Workshop, Vienna, 1975.
Bouchier, B. A. *Stroomsnelheidsmetingen op de rwzi Veghel-Uden e.o. van het waterschap De Aa*, H₂O 21/77.

