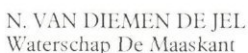


Procedureproblemen hebben geleid tot een voorbereidingstijd van meer dan tien jaar. In die periode heeft de ontwikkeling van de zuiveringstechniek niet stil gestaan



De eerste rioolwaterzuiveringsinrichting van dit type werd gebouwd in oostelijk Noord-Brabant in Vinkel. Later werden de actief-slibinrichtingen in Asten en Schijndel dienovereenkomstig aangepast. De rioolwaterzuiveringsinrichting 'Land van Cuijk' is de laatste in deze serie, waarbij de ervaringen met de eerdergenoemde inrichtingen zijn meegenomen.

De rwzi 'Land van Cuijk' is een regionale zuiveringsinrichting met een capaciteit van 115.000 i.e. voor het 'bovengebied' van het waterschap De Maaskant, dat gekenmerkt wordt door veel kleine woonkernen. Het afvalwater wordt aangevoerd via een uitgebreid stelsel van persleidingen en gemalen. De rwzi is uitgevoerd als een tweetraps actief-slibstelsel met een hoog-belaste eerste trap met een BZV₅-slibbelasting van 1-1,5 kg/kg d.s. · d en een laag belaste tweede trap met een belasting van 0,15 kg/kg d.s. · d. Door het sterk anaëroob karakter van het aangevoerde afvalwater is de procesvoering van het begin van de rwzi afwijkend van wat gebruikelijk is. Aan stankbestrijding en arbeidsomstandigheden is extra aandacht besteed. De sliblijn is conventioneel van opzet. De zuiveringsresultaten voldoen ruimschoots aan de verwachtingen.

Het artikel omvat een beschrijving van het afvalwatertransportstelsel en de meest relevante onderdelen van de zuiveringsinrichting. Een beschrijving van de elektromechanische installatie zal in 'De Klaarmeester' worden gepubliceerd.

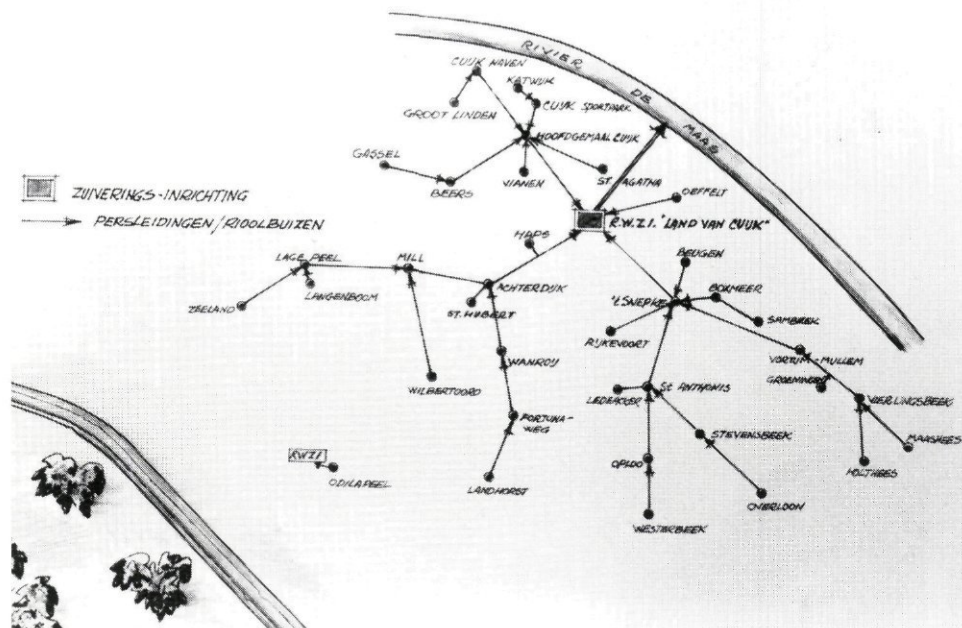
Op het overzichtskaartje in afb. 1 is aangegeven van welke woonkernen het

Afb. 1 - Overzicht kernen en transportleidingen.

rioolwater naar de rioolwaterzuiveringsinrichting 'Land van Cuijk' wordt afgevoerd. De riolering van deze kernen is uitgevoerd volgens het gemengde stelsel behoudens een woonwijk in Cuijk, waar een gescheiden stelsel wordt toegepast. Daar het verharde oppervlak in verhouding tot het aantal inwoners groot is doet zich het bekende probleem voor dat de regenwaterafvoer (rwa) in verhouding tot het droogweerdebiet (dwa) groot is. Bij de uitwerking van het transportstelsel is de rwa begrensd op 4 dwa.

Reeds in een vroeg stadium zijn in overleg met de Provinciale Planologische Dienst de leidingtracé's bepaald. Daarna is met

Afb. 1 - Overzicht kernen en transportleidingen.



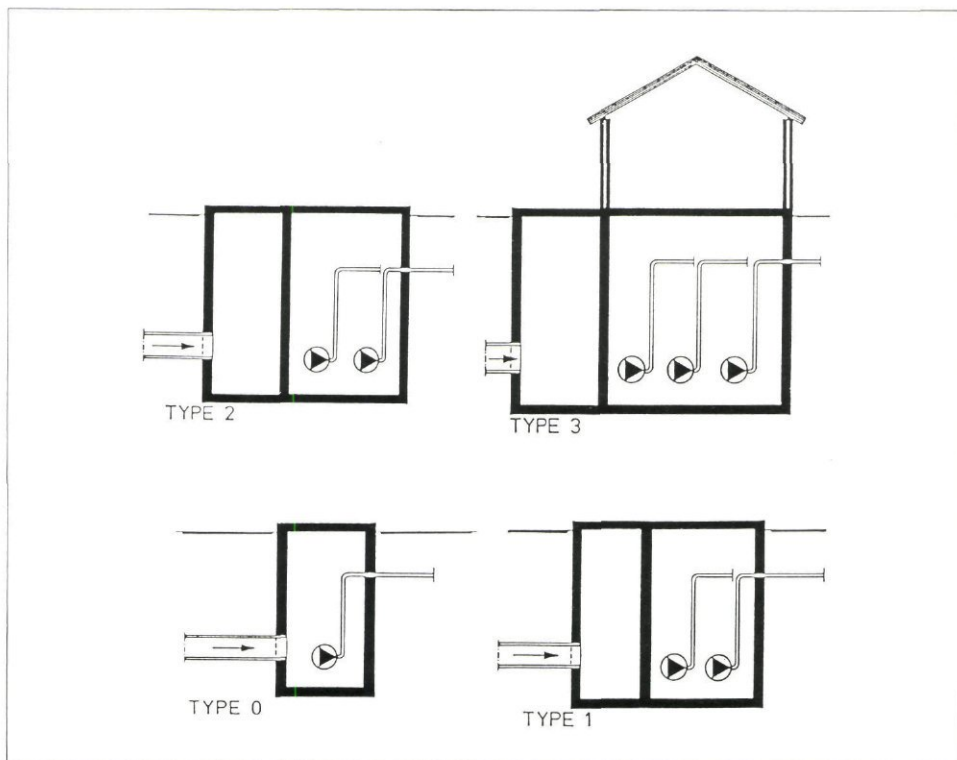
de daarbij betrokken gemeenten, nuts-bedrijven en Nederlandse Spoorwegen overleg gevoerd over het mogelijk volgen van reeds bestaande leidingtracé's of wegen. De totale lengte van het transportstelsel bedraagt 107 kilometer waarvan 33 kilometer is uitgevoerd in PVC met uitwendige diameters van 125 tot en met 355 mm. Over een traject van circa 17 kilometer moeten nog leidingen van dit materiaal worden aangelegd. Over een lengte van 43 kilometer zijn de leidingen uitgevoerd in asbest-cement met inwendige diameters van 250 tot en met 700 mm. Circa 14 kilometer is nog in uitvoering. Voor het verloop in verticale zin is uitgegaan van het principe van opschot met de stroomrichting mee en een ontluchting op elk hoog punt in de leiding. Uit oogpunt van bediening en vermindering van de belasting van het gebruik van de grondpercelen, waarin de leidingen liggen, is getracht het aantal ontluchtingspunten te beperken. Tevens is getracht het verticale alignement van de leidingen zodanig te bepalen, dat deze altijd gevuld blijven. Waar dat als gevolg van ongunstig terreinverloop of anderszins niet mogelijk was, zijn de asbest-cement buizen over de gedeelten, die bij pompstilstand leeglopen, inwendig beschermd tegen corrosie.

Bij Boxmeer en Overloon ligt het tracé in waterwingebieden. Met het Waterleiding-bedrijf Oost Brabant is overeengekomen dat ter bescherming van het grondwater buizen worden toegepast in een hogere drukklasse dan noodzakelijk voorzover deze zijn gelegen binnen de tien-jaars-zône. Op de grens van deze zône is een afsluiter in de leiding opgenomen, zodat in geval van een calamiteit het leidingdeel in het waterwingebied kan worden afgesloten.

Gemalen

Over de plaats van de 35 gemalen, die in de regio zijn geprojecteerd kon niet willekeurig worden beslist, omdat deze veelal in de directe nabijheid van het diepste punt van de bestaande riolering moesten worden gebouwd. Met het oog op efficiënte bedrijfsvoering, onderhoud en beperking van de kosten is van het begin af aan gestreefd naar een ver doorgevoerde standaardisatie. Daartoe wordt ook gerekend een pakket van zes kleuren, toegepast bij alle gemalen. De opzet daarvan is dat gelijksoortige installatie-onderdelen in dezelfde kleuren worden uitgevoerd.

Bij het ontwerp is tevens scherp gelet op beveiligings- en veiligheidsaspecten. De standaardisatie heeft geleid tot een consequente doorvoering van vier gemaal-



Afb. 2 - Schematische weergave gemalen.

typen, die schematisch in afb. 2 zijn weergegeven. Deze worden hieronder in het kort beschreven.

Type 0. Pompgemalen met een geringe capaciteit van 20 tot circa 50 m³/h. De pompen zijn geplaatst in een zogenaamde natte opstelling. In het algemeen zijn dit kleine gemalen die van de gemeenten zijn overgenomen en slechts voorzien zijn van één pomp in natte opstelling. In door het waterschap gebouwde gemalen van dit type zijn twee onderwaterpompen opgesteld. In principe worden twee pompen geplaatst. De pompen zijn elkaars reserve in verband met een eis van bedrijfszekerheid. De schakelkast is op de gemaalconstructie geplaatst of in de directe nabijheid daarvan. De uitvoering van deze gemalen is zeer eenvoudig.

Type 1. Pompgemalen met een capaciteit van 30 m³/h tot maximaal 100 m³/h. Dit type gemaal is voorzien van twee pompen met dezelfde capaciteit opgesteld in een zogenaamde droge pompenkelder. De motoren zijn enkeltoerig. Wanneer een voorziening tegen waterslag in de vorm van een drukketel (windketel) nodig blijkt te zijn, wordt deze in een stalen uitvoering eveneens in deze pompenkelder geplaatst. De schakelkast wordt buiten opgesteld. Er is geen bovenbouw. De pompen dienen zowel voor het verwerken van dwa als rwa. De pompen zijn elkaars reserve

en werken bij toebeurt. Er is een aparte ontvangkelder voor het afvalwater.

Type 2. Dit type betreft pompgemalen met een capaciteit van ongeveer 100 m³/h tot ongeveer 400 m³/h.

Er zijn twee pompen met dezelfde capaciteit; de pompen zijn voorzien van poolomschakelbare motoren (twee toeren). Bij laag toerental wordt de dwa en bij hoog toerental de rwa verwerkt. De pompen zijn elkaars reserve en werken bij toebeurt.

De schakelkast wordt buiten opgesteld. Er is geen bovenbouw. Een eventueel benodigde drukketel wordt eveneens in de pompenkelder geplaatst. Ook deze gemalen zijn uitgevoerd met een aparte ontvangkelder voor het afvalwater.

Type 3. Dit zijn pompgemalen met een capaciteit groter dan ongeveer 400 m³/h. De bouwkundige uitvoering omvat een droge pompenkelder en een aparte ontvangkelder voor het afvalwater. Voorts is er een bovenbouw met daarin geplaatste schakelkasten en er is enige accommodatie voor het bedienend personeel.

Er zijn drie identieke pompen die voorzien zijn van tweetoerige motoren. Bij het verwerken van de dwa en tijdens geringe regenaanvoer werkt één pomp op laag toeren. Bij grotere aanvoer schakelt deze pomp over op hoog toeren; bij nog grotere aanvoer schakelt de tweede pomp

tevens in op hoog toeren, zodat dan twee pompen parallel werken op hoog toeren. Elke pomp is reserve voor de andere twee. Het bedrijf is alternerend.

De keuze van het type gemaal wordt behalve door de reeds genoemde criteria mede bepaald door enkele andere factoren zoals noodzakelijke voorzieningen of situering van het gemaal. Het komt in enkele gevallen voor dat een gemaal voldoet aan twee uitvoeringsnormen zoals bijvoorbeeld het gemaal 'Zeeland', dat qua bouw overeenkomt met het type 3 maar mechanisch van het type 2 is. Deze afwijkingen komen echter niet veel voor. In tabel I is een overzicht gegeven van de

TABEL I - Overzicht gemalen

Gemaal	Pompbedrijf	Capaciteit (m³/h)
Cuijk-Heiligenberg	HT + HT	1.630
Oeffelt	ET	110
Het Snekpe	HT + HT	2.010
Achterdijk	HT + HT	870
Haps	ET	100

eindgemalen, die het afvalwater rechtstreeks afvoeren naar de rioolwaterzuiveringsinrichting, met de bijbehorende relevante gegevens.

De gemalen Cuijk-haven en Cuijk-sportpark hebben een dubbele functie. Het eerste gemaal bestaat in feite uit twee gemalen, die tegen elkaar gebouwd zijn. Het ene gemaal heeft de functie om het rioolwater tot een bepaald maximum via

het gemaal Cuijk-Heiligenberg naar de rwzi te verpompen. Het andere dient als hoogwatergemaal, dat bij hoge waterstanden van de Maas in werking wordt gesteld om bij hevige regenval het 'overstortend' water vanuit de riolering naar de Maas te pompen. Het gemaal Cuijk-sportpark heeft eenzelfde functie.

In de lange persleidingen wordt een aanzienlijke hoeveelheid zwavelwaterstofgas geproduceerd, dat in de ontvangkelders van de gemalen betoncorrosie kan veroorzaken. Om dat te voorkomen zijn de wanden en het dek van de kelders bekleed met hard PVC-platen. Bovendien is in alle gemalen van het type 1, 2 en 3 een sproeiinstallatie aangebracht. De ontvangkelder blijft daardoor aanzienlijk schoner en dat komt tevens de arbeidshygiëne ten goede. Zwavelwaterstofvorming en stank gaan meestal samen. Daarom wordt bij de gemalen waar via natuurlijke of geforceerde ventilatie stankontwikkeling kan voorkomen, biologische filters toegepast. Afhankelijk van de zwavelwaterstofconcentratie zijn deze gedimensioneerd op 50 of 100 m³/m² · h.

Het ontwerp en technologische grondslagen van de rwzi

Systeemkeuze

Gezien de lange tijd, die gemoeid is geweest met de realisering van deze regionale rioolwaterzuiveringsinrichting is het niet verwonderlijk dat met de ontwikkeling van de zuiveringstechniek ook

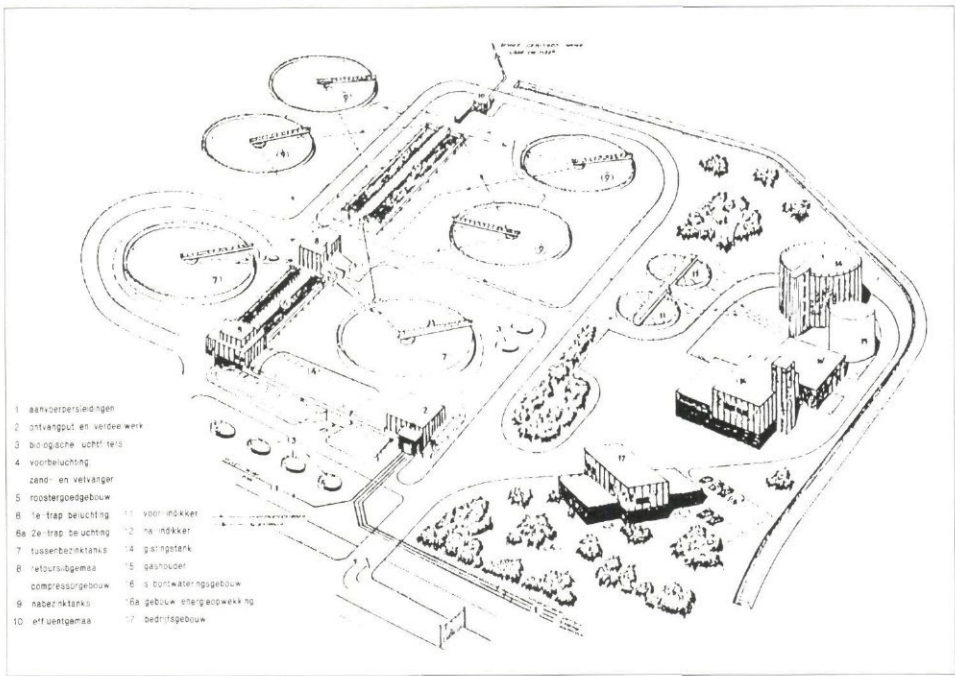
in de keuze van het systeem de nodige wijzigingen zijn gekomen. In eerste instantie werd in 1975 de voorkeur gegeven aan een laag belast actief-slibstelsysteem op basis van het oxydatieslootprincipe. In de loop van de jaren zeventig werd duidelijk dat deze methodiek enkele van betekenis zijnde bezwaren had namelijk het relatief hoge energieverbruik, de kans op lichtslibvorming en de moeilijke ontwaterbaarheid van het geproduceerde zuiveringsslib. In de jaren 1975-1976 heeft de GTD gedachten ontwikkeld over de zuiveringsinstallatie van de toekomst. Daarin stond de tweetraps actief-slibstelsysteem centraal.

Als voordelen van deze methodiek ten opzichte van het conventionele actief-slibstelsysteem werden gezien:

- de relatief geringe energiekosten
- stabiliteit van het zuiveringsproces
- grote flexibiliteit ten opzichte van belastingfluctuaties
- zeer goede BZV₅- en stikstofomzettingsrendementen
- goede slibeigenschappen
- door het ontbreken van een voorbezinktank minder stankontwikkeling
- hogere gasproductie in de slibgisting en daardoor een hoger energetisch rendement.

De eerste tweetrapszuivering volgens dit model was de rwzi Vinkel, die in 1977 in bedrijf werd genomen. De hiermee opgedane ervaringen waren zo positief, dat in nauw overleg met het adviesbureau TAUW-Infraconsult BV werd besloten dit systeem ook als basis te gebruiken voor de rwzi 'Land van Cuijk'. Dit heeft geresulteerd in een tweetrapsstelsysteem met een hoog belaste eerste trap met een BZV₅-slibbelasting van 1-1,5 kg/ds · d en een laag belaste tweede trap met een BZV₅-slibbelasting van 0,15 kg/ds · d. Een latere variant - het zogenaamde adsorptie-beluchtingsproces (AB-proces) - is wel in beschouwing genomen maar is vanwege enkele van betekenis zijnde nadelen afgefallen. Dit proces werkt met een veel hogere BZV₅-slibbelasting (2,5-5 kg/kg ds · d) in de eerste trap om de werking daarvan te beperken tot een adsorptietrap. Dit vereist het handhaven van een laag slibgehalte in de aërietietank. Dit bevordert de schuimvorming. Dat proces is in de praktijk moeilijk realiseerbaar als de rwa-dwa verhouding meer dan twee is en het hydraulische aanvoerpatroon bij dwa sterk varieert. Aangezien deze situatie zich voordeed en bovendien werd ingeschat dat de zuiveringsrendementen en de stabiliteit van het

Afb. 3 - Plattegrond rwzi 'Land van Cuijk'.



proces door het 'kritische' ontwerp van de eerste trap en de hogere slibbelasting van de tweede trap ongunstiger zouden uitvallen is van het A-B proces als zodanig afgezien. Overigens kunnen door het verlagen van het slibgehalte de procesomstandigheden van het A-B proces wel worden nagestreefd.

Zuiveringsproces

Uitgangspunten

Voor de bepaling van de capaciteit van de rwzi is in de planfase contact opgenomen met de belangrijkste industriële vervuilers. Deze betroffen met name de papierindustrie en de voedingsmiddelensector. Aan deze bedrijven werd met nadruk gevraagd of zij in de toekomst het afvalwater als zodanig naar de rwzi zouden afvoeren dan wel tot een meer of minder vergaande zuivering zouden overgaan. Het resultaat daarvan is geweest dat in het ontwerp rekening is gehouden met maximaal 40.000 i.e. voor industrieel afvalwater.

De rwzi is daarna ontworpen op basis van de volgende uitgangsgeschiedenis.

Belasting
Huishoudelijk afvalwater 75.000 i.e.
à 54 g BZV₅/d ·
Industrieel afvalwater 40.000 i.e.
à 54 g BZV₅/d ·
N-kj 1.150 kg/d
dwa 1.700 m³/h
rwa 4.750 m³/h

De hydraulische capaciteit is beperkt tot 4.750 m³/h.

Bij goede slibvolume-indexen zou de installatie in zuiveringstechnisch opzicht wat meer kunnen verwerken. Om die mogelijkheid open te houden zijn de verbindingsleidingen tussen de verschillende onderdelen uitgelegd op 10% extra. Dit geldt ook voor effluentafvoer-voorzieningen.

Procesbeschrijving

Aan de hand van de in afb. 3 afgebeelde plattegrond van de rwzi wordt nader ingegaan op de relevante technologische ontwerpgrondslagen en ontwerp-technische aspecten.

Voor het ontwerp zijn van groot belang geweest de strenge geluid- en stankbeperkende maatregelen, die in de hinderwetvergunning waren vastgelegd en die mede bepaald waren door het convenant met de gemeente Cuijk en de op betrekkelijk korte afstand aanwezige woonbebouwing.

Het wijd vertakte persleidingenstelsel, waarbij het verste punt ongeveer 17 kilometer van de rwzi is gelegen, is vooral bij warm weer de oorzaak van een

sterke aanrotting van het aangevoerde afvalwater en de vorming van een aanzienlijke hoeveelheid zwavelwaterstofgas. Berekend is dat onder ongunstige omstandigheden de zwavelwaterstofconcentratie kan oplopen tot 5 mg S^{''}/l en een totale hoeveelheid van 85 kg/d. Op basis van deze gegevens is voor alle onderdelen van de inrichting de sulfideaanvoer en de emissie van sulfide berekend. Uit computerberekeningen uitgevoerd met het LTFDM-model bleek dat met afdekking van de voorbeluchting, de beluchte zand- en vetvanger, de roostergoedinstallatie, het retourslib-gemaal van de eerste trap en de slibvoorindikker aan de grenswaarde van één geureenheid per kubieke meter bij de woonbebouwing op een afstand van 700 meter kon worden voldaan.

In het belang van de arbeidshygiënische omstandigheden in overdekte ruimten is het ontwerp er op gericht geweest het gevaarlijke zwavelwaterstof zo snel mogelijk uit het influent te verwijderen. Daarom is bij de voorzuivering van het afvalwater gekozen voor een wat andere rangschikking van de onderdelen. Zo vindt in eerste instantie voorbeluchting van het afvalwater plaats, vervolgens zand- en vetverwijdering en daarna pas roostergoedverwijdering. Voor deze opzet is gekozen omdat in de ruimte, waar de roostergoedverwijdering plaats vindt het meeste onderhoud wordt verwacht en deze dus toegankelijk moet zijn. De luchtventilatie van de overdekte ruimten is zodanig geregeld, dat in tegenstroom met de stromingsrichting van het afvalwater wordt afgezogen.

Voor de behandeling van de ventilatie-lucht is gekozen voor compostfilters, die vanwege de relatief hoge zwavelwaterstofconcentratie zijn gedimensioneerd op een beperkte belasting van 50 m³/m² · h.

De rioolwaterzuiveringsinrichting in onderdelen

Instroomwerk en voorbeluchting

Zoals reeds in de beschrijving van het afvalwatertransportstelsel is aangegeven wordt het afvalwater van de vele kleine woonkernen met een stelsel van gemalen en persleidingen afgevoerd naar de rwzi. Via vier eindgemalen en een separate leiding voor het percolatiewater van de nabij gelegen regionale afvalstortplaats wordt het afvalwater naar het instroomwerk gevoerd en op het gewenste peil afgeleverd. In het instroomwerk wordt het afvalwater door middel van lange overstortranden verdeeld in twee stromen, die vervolgens in de parallelle straten van de zuiveringsinrichting worden behandeld. Vanwege de sterke ontwikkeling van

zwavelwaterstofgas in het instroomwerk is deze uitgevoerd als een gesloten kelder. Aangezien deze niet toegankelijk is voor onderhoud is voor de verdeling van het ruwe afvalwater, waarin het grove vuil en drijvende bestanddelen nog aanwezig zijn, geen combinatie van duikschotten en overstortranden toegepast. Een niet optimale verdeling werd aanvaardbaar geacht. In het instroomwerk is tevens een hoger gelegen noodoverlaat aangebracht waarmee in geval van hydraulische blokkade van de rioolwaterzuivering het ruwe rioolwater rechtstreeks via de effluentleiding naar de Maas kan afstromen.

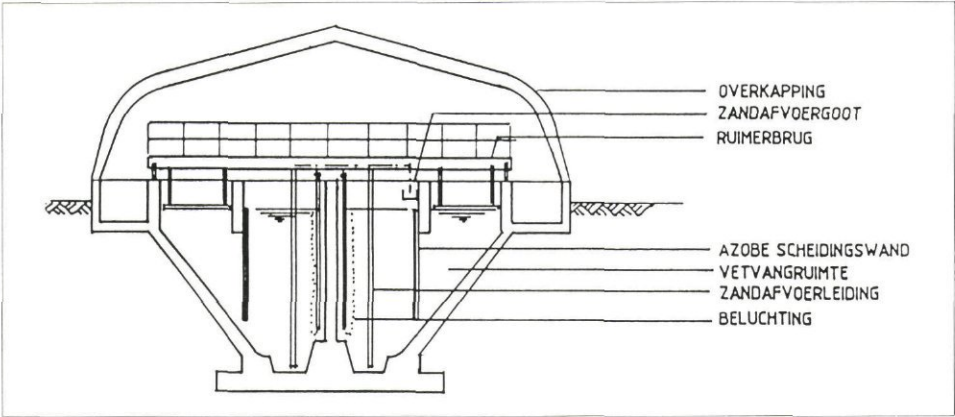
Door de vrij hoge ligging van het instroomwerk boven het maaiveld is de ruimte daaronder benut voor het onderbrengen van de mechanische en elektronische apparatuur zoals de compressoren voor de luchttoevoer naar de voorbeluchtingtanks en de zandvang-ers alsmede de afzuigventilatoren. Vanuit het instroomwerk komen de beide waterstromen in de voorbeluchtingtanks.

Dit zijn geheel gesloten ontoegankelijke kelders, die stromingstechnisch dezelfde eigenschappen hebben als de navolgende zandvang-ers. Langs één wand van de kelder wordt over de gehele lengte lucht ingeblazen waardoor een spiraalvormige stroming ontstaat. Gekozen is voor een beluchtingscapaciteit van 15 m³/m · h om te voorkomen dat het met het water aangevoerde zand gaat bezinken. Op basis van voorafgaande experimenten is berekend dat bij deze beluchtingscapaciteit en een verblijftijd van circa tien minuten bij dwa 40-50% van de aangevoerde zwavelwaterstof gestript zal worden.

Zand- en vetvang-ers

Omdat een uitgestrekt gebied met gemengde rioolstelsels en ook slachterijen op deze rwzi zou worden aangesloten was het van belang eerst het zand en vet te verwijderen alvorens het afvalwater in de eerste trap van het actief-slibstelsel toe te laten. Gekozen is voor een gecombineerde beluchte zand- en vetvang-inrichting overeenkomstig de uitvoering bij de rwzi Vinkel. Deze afscheiders hebben een lengte van dertig meter en zijn direct achter de voorbeluchtingtanks gesitueerd. Een doorsnede van de zandvetvanger is opgenomen in afb. 4.

De luchtinblazing van de zandvangruimte is gedimensioneerd op 5 m³/m · h. Het zand wordt intermitterend met een pomp via een goot naar een zandverwijderingsinstallatie verpompt. In verband met de situering van de zandvanger vóór de roosterinstallatie is gekozen voor



Afb. 4 - Doorsnede van de zand-vetvanger.

pompen met een ruime doorlaat. Omdat het stromingspatroon aan de oppervlakte naar de 'doorlaatbare' scheidingswand gericht is kunnen de drijvende bestanddelen deze wand passeren en in de ruistruimte van de vetvanger een drijfslaag vormen. Deze wordt met het afstrijkmechanisme verwijderd. Zoals reeds vermeld zijn ook de zand- en vetvangtanks overkapt. Deze moeten toegankelijk zijn voor inspectie en onderhoud. Daarom is in een zodanige ventilatie voorzien dat de zwavelwaterstofconcentratie beneden de MAC-waarde blijft. De capaciteit van de ventilatoren is 15.500 m³/h.

Roosterinstallatie

De grove bestanddelen worden uit het afvalwater verwijderd met twee automatisch werkende harkroosters berekend voor een debiet van 2.600 m³/h per stuk. De staafafstand bedraagt 15 mm. In geval van nood kan gebruik worden gemaakt van een omloopcircuit, waarin een grof rooster is geplaatst met een staafafstand van 100 mm. Het roostergoed wordt zonder verdere behandeling met containers afgevoerd. De harkroosters en de zandwasserinstallatie met containers voor het roostergoed en het zand zijn in een gebouw opgesteld.

Biologische zuivering

In het ontwerp van het tweetraps actief-slibstelsysteem is geen rekening gehouden met een aparte meng-contact-tank ten behoeve van licht-slibbestrijding. Praktijkervaring met een hoogbelaste eerste trap en een laagbelaste tweede trap heeft uitgewezen dat zonder deze voorziening de slibindex beheersbaar is tot beneden een niveau van 100 ml/g. Om toch een mogelijk versterkend effect van het propstroomprincipe te benutten zijn de beluchtingstanks langwerpig uitgevoerd.

Bij de dimensionering is rekening gehouden met de volgende effluenteisen.

Parameters	Gem. concentratie
BZV ₅	< 20 mg/l
N-Kj	< 20 bij T > 10° C mg/l
bezinsel	< 0,3 ml/l
zwevende stof	< 30 mg/l

Aan deze eisen kan met het gekozen tweetraps-systeem gemakkelijk worden voldaan.

Als beluchtingssysteem voor beide trappen is gekozen voor fijne bellenbeluchting door middel van buisvormige beluchtingselementen die bekleed zijn met chemisch bestendig geperforeerde EPDM-rubbermembranen. Naar deze elementen ging de voorkeur uit in

verband met de geringe gevoeligheid voor verstopping. Dit is vooral van belang bij toepassing van turbo-compressoren, waarvan de capaciteit boven een bepaalde waarde sterk druk afhankelijk wordt. De dimensioneringsgrondslagen zijn opgenomen in tabel II.

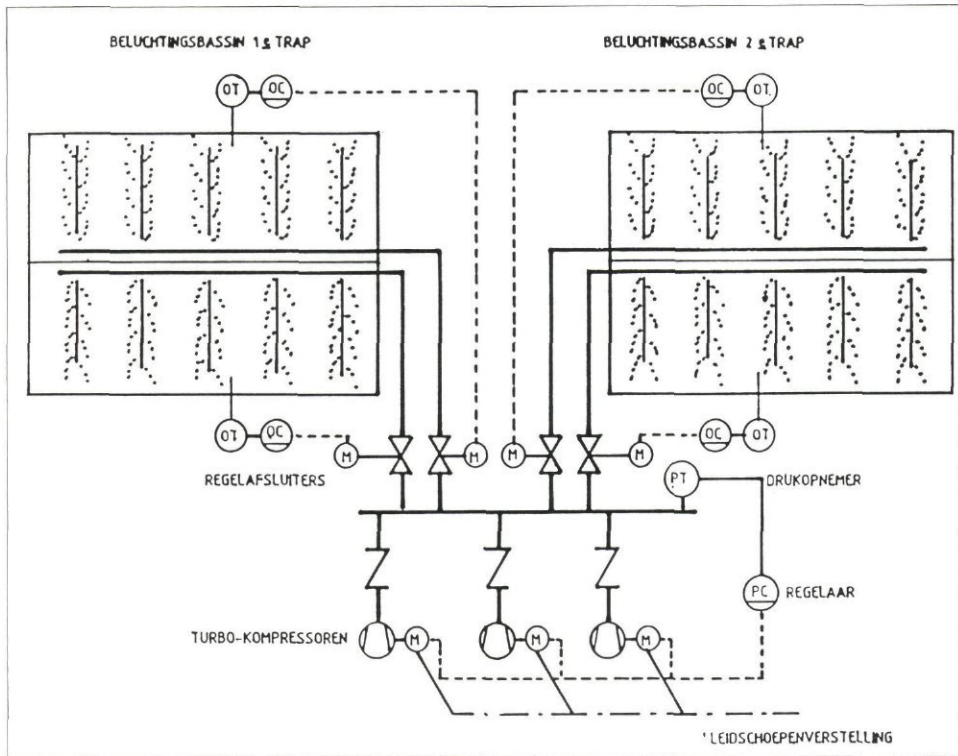
De zuurstofregeling van het beluchtingsproces is als volgt. De luchttoevoer naar de eerste en tweede trap van het beluchtingsproces vindt plaats met drie turbo-compressoren van het fabrikaat Aerzen type 250-8, die door verstelling van leidschoepen (diffusoren) traploos regelbaar zijn van 2.750 tot 6.075 m³/h per eenheid. De werkdruk blijft daarbij constant. Het meet- en regelschema is afgebeeld in afb. 5.

De compressoren werken parallel op één hoofdleiding, vanwaaruit beide trappen worden gevoed. De meetwaarde van de zuurstofsonde wordt vergeleken met de ingestelde waarde. Bij overschrijding van de minimum waarde is er een stijgende

TABEL II - Dimensioneringsgrondslagen van de eerste en tweede trap van het beluchtingsproces.

Parameter	Eerste trap	Tweede trap
slibbelasting (kg BZV ₅ /kg ds · d ·)	1	0,15
slibgehalte (kg/m ³)	4	3,5
inhoud (m ³)	2 x 720	2 x 2.000
verblijftijd bij rwa (min.)	17	46
luchtbehoefte max. (m ³ /h)	2 x 3.600	2 x 4.500
luchtbehoefte min. (m ³ /h)	2 x 900	2 x 1.125

Afb. 5 - Zuurstofregeling van het beluchtingsproces.



zuurstofbehoefte, waarin wordt voorzien door verstelling van de regelafsluiter. De systeemdruk zal daardoor dalen. Deze wordt gecompenseerd door verandering van de stand van de leidschoepen onder gelijktijdige vergroting van de capaciteit. Bij overschrijding van de bovenwaarde van het regelbereik wordt in omgekeerde richting bijgesteld. Alle automatische besturingen vanaf de zuurstofregelkringen naar de regelschuiven en vervolgens naar de compressoren zijn aangebracht in PLC's. Naast de automatische regeling is ook sturing door handbediening mogelijk.

De inrichting is vanaf het instroomwerk tot aan de effluentkelder uitgevoerd in twee parallel werkende straten. In verband met onderhoud en reparatie is in het ontwerp rekening gehouden met de mogelijkheid tot kortsluiten van elke straat voor zowel de eerste als de tweede beluchtingstrap. De kortsluitvoorzieningen zijn zodanig uitgevoerd dat bij dwa het rioolwater via één straat kan worden geleid. Maximaal kan echter maar 1/2 rwa via de in bedrijf zijnde straat worden verwerkt. Bij de eerste trap gaat het overige rioolwater rechtstreeks naar de tweede trap. Indien één straat van de tweede trap uit bedrijf is wordt dat deel direct naar de effluentkelder geleid. Uitgangspunt bij deze kortsluitvoorzieningen is, dat uitspoeling van actief slib in alle gevallen dient te worden vermeden.

Zoals reeds eerder vermeld kan in bepaalde omstandigheden het rioolwater rechtstreeks vanuit het instroomwerk via een omloopleiding naar de effluentleiding worden geleid. Deze omloopleiding wordt onder normale bedrijfsomstandigheden in omgekeerde richting gebruikt om effluent te recirculeren. Deze recirculatie is met name van belang voor een goede verdeling van het substraat over de beide trappen bij geringe hydraulische belasting zoals gedurende de nachturen en weekeinden. Als bijkomend voordeel geldt de gedeeltelijke denitrificatie van het met het effluent aangevoerde nitraat.

TABEL III - Ontwerpgegevens tussenbezink- en nabezinktanks

Parameter	Tussenbezinking	Nabezinking
aantal tanks	2	4
hydraulische belasting (m ³ /h)	2.375	1.188
oppervlaktebelasting (m ³ /m ² ·h)	1,7	0,85
oppervlak (m ²)	1.385	1.385
diameter (m)	42	42
kantdiepte (m)	2,0	2,0

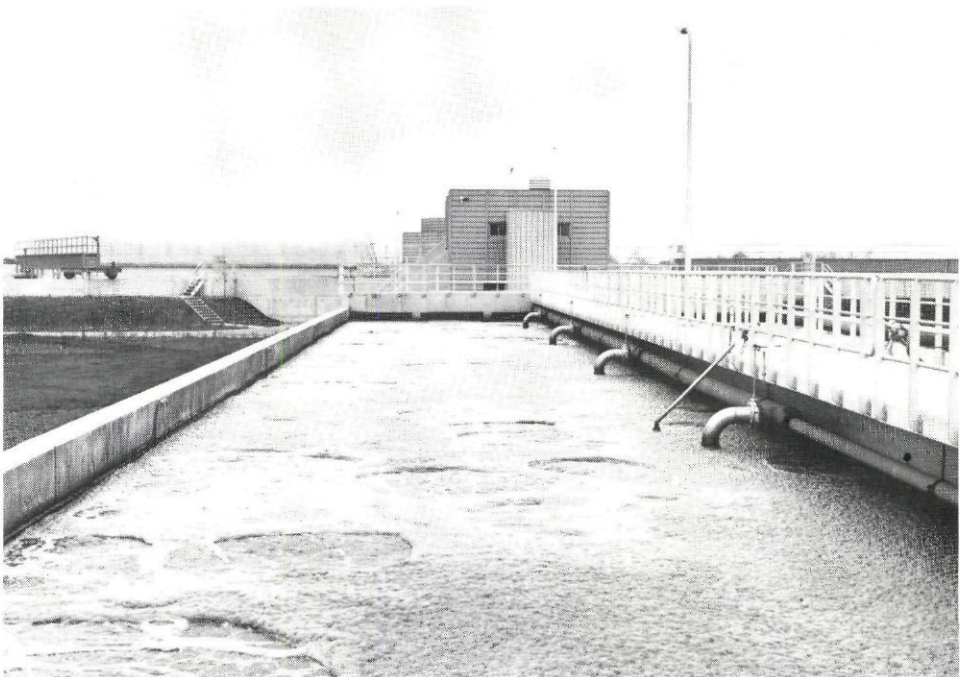
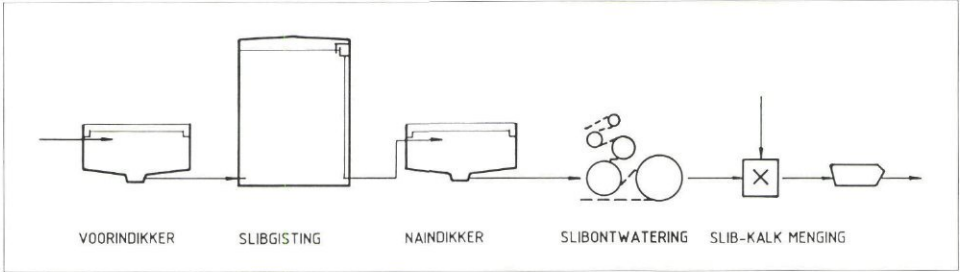


Foto 1 - Het beluchtingsbassin.



Afb. 6 - Schema slibbehandeling.

Tussenbezink- en nabezinktanks
De bezinktanks zijn berekend overeenkomstig de aanbevelingen van het STORA-onderzoek op basis van een slibvolume-index van 60 ml/g voor de eerste trap en 150 ml/g voor de tweede trap. De ontwerpgegevens zijn opgenomen in tabel III.

Ten aanzien van de kantdiepte ging de voorkeur uit naar een waarde van 2,5 meter omdat bij 2,0 meter de negatieve invloed van kortsluitstromingen vanaf het instroompunt naar de afloopgoot op het slibverlies te groot werd geacht. In verband met de subsidiekwesties is laatste waarde toch aangehouden. Aan de mesbelasting zijn geen bijzondere eisen gesteld. Bij een diameter van 42 meter werd één overstortrand toereikend geacht.

Retourslibvijzels
De capaciteit van de retourslibvijzels is gebaseerd op een slibvolume-index van 60 ml/g voor het slib van de eerste trap en 150 ml/g voor de tweede trap.

Per beluchtingstrap zijn vier retourvijzels geïnstalleerd. Voor de eerste trap is de minimumcapaciteit 1.200 m³/h (0,7 dwa) en maximum 3.150 m³/h (0,65 rwa) met een mogelijkheid van trapsgewijze regeling door toepassing van tweetoerige motoren. Voor de tweede trap geldt een minimum capaciteit van 1.750 m³/h (1 dwa) en maximum 2.650 m³/h (0,55 rwa). Bij de dimensionering hebben de volgende overwegingen een rol gespeeld. Voor de eerste trap is gerekend met een retourslibconcentratie van 10 kg/m³ bij dwa. Bij een maximum slibconcentratie van 4 kg/m³ in het systeem volgt hieruit een retourslibverhouding van 0,67. Hoewel bij rwa een evenwichtsverschuiving naar een lager niveau plaatsvindt door transport van slib naar de tussenbezinktank is daar bij de berekening van de retourslibverhouding geen rekening mee gehouden omdat in die omstandigheden veel rioolslib aangevoerd kan worden met een tegengesteld effect. Om die redenen is bij rwa een zelfde verhouding toegepast.

Bij de tweede beluchtingstrap is gerekend met een slibconcentratie van $3,5 \text{ kg/m}^3$ bij dwa en $2,5 \text{ kg/m}^3$ bij rwa. Voor het retourslib is met enige veiligheid een maximale slibconcentratie van 7 kg/m^3 aangehouden.

Hieruit volgt een R-waarde van 1 bij dwa ($Q_{rs} = 1750 \text{ m}^3/\text{h}$) en 0,55 bij rwa ($Q_{rs} = 2650 \text{ m}^3/\text{h}$).

Effluentafvoer en effluentdebietsmeting

Het effluent kan bij normale waterstanden van de Maas onder vrij verval via de drie kilometer lange effluentleiding worden afgevoerd. Bij hogere waterstanden neemt de vrije afvoercapaciteit van de effluentleiding sterk af en komt het effluent-gemaal in bedrijf. Slechts bij uitzonderlijke hoge waterstand moet de aanvoer naar de rioolwaterzuiveringsinrichting gereduceerd worden tot 2 dwa. Voor de effluentmeting wordt gebruik gemaakt van een combinatie van twee meetinrichtingen, een magnetische inductieve doorstroombetaling voor debieten tot circa $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ en een venturimeetgoot voor grotere debieten tot $5.200 \text{ m}^3/\text{h}$. Deze combinatie is gekozen in verband met de te grote absolute afwijking van de venturimetaling in het lage meetbereik, die meestal voorkomt.

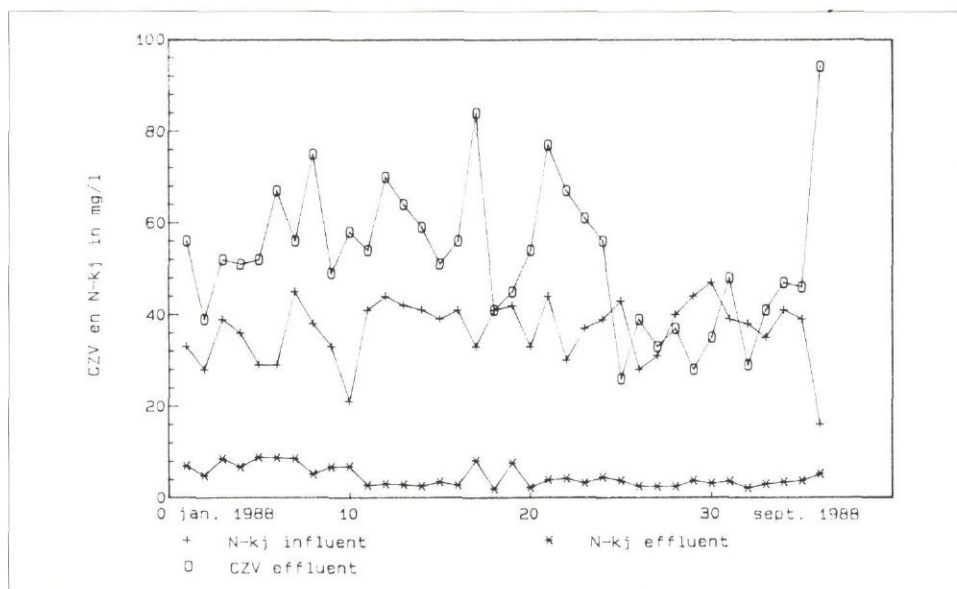
Slibbehandeling

Het spuislib van de eerste trap en de tweede trap wordt via regelbare schuiven afgelaten naar een pompput en vandaaruit verwerkt in de slibbehandelingslijn. Het processchema van de slibbehandeling is afgebeeld in afb. 6.

De slibbehandeling is gebaseerd op een conventionele bedrijfszekere methodiek en bestaat uit de onderdelen voor-indikking, vergisting, na-indikking (buffering) en mechanische ontwatering. Na ontwatering kan eventueel ongebluste kalk worden bijgemengd om het drogestofgehalte van de slibkoek te verhogen en de verwerkingseigenschappen daarvan te verbeteren. De installatie is gedimensioneerd op een verslibproductie van 5.750 kg/d . Het gistingsgas wordt als brandstof gebruikt voor de warmtekrachtinstallatie, die elektriciteit opwekt ten behoeve van eigen verbruik en warmte levert voor verwarming van de slibgisting en de gebouwen. De relevante onderdelen van de slibbehandeling worden in volgorde van het processchema in het kort belicht.

– Slibaflaatput.

Uit ervaring is gebleken, dat spuislib van de eerste trap onder rwa-omstandigheden veel primair slib kan bevatten en in verband daarmee gemakkelijk verstopping



Afb. 7 - CZV- en N-kj-gehalten van het influent en het effluent.

van leidingen en pompen kan veroorzaken. Om die reden is voorzien in een mogelijkheid tot verdunning met effluent.

– Voor-indikker.

De voor-indikker is gedimensioneerd op een drogestofbelasting van $30 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{d}$ en een verblijftijd van vier dagen. De pompcapaciteit voor het ingedikte slib is gedimensioneerd op een drogestofgehalte van 4%.

– Slibgisting.

Het slib wordt vergist in een conventionele centralsreactor bij circa 33°C en een verblijftijd van twintig dagen. De menging geschiedt intermitterend door middel van gasinblazing op basis van $1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$. De gasproductie is gecalculerd op $1.725 \text{ m}^3/\text{d}$ uitgaande van een specifieke productie van 15 l/i.e. d . Het gas wordt opgeslagen in een gashouder met een inhoud van 400 kubieke meter voor een gelijkmatige afvoer naar de gasmotoren. Om het H_2S -gehalte in het gas beneden een concentratie van 300 ppm te houden wordt ferrichloride gedoseerd.

– Na-indikker.

Deze heeft om standaard technische redenen dezelfde dimensies als de voor-indikker. Aangezien in de na-indikker nog nagisting kan optreden heeft deze tank meer een buffer- dan een indikfunctie. Bij een opslagcapaciteit van circa vier dagen is het mogelijk om de gisting continu te voeden. Daardoor is het mogelijk de gasmotor-generator installaties optimaal te bedienen.

– Slibontwatering.

Het uitgestigte slib wordt met poly-elektro-

lyten geconditioneerd en daarna op twee zeefbandpersen met een bandbreedte van 1,30 meter ontwaterd.

De drogestofcapaciteit van elke pers is 300 kg/h . Gekozen is voor zeefbandpersen omdat deze in vergelijking met centrifuges een beter afscheidingsrendement en een enigszins hoger drogestofgehalte van de slibkoek geven. Met het oog op verwerking van het slib op een stortplaats is met name het laatste criterium van belang.

Het te behalen drogestofgehalte van de slibkoek is ingeschat op 20%.

In het transportsysteem van de slibkoek is een menger opgenomen voor bijmenging van ongebluste kalk teneinde de structuur zodanig te verbeteren dat verwerking op een stortplaats zonder problemen mogelijk is. De kalkdosering is gedimensioneerd op bijmenging tot een drogestofgehalte van 40% (maximum 750 kg/h). De slibkoek wordt opgeslagen in containers en afgevoerd naar de nabij gelegen regionale stortplaats.

Resultaten

Waterlijn

De waterlijn van de rioolwaterzuiveringsinrichting kwam omstreeks juni 1987 gereed. Na enting van de beide beluchtingsstraten kwam het biologisch zuiveringsproces snel op gang en werden in korte tijd goede zuiveringsrendementen bereikt.

Behoudens het vervangen van enkele ondeugdelijke manchetten in het luchtleidingsysteem in de aërietanks hebben zich geen grote problemen voorgedaan. De inregeling van de besturingsapparatuur van het beluchtingssysteem heeft wel enige tijd gekost. Na aanpassing

TABEL IV - Gegevens betreffende O₂, BZV₅, NH₄ en P (mg/l) in een drietal oppervlaktewateren; 1986, 1987 en 1988 (tot en met september)

Oppervlaktewater	Jaar	O ₂			BZV ₅		NH ₄ -N		P-totaal				
		Min. mg/l	Max. mg/l	Gem. mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Gem. mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Gem. mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Gem. mg/l
Peelkanaal	1986	0,8	13,8	7,5	1,7	16,8	10,7	2,0	8,7	6,2	0,5	2,7	1,7
	1987	5,5	12,5	9,9	1,3	7,4	3,1	0,4	3,3	1,7	0,1	0,7	0,3
	1988	8,9	13,2	10,8	0,2	5,2	2,2	0,1	1,7	1,1	0,05	0,5	0,24
Lage Raam	1986	0,2	13,1	7,9	1,1	43	10,1	0,1	20	6,5	0,01	8,2	2,6
	1987	3,9	10,2	7,8	1,3	8,3	3,1	0,5	1,9	1,4	-	-	-
	1988	4,8	12,7	9,5	0,9	5,2	1,9	0,1	1,9	0,8	0,11	0,34	0,20
	1988	4,8	12,7	9,5	0,9	5,2	1,9	0,1	1,9	0,8	0,11	0,34	0,20
	1988	4,8	12,7	9,5	0,9	5,2	1,9	0,1	1,9	0,8	0,11	0,34	0,20
Oeffeltsche Raam	1986	0	8,4	3,0	1,3	46	22	1,4	24	11,5	1,3	8,3	5,4
	1987	2,0	9,1	4,6	6,5	34	13,3	5,7	10	7,1	1,5	2,1	1,8
	1988	1,5	8,3	4,9	7,8	24	14,1	1,3	11	5,0	0,8	2,0	1,4

TABEL V - Toetsresultaten NBBK, de IMP-klasse en de biologische kwaliteitsindex KI respectievelijk vóór (1986) en na sanering (1987) van lozingen.

Oppervlaktewater	O ₂	BZV	NH ₄ -N	NH ₃ -N	P-tot	IMP	KI
Tochtsloot	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	matig/goed	zeer/goed slecht
Lage Raam	-/+	-/+	-/+	-	matig/goed	slecht/matig	
Peelkanaal	-/+	-/+	-/+	-/+	matig/goed	slecht/matig	
Halsche Beek	-/+	-/+	-/+	-/+		matig/zeer goed	slecht/goed
Oeffeltsche Raam	-/-	-/-	-/-	-/+	-/-	zeer slecht slecht	zeer/zeer slecht slecht

+ = voldoet
- = voldoet niet

van de klepkarakteristiek functioneert deze thans goed. De specifieke uitvoeringsvorm van de voorbehandeling van het rioolwater inclusief de voorbeluchting voldoet aan de verwachtingen. Het H₂S-gehalte in de omsloten ruimte waar de zandvanginstallatie is ondergebracht kan meestal beneden de MAC-waarde worden gehouden. De condensvorming tegen het kunststofdoek is onder koude weersomstandigheden niet te vermijden maar heeft in de laatste winter geen extreme vormen aangenomen. Hoewel in het ontwerp van de zandpompen rekening is gehouden met de aanwezigheid van grof materiaal bleken deze toch regelmatig te verstoppfen. Door een geringe verhoging van het toerental is dat probleem ondervangen. De belangrijkste gegevens over de periode van oktober 1987 tot februari 1988 zijn in afb. 7 samengevat.

In deze afbeelding is het rendement van de eerste trap niet afzonderlijk afgeleid in verband met doorslag van slib als gevolg van het hoge slibgehalte. Het vereiste rendement van 60% op BZV-basis wordt echter wel bereikt. De zuiveringsrendementen op basis van CZV en BZV₅ bedroegen gemiddeld 86% respectievelijk 93%. Het rendement op N-Kj bedroeg in de wintermaanden 74%. De gemiddelde

slibvolume-index van de eerste trap van 63 ml/g en van de tweede trap 86 ml/g. Uit deze gegevens blijkt, dat ruimschoots aan de gestelde lozingseisen wordt voldaan.

Sliblijn

Het in bedrijf nemen van de slibverwerkingsinstallatie is minder soepel verlopen. De belasting van de rioolwaterzuiveringsinrichting en de slibproductie kwamen al vrij snel na het opstarten op het nominale niveau. Omdat de zeefbandpersen pas enkele maanden na de waterlijn in gebruik genomen konden worden werd het slib niet tijdig verwerkt. Noodgedwongen is het slib toen in de aëratietanks gebufferd tot concentratieniveaus van 7-10 kg/m³. De slibvolumeindices waren zo gunstig dat bij maximale hydraulische belasting nauwelijks slibuitspoeling bij de tweede trap is opgetreden. Deze tijdelijke buffering heeft wel de indik-eigenschappen van het slib en de gistingstijd voor een korte tijd nadelig beïnvloed.

Ontwikkeling van de waterkwaliteit
Met de ingebruikname van de rioolwaterzuiveringsinrichting Land van Cuijk medio 1987 werd het oppervlaktewater in de regio's Cuijk en Mill gesaneerd. Na aansluiting van de regio Boxmeer zullen ook de overige wateren zijn ge-

vrijwaard van ongezuiverde lozingen. Het effect van de ingebruikname van de rioolwaterzuiveringsinrichting op het oppervlaktewater werd gevolgd aan de hand van fysisch-, chemisch- en hydrobiologisch onderzoek. Voor een beperkt aantal wateren uit de regio's Cuijk en Boxmeer worden als voorbeeld enige gegevens betreffende O₂, BZV, NH₄ en P gegeven (tabel IV).

De zuurstofhuishouding (O₂, BZV en NH₄) is als gevolg van de sanering aanzienlijk verbeterd in het Peelkanaal en de Lage Raam. De voor het aquatisch leven belangrijke minimum zuurstofwaarde is aanzienlijk omhoog gegaan. De waarden voor de overige parameters zijn sterk verlaagd. De verlaging van het ammoniumgehalte is voor het leven in het water van groot belang, omdat dit eveneens leidt tot een daling van het gehalte van het toxische ammoniak. De ontwikkeling in de Oeffeltsche Raam blijft achter bij de twee andere wateren. Dit komt door nog niet gesaneerde lozingen in de regio Boxmeer. Zowel het macrofauna- als het diatomecoenonderzoek wijst op een duidelijke verbetering van het leefmilieu voor deze organismen in het Peelkanaal en de Lage Raam. Beiden indiceren echter een sterkere verbetering voor de Lage Raam dan voor het Peelkanaal. De biologische indicatie volgens beide methoden van onderzoek is voor de Oeffeltsche Raam onveranderd: zeer slecht.

Voor een aantal waterlopen in de regio's Cuijk en Mill wordt het toetsresultaat aan enkele parameters van de Noordbrabantse basiskwaliteit (NBBK) gegeven. Deze gegevens, alsmede de IMP-index en de biologische Kwaliteits Index KI (macrofauna) wijzen, met uitzondering van de Oeffeltsche Raam, op een beduidende toename van de waterkwaliteit (tabel V).

• • •