

Leidsche Rijn: een nieuwe stad, een nieuwe Carrousel®

–'N HOOGSTANDJE IN DE DIEPTE–

IR. B.P.A. HOITINK, DHV WATER

IR. P.M.J. JANSSEN, DHV WATER

ING R.M. KARS, HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN

ING. A.J. WILLEMSSEN, HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN

Aan de westzijde van Utrecht verrijst de komende jaren een nieuw woon- en werkgebied: Leidsche Rijn. Als een van de eerste onderdelen van het watersysteem van deze VINEX-locatie gaat het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden een nieuwe rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) realiseren. Binnen de planvorming van het gebied dat Leidsche Rijn gaat vormen, staat een duurzame ontwikkeling centraal, waarbij milieu en ruimtelijke ordening zorgvuldig op elkaar afgestemd worden.

Aan de nieuwe rwzi zijn derhalve scherpe eisen gesteld. De emissies naar de verschillende milieucompartimenten water, lucht en bodem moeten sterk gereduceerd worden. Zo zal het effluent aan de verscherpte lozeisen voor fosfaat en stikstof moeten voldoen. Een zeer vergaande reductie van de geur- en geluidemissie van de rwzi is gewenst vanwege de toekomstige, vrijwel direct aan de rwzi grenzende woonbebouwing.

Mede daarom zijn ook hoge eisen gesteld aan de architectonische vormgeving van de rwzi en de inpassing van de installatie in de omgeving. Een bouwkundig architect en een landschapsarchitect hebben daarom vanaf de start een belangrijke rol gespeeld bij het ontwerp.

Verder is het in het kader van grondwaterbeheer wenselijk de onttrekking van grondwater tijdens de bouwwerkzaamheden zoveel mogelijk te beperken.

Gezien de hoge grondprijzen in dit deel van Nederland is het ontwerp er op gericht geweest het benodigd grondoppervlak te beperken. Samen met de scherpe eisen heeft dit geleid tot een compact opgezette rwzi waarin 7,5 meter diepe, ronde, geïntegreerde Carrouselen een bijzondere plaats innemen.

Begin 1998 start de bouw en de in bedrijfname is gepland voor medio 1999. Deze rwzi kent een aantal bijzondere aspecten ten aanzien van ontwerp en landschappelijke inpassing die een presentatie op dit moment rechtvaardigen.

Het procestechnologisch ontwerp

Omdat de stedelijke ontwikkeling van Leidsche Rijn en het aansluiten van bestaan- de woonkernen stapsgewijs zal plaatsvinden, wordt de rwzi gefaseerd gebouwd.

Voor de eerste fase wordt uitgegaan van een rwzi met een biologische en hydraulische capaciteit van respectievelijk 70.000 i.e. en 1.600 m³/h. Voor de eindfase wordt rekening gehouden met 155.000 i.e. en een maximale aanvoer van 4.600 m³/h.

Het zuiveringssysteem voor de eerste fase bestaat uit een laagbelast actief-slibproces (slibbelasting: 0,05 kg BZV per kg droge stof per dag) zonder voorbezinking. De voorbehandeling van het met persleidingen aangevoerde afvalwater bestaat uit rooster- goedverwijdering en zandverwijdering. Vervolgens wordt het afvalwater verdeeld over twee straten. Iedere straat bestaat uit één actief-slibtank (netto volume 12.250 m³) en één nabezinktank (diameter 32 m). Via een 2 km lange effluentleiding wordt onder vrij verval geloosd op het Amsterdam-Rijnkanaal. De verwijdering van fosfaat vindt plaats langs biologische weg, zo nodig aangevuld met simultane chemische precipitatie. Stikstof wordt verwijderd via voordennitrificatie en simultane nitrificatie/dennitrificatie. De actief-slibtank bestaat daarmee uit een anaërobe tank, een voordennitrificatieruimte en een beluchtingscircuit die in één geïntegreerde unit zijn ondergebracht (afb. 1). Het eerste gedeelte van de anaërobe tank is als onbeluchte selector uitgevoerd om de bezinkingseigenschappen van het actiefslib positief te beïnvloeden.

Na onttrekking uit het beluchtingscircuit wordt het surplusslib via bandfilters mechanisch ingedikt en voor verdere verwerking afgevoerd naar de rwzi Utrecht waar het wordt vergist en ontwaterd.

Gezien de vereiste vergaande reductie van geur- en geluidemissie worden nage- noeg alle procesonderdelen overdekt en afge- zogen. De afgezogen lucht wordt behandeld in lavafilters.

Aandachtspunten procestechnologisch ontwerp

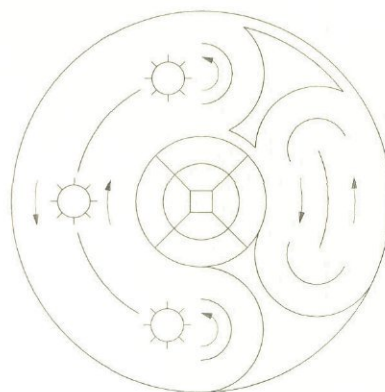
Een belangrijk aspect binnen het ontwerp is de onzekerheid over de ontwikkeling van de hydraulische en biologische belasting van de rwzi. Zo zal de wijze van opvang, hergebruik en afvoer van regenwater in de nieuwe stad in belangrijke mate bepalend zijn voor de uiteindelijk maximale hydraulische belasting. Ook over de afvalwaterkarakteristieken, van belang voor biologische nutriëntenverwijderingsprocessen, bestaat onzekerheid.

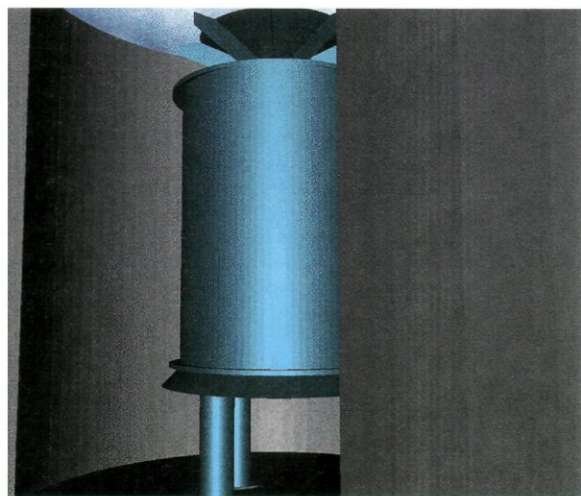
In het ontwerp is geanticipeerd op deze onzekerheden door de toepassing van een voordennitrificatieruimte en een flexibele zuurstofinbreng.

Voordennitrificatie

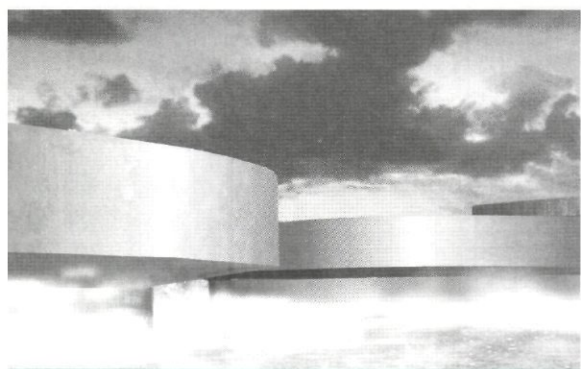
De voordennitrificatieruimte vormt een belangrijk onderdeel van het procestechnologisch ontwerp. Enerzijds wordt bij voordennitrificatie optimaal gebruik gemaakt van de in het afvalwater aanwezige organische koolstof (CZV) voor het denitrificatieproces. Daardoor kan voor de rwzi Leidsche Rijn ook bij een minimumtemperatuur van 7 °C een N-totaalgehalte van minder dan 10 mg/l worden gegarandeerd. Anderzijds geeft voordennitrificatie in combinatie met een voorgeschakelde anaërobe ruimte voordelen voor de biologische P-verwijdering. Het continue lage nitraatgehalte zal de selectie van fosfaataccumulerende bacteriën blijvend stimuleren waardoor de biologische fosfaatverwijdering ook bij lage temperaturen probleemloos zal functioneren. Daarnaast zal door de opzet met voordennitrificatie ook de biologische fosfaatopname onder denitrificerende omstandigheden worden gestimuleerd. Deze vorm van fosfaatopname heeft de voorkeur boven fosfaatopname in de beluchte fase vanwege de gelijktijdige benutting van de beperkt beschikbare BZV/CZV voor zowel denitrificatie als fosfaatopname [Kuba, 1994; Janssen, 1996].

Afb. 1 Schematische weergave van de ronde Carrousel





Afb. 2 Impressie van een oppervlaktebeluchter en stijgbuis



Afb. 3 Aanzicht op het tankeiland (nabezink-tanks) vanuit de lager gelegen waterpartij

Flexibele zuurstofinbreng

Een flexibele zuurstofinbreng is, zeker in de beginperiode met onderbelasting, zeer gewenst.

Overbeluchting is niet alleen uit het oogpunt van energieverbruik, maar ook met het oog op denitrificatie en biologische fosfaatverwijdering ongewenst. Via toepassing van frequentiegeregelde beluchters, een beluchterregeling op basis van on-line monitoring van zuurstof, ammonium en nitraat en een regelbare kanteleverlaat waarmee een constant waterniveau in de actief-slibtank kan worden gehandhaafd, is in ruime mate van flexibiliteit voorzien.

Daarnaast worden voorzieningen getroffen om de geavanceerde beluchterregeling QUTE in te passen. Bij deze multivariable regelaar wordt niet meer gestuurd naar een vaste streefwaarde van een procesparameter, maar wordt op basis van verschillende meetwaarden een vooraf geformuleerd doel bereikt. Een doel kan bijvoorbeeld zijn een zo'n laag mogelijk energieverbruik met als randvoorwaarde een N-totaalgehalte van minder dan 10 mg/l. De QUTE-regelaar heeft zich inmiddels in de praktijk bewezen [Meinema, 1997; Veersma, 1997].

Toekomstwaarde

Volgens de huidige plannen zal de rwzi in de tweede fase worden omgebouwd naar een laagbelast actief-slibproces mét voorbezinking en slibgisting gevolgd door ontwatering. Daarnaast is in een uitbreiding met één actief-slibtank en twee nabezink-tanks voorzien. Het ontwerp en de lay-out zijn zodanig opgezet dat deze uitbreiding tegen minimale kosten en met minimale hinder kan verlopen.

Binnen de actief-slibtank is een relatief eenvoudige functiewisseling van procesonderdelen mogelijk. Als blijkt dat, gezien de afvalwaterkarakteristieken, slechts een anaërobe contacttijd van een half uur is benodigd, kan de selector de functie van de anaërobe tank overnemen. De anaërobe tank gaat dan fungeren als voordennitrificatieruimte. De voordennitrificatietank kan bij het beluchtingscircuit worden betrokken. De capaciteit van de rwzi kan hierdoor verder toenemen zonder uitbreidingen.

De diepe Carrousel, een nieuw fenomeen

Zoals eerder vermeld is het ontwerp er op gericht het benodigde grondoppervlak te beperken. Aangezien de beluchtingstanks in het algemeen een relatief groot oppervlak innemen, ligt het voor de hand te kiezen voor diepe tanks. Rekening houdend met de geohydrologische omstandigheden is gekozen voor 7,5 meter diepe Carrousel met geïntegreerde anaërobe tank en selector. Hierbij is gekozen voor toepassing van onderwaterbeton. Op die manier kan bemaling en retourbemaling achterwege blijven, waardoor grondwateronttrekking wordt vermeden en daardoor risico's voor de omgeving worden voorkomen. Een belangrijk bijkomend voordeel van diepe tanks is de besparing op de kosten van afdekking en de daarmee samenhangende luchtbehandeling.

Tot voor kort was het toepassen van bellenbeluchting de meest voor de hand liggende (en eigenlijk enige) oplossing voor dergelijke diepe tanks, mede door het hoge zuurstofinbrengrendement bij deze grote diepte. Vanwege de grotere beheersbaarheid en bedrijfszekerheid ten opzichte van (ophaalbare) bellenbeluchting en de gunstige praktijkervaringen bij diverse rwzi's in het betreffende beheersgebied, is gekozen voor oppervlaktebeluchters met verticale as.

Toepassing van dergelijke oppervlaktebeluchters in diepe tanks is een nieuw fenomeen in de afvalwaterwereld. Voor Carrousel gold tot nu toe een maximale diepte van 5 meter. Deze diepte is gerelateerd aan de beluchterdiameter en het

beluchtervermogen. Bij diepere circuits is het de vraag of de oppervlaktebeluchters voldoende stroomsnelheid kunnen genereren om het actief-slib in suspensie te houden. Een ander aspect is een adequate beluchting en menging over de gehele diepte. De beluchting vindt plaats doordat het slib/water-mengsel door de oppervlaktebeluchters van onderaf wordt aangezogen en vervolgens boven water weggevoerd. De dieptewerking van een oppervlaktebeluchter is echter beperkt. Dit zou ertoe kunnen leiden dat bij een diepte van 7,5 m alleen het bovenste volume wordt benut, terwijl onderin actief-slib niet wordt belucht. Om toch oppervlaktebeluchters in een diep circuit te kunnen toepassen, is een oplossing gevonden in de toepassing van stijgbuizen onder de beluchters in combinatie met separate voortstuwers (laagtoerige mixers).

Stijgbuizen

Om voldoende aanzuiging vanuit de diepte te bewerkstelligen wordt een stijgbuis toegepast. Dit is een verticale buis onder de beluchter die reikt tot nabij de bodem (afb. 2). De beluchter zuigt op die manier het water van onderaf aan. Dit zorgt voor een goede menging over de diepte. In de praktijk functioneert dit principe goed bij vierkante tanks. In een Carrousel zal de voortstuwende werking van de beluchter worden gereduceerd. Door toepassing van aparte voortstuwers is dit echter geen bezwaar meer. De voortstuwers nemen deze functie van de beluchter over. De beluchter is nu met name bedoeld voor het beluchtingsproces.

Voortstuwers

Bij conventionele Carrousel worden voortstuwers geïnstalleerd omdat het gewenst is één of meerdere beluchters uit te kunnen schakelen om denitrificatie te bevorderen. De voortstuwers dienen er dan voor om voldoende stroomsnelheid te genereren. Ook bij de diepe Carrousel worden voortstuwers geïnstalleerd, zodat onder alle omstandigheden voldoende stroomsnelheid wordt gewaarborgd. In aanvulling op de stijgbuizen bevorderen de voortstuwers ook de menging van de inhoud van de tank.

Experimentele verificatie in Japan

Gezien de unieke combinatie van oppervlaktebeluchters en grote diepte, was verificatie van de in het ontwerp gedane aannames noodzakelijk. De toepassing van stijgbuizen in Carrousel is getoetst door middel van schaalproeven in Japan, met medewerking van de Japanse licentienemer van de Carrousel. In dit land bestaat grote interesse voor de diepe Carrousel, gezien het

nijpende ruimtegebrek. De schaalproeven (1:3) zijn uitgevoerd voor zowel een vierkante tank als een Carrousel, beide met en zonder stijgbuis. De proeven hebben de uitgangspunten van het ontwerp bevestigd, en hebben geleid tot de exacte dimensionering van de stijgbuis in relatie tot de beluchter.

De vormgeving van de diepe Carrousel

Naast het feit dat de Carrousel van Leidsche Rijn veel dieper zijn dan gebruikelijk, is ook de vormgeving van de Carrousel anders: omwille van besparing op de civiele bouwkosten en het ruimtebeslag is gekozen voor een ronde tank. Het centrum van deze tank is benut voor de andere onderdelen van het actief-slibproces.

In de Carrousel zijn vanuit het middelpunt de volgende ringvormig uitgevoerde procesonderdelen te onderscheiden: - inlaatput en verdeelwerk voor retourslib - selector bestaande uit vier compartimenten - anaërobe tank bestaande uit vier compartimenten - tweekanaals omloopcircuit met geïntegreerde voordennitrificatietank. Aangezien de ronde Carrousel slechts twee koppen heeft, is de benodigde derde beluchter met stijgbuis in de middenwand geplaatst (afb. 1).

Bedrijfsvoering

Naast voordelen met betrekking tot de bouwwijze en het ruimtebeslag, is een bijzonder voordeel van de ronde, geïntegreerde, lay-out dat het retourslib zonder extra benodigd leidingwerk kan worden verdeeld over de verschillende procesonderdelen: selector, anaërobe tank en voordennitrificatietank. Dit geeft flexibiliteit in de toe te passen verblijftijden in de diverse tanks.

Verder is bij het ontwerp rekening gehouden met het separaat uit bedrijf nemen en leeg zetten van selector en anaërobe tank, dus zonder dat de volledige Carrousel behoeft te worden stilgezet.

Zoals blijkt staan de ontwikkelingen van de Carrousel® niet stil. Na de Carrousel-2000®, met geïntegreerde voordennitrificatietank, wordt met de realisatie van de rwzi Leidsche Rijn nu voor het eerst een diepe, ronde Carrousel gebouwd met alle onderdelen van het actief-slibproces onder één dak [Janssen, 1996].

Architectonische vormgeving en landschappelijke inpassing

Tot voor kort werden de meeste activiteiten voor het zuiveren van afvalwater aan het oog onttrokken door hoge hekwerken en dichte bosschages. De relatie met (gezuiverd afval-)water is voor het grote publiek doorgaans niet tot nauwelijks zichtbaar.

Zuiveringstechnische werken zoals rwzi's hebben mede daarom een geringe uitstraling: zowel naar het publiek als naar de omgeving. Om de uitstraling van de rwzi Leidsche Rijn te verbeteren is gezocht naar een zorgvuldige situering, een herkenbare ruimtelijke opzet en een zorgvuldige architectonische vormgeving.

Het concept is zo uitgewerkt dat al in de eerste fase het uiteindelijke ontwerpbeeld wordt gerealiseerd en dit in de eindfase zijn voltooiing krijgt.

Het ruimtelijk concept van de rwzi is gebaseerd op een drietal uitgangspunten.

Water, water en nog eens water

De relatie van de rwzi met het water is ook naar buiten toe zichtbaar gemaakt door de rwzi zoveel mogelijk met water te omgeven. Dit wordt bereikt door van de installatie een eiland te maken: de rwzi wordt rechtstreeks in het water gezet: de nabezinktanks en ronde Carrousel komen vrij in het water te liggen (afb. 3).

Bundeling van functies

Een rwzi bestaat uit een tweetal soorten componenten: componenten die veel en componenten die weinig activiteiten genereren. Door deze te bundelen ontstaat een tweedeling binnen de installatie. De voorbehandeling en de slibverwerking behoren tot het drukke, dynamische gedeelte en worden ondergebracht/samengevoegd op het 'werkeiland'. De Carrousel en de nabezinktanks waarin het zuiveringsproces zich in alle stilte afspeelt en die nauwelijks onderhoudsactiviteiten vergen, behoren tot het stille gedeelte en gaan het 'tankeiland' vormen (afb. 4).

Minder hekwerken

Het hoogteverschil tussen het water-niveau en het maaiveld van het 'werkeiland' is zodanig vormgegeven dat er vrijwel geen hekwerken meer nodig zijn. Keermuren en taluds tussen water en maaiveld vervullen die functie. Op het 'tankeiland' zijn de tanks bovendien zoveel mogelijk aan de rand van het eiland gesitueerd, zodat de wanden van de tanks tegelijkertijd een afrastering vormen. Zo ontstaat een waterrijk, open gebied waarin de hekwerken tot een minimum worden beperkt.

De nieuwe rwzi zal gesitueerd worden aan de belangrijkste watergang, het 'Grand Canal', die het gebied van Leidsche Rijn doorsnijdt. Afhankelijk van het jaargetijde kunnen zwemmen en schaatsen tot aan de Carrousel en de nabezinktanks tot de toekomstige mogelijkheden gaan behoren! ■

NOTEN

De architectonische vormgeving en de landschappelijke inpassing van de rwzi Leidsche Rijn zijn verzorgd door respectievelijk A+D+P Architecten te Amsterdam en Bureau Ir. Alle Hosper te Haarlem.
Carrousel en Carrousel-2000 zijn gedeponeerde handelsmerken van DHV Water.

LITERATUUR

- Kuba, T., van Loosdrecht, M.C.M. en J.J. Heijnen (1994). Biological phosphate removal under denitrifying conditions. Rapport RWZI-2000, nr. 94-12.
Janssen, P.M.J., H.F. van der Roest (1996). Winning Combination. Water Quality International, sept./oct., p. 12-15.
Meinema, K. en H.F. van der Roest (1997). Advanced aeration control shows promise. Water Quality International, May/June, p. 14-16.
Veersma, A.J.M., Meinema K., van der Roest, H.F. en F.L.G. Besten (1997). Dynamische simulatie: van proces naar beheer. H₂O (22), p. 669-671/675.
Janssen, P.M.J. en H.F. van der Roest (1996). The Carrousel and the Carrousel-2000 systems: a guarantee for total nutrient removal. EWPC, vol. 6, nr. 2, p. 10-16.

Afb. 4 Tweedeling in werkeiland (noordzijde) en tankeiland (zuidzijde) resulterend in de lay-out van de rwzi Leidsche Rijn in de eindfase

