



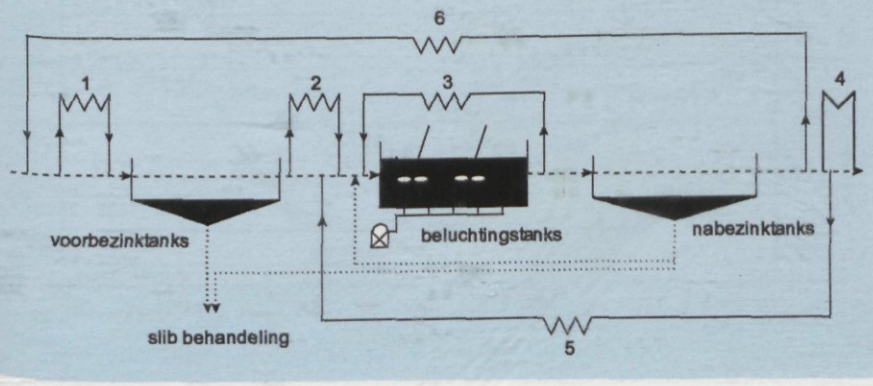

Warmteuitwisseling afvalverbrandingsinstallatie en rwzi Nijmegen succesvol

Jeroen Hulsbeek, Royal Haskoning
Dennis Piron, Waterschap Rivierenland
Jans Kruit, Royal Haskoning
Jacques Segers, Waterschap Rivierenland

Door de uitwisseling van restwarmte met de naastgelegen afvalverbrandingsinstallatie is de oorspronkelijk geplande uitbreiding van de rwzi Nijmegen significant aangepast. Het benodigde beluchtingsvolume kon met circa 30 procent worden gereduceerd. Op deze manier werd een besparing van ongeveer éénderde van de oorspronkelijke investeringskosten gerealiseerd. Dit artikel beschrijft de effecten van de warmte-uitwisseling op het ontwerp en het verwijderingsrendement van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Nijmegen.

Tussen 1994 en 1996 voerde Royal Haskoning in opdracht van Waterschap Rivierenland het ontwerp van de uitbreiding van de rwzi Nijmegen uit. Uitgangspunt daarbij was een vergaande stikstof- en fosfaatverwijdering met effluenteisen voor N_{tot} en P_{tot} van respectievelijk 10 en 1 mg/l. Om aan de effluenteisen te kunnen voldoen bij een geprognosticeerde aanvoer in 2020 zou het noodzakelijk zijn het bestaande beluchtingsvolume te verdubbelen tot 50.000 kubieke meter. Als procesconfiguratie voor de stikstofverwijdering werd gekozen voor voordenitrificatie in een propstroomreactor en nitrificatie in een nageschakeld omloopsysteem. Voor de fosfaatverwijdering werd gekozen voor simultane chemische verwijdering. Uit laboratoriumonderzoek (naar fosfaatafgifte en -opnamecapaciteit) werd duidelijk dat het afvalwater niet geschikt is voor biologische fosfaatverwijdering. Het vetzuurgehalte in het afvalwater is namelijk erg laag ten gevolge van het hellende rioleringssysteem.

Afb. 1: *Schematische weergave van de onderzochte uitvoeringvarianten voor het opwarmen van proceswater van de rwzi Nijmegen.*
1. influent opwarmen en lozen in toevoer voorbezinktanks, 2. afloop voorbezinktanks opwarmen en lozen in toevoer beluchtingsruimte, 3. slib/watermengsel uit beluchtingsruimte opwarmen en lozen in toevoer beluchtingsruimte, 4. effluent opwarmen en lozen in afvoer naar de Waal, 5. effluent opwarmen en lozen in de toevoer beluchtingsruimte, 6. effluent opwarmen en lozen in de toevoer van de voorbezinktanks.



Door een toename van de afnameverplichting van 14.500 naar 17.500 kubieke meter per uur was het verder noodzakelijk om de nabezinktankcapaciteit met drie tanks uit te breiden.

Tussen 1996 en 1998 is een studie uitgevoerd naar de inzet van warmte van de naastgelegen afvalverbrandingsinstallatie in de waterlijn van de rwzi Nijmegen. Door het uitwisselen van warmte kan de doorzet van afval en daarmee de elektriciteitsproductie van de verbrandingsinstallatie worden verhoogd zonder uitbreiding van koelcapaciteit met luchtcondensors. Een verhoging van de procestemperatuur van het afvalwater moest er toe leiden dat de bovengenoemde uitbreiding van de waterlijn significant kan worden gereduceerd. Als belangrijkste resultaat van de studie kwam naar voren dat zowel voor de rioolwaterzuivering als voor de afvalverbrandingsinstallatie een economische win-win-situatie ontstaat door te kiezen voor warmte-uitwisseling.

Voor het opwarmen van het afvalwater zijn verschillende uitvoeringsvarianten onderzocht. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte warmte-uitwisseling, de locatie ervan en de op te warmen processtromen (zie afbeelding 1).

Uit de studie bleek dat bij toepassing van effluentrecirculatie (variant 5 en 6) extra nabezinkcapaciteit moet worden bijgebouwd. Om dit te vermijden ging de voorkeur uit naar een variant waarbij het ruwe influent of de afloop van de voorbezinktanks moet worden opgewarmd. De leveranciers van condensors verwachtten geen problemen met de vervuiling/verstopping van de condensors als de afloop van de voorbezinktanks of effluent wordt gebruikt voor de opwarming van het proceswater in de rwzi. Genoemde problemen werden wel verwacht indien ruw influent (variant 1) of slib/watermengsel (variant 3) wordt ingezet als op te warmen medium.

Op grond van bovengenoemde argumenten en een raming van de vergelijkende investerings- en exploitatiekosten is gekozen voor de variant waarbij een gedeelte van de afloop van de voorbezinktanks wordt opgewarmd en teruggeleid naar de beluchtingsruimten (variant 2).

Uit een berekening van het benodigde koelwaterdebiet en het elektriciteitsverbruik bleek dat de variant waarbij een kwart van de afloop van de voorbezinktanks direct wordt opgewarmd op het terrein van de afvalverbrandingsinstallatie het gunstigst is. Als uitgangspunt is hierbij gesteld dat de temperatuur van de opgewarmde stroom niet meer dan 40°C mag bedragen.

Op basis van de studie is een convenant getekend tussen ARN b.v. en Waterschap Rivierenland om de warmte uitwisseling tussen de AVI en de rwzi Nijmegen te realiseren. Royal Haskoning werd vervolgens opdracht gegeven om het ontwerp van de warmte-uitwisseling verder uit te werken en het conventionele ontwerp te herzien.

In tabel 1 zijn de significante verschillen tussen het ontwerp met opwarming (uit 2000) ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp (uit 1996) weergegeven.

Uit tabel 1 blijkt dat ten opzichte van het ontwerp uit 1996 een besparing van het beluchtingsvolume van 16.850 kubieke meter mogelijk is. Dit is een reductie van circa 35 procent ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp terwijl de reductie van het aantal i.e. slechts vier procent bedraagt. Verder is het aantal bij te bouwen nabezinktanks gereduceerd van drie naar twee. Deze reductie kan echter vrijwel volledig worden toegeschreven aan de lagere geprognosticeerde maximale aanvoer (RWA) in het definitieve ontwerp van 2000, ten gevolge van afkoppeling. In afbeelding 2 is de layout van de rwzi inclusief de warmte-uitwisseling met de AVI schematisch weergegeven.

Resultaten 2000-2005

De uitbreiding van de rwzi Nijmegen is in het najaar van 2004 in haar geheel in bedrijf gaan. In november 2000 was al begonnen met het opwarmen van de afloop van de voorbezinktanks, zodat inmiddels enkele jaren ervaringen zijn opgedaan met het opwarmen van het afvalwater. Wat zijn nu de resultaten van het opwarmen van het afvalwater? Vergelijkbare perioden voor en nadat is begonnen met het opwarmen van afvalwater zijn hiervoor met elkaar vergeleken.

Procestemperatuur

In afbeelding 3 wordt de procestemperatuur in de beluchtingsruimten over het jaar voor en met opwarming van de afloop voorbezinktank weergegeven. De toename van de procestemperatuur nadat de opwarming van de afloop voorbezinktanks werd gestart is duidelijk herkenbaar.

Gemeten effluentconcentraties

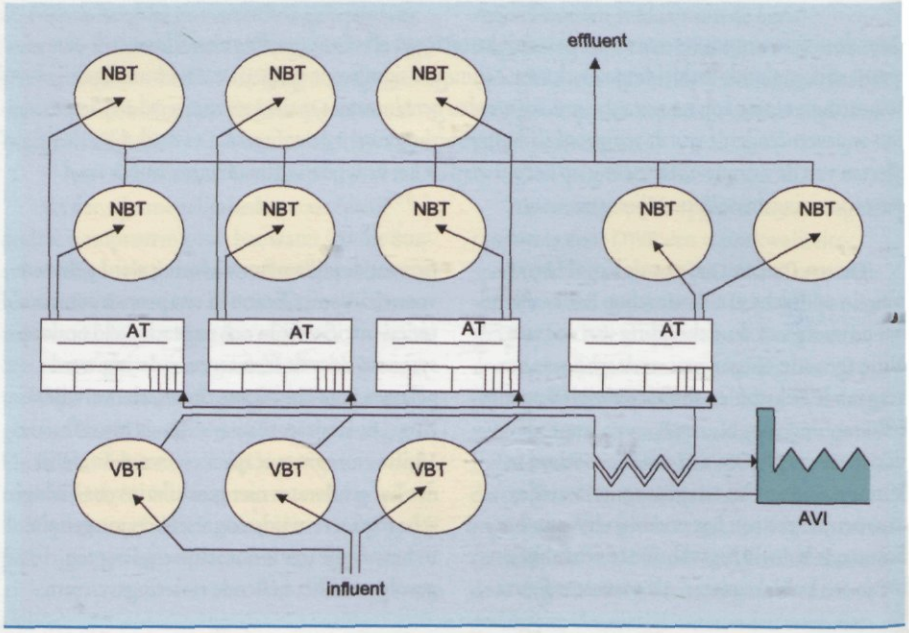
In tabel 2 zijn de jaargemiddelde effluentconcentraties van 1998 tot 2000 (voor de opwarming) vergeleken met die van het jaar 2002 (met alleen opwarming) en na de uitbreiding met opwarming (eind 2004-2005).

CZV-verwijdering

Uit tabel 2 blijkt dat de effluentconcentraties voor en tijdens de opwarming vergelijk-

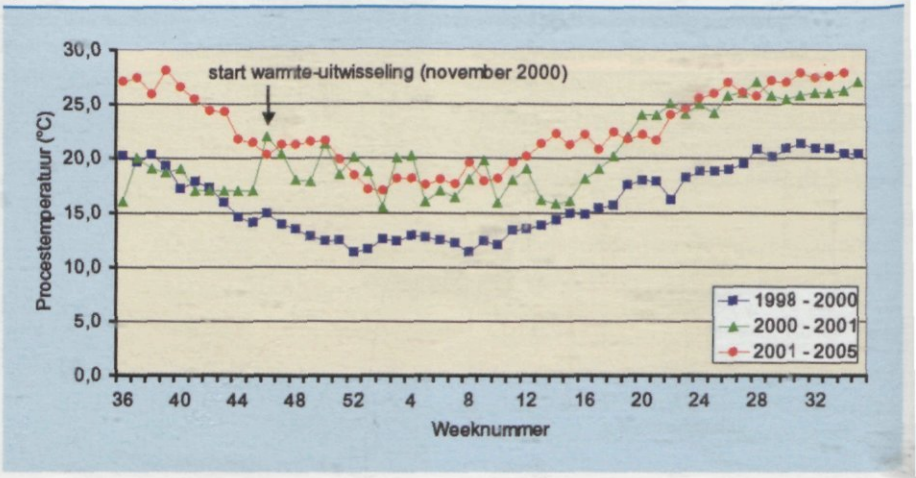
Tabel 1. Verschillen tussen het ontwerp met opwarming (2000) en het oorspronkelijke ontwerp (1996).

parameter	definitief ontwerp 1996	definitief ontwerp 2000 (inclusief opwarming)	eenheid
vuilvrachten			
CZV	46.000	43.000	kg/d
BZV	19.500	17.800	kg/d
Nkj	4.000	4.100	kg/d
P_{tot}	630	575	kg/d
debiet			
RWA	4.950	4.530	m^3/h
DWA	17.500	16.000	m^3/h
i.e.	475.000	455.000	i.e. a 136 g TZV
ontwerptemperatuur	11	16	°C
ontwerpslibgehalte	3,6	3,6	g/l
totaal benodigd beluchtingsvolume	50.600	33.750	m^3
zuurstofbehoefte	1.170	1.040	kg O_2/uur
extra nabezinktanks	3 x 54	2 x 54	m



Afb. 2: Schematische weergave layout rwzi inclusief de warmte-uitwisseling met de AVI. VBT = voorbezinktank, AT = beluchtingstank, NBT = nabezinktank.

Afb. 3: Procestemperatuur beluchtingsruimte rwzi Nijmegen (1998-2005).





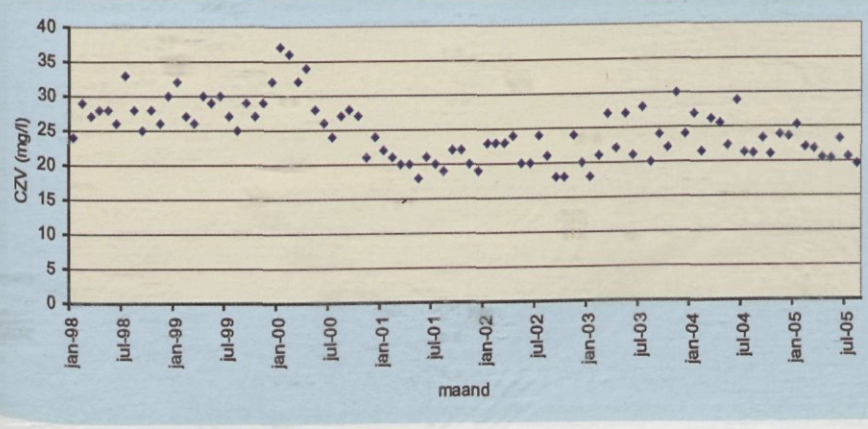
De rioolwaterzuiveringsinstallatie met daarnaast de afvalverbrandingsinstallatie van Nijmegen.

Tabel 2. *Jaargemiddelde influent- en effluentconcentraties van de rwzi Nijmegen voor en na opwarming van het afvalwater.*

parameter	zonder opwarming (1998-2000)		met opwarming (2002)		na uitbreiding met opwarming (eind 2004-2005)	
	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent
CZV	448	29	440	20	462	22
BZV	175	3	153	2	161	2
Nkj-N	42	4	39	3	41	3
N_{tot}	-	28	-	22	-	8
P_{tot}*	6,5	1,4	6,3	1,5	6.8	1.3
zwevende stof	-	3,3	-	3	-	4

* 75% gebiedsrendement

Afb. 4: *CZV-concentratie in het effluent vanaf januari 1998 tot augustus 2005.*

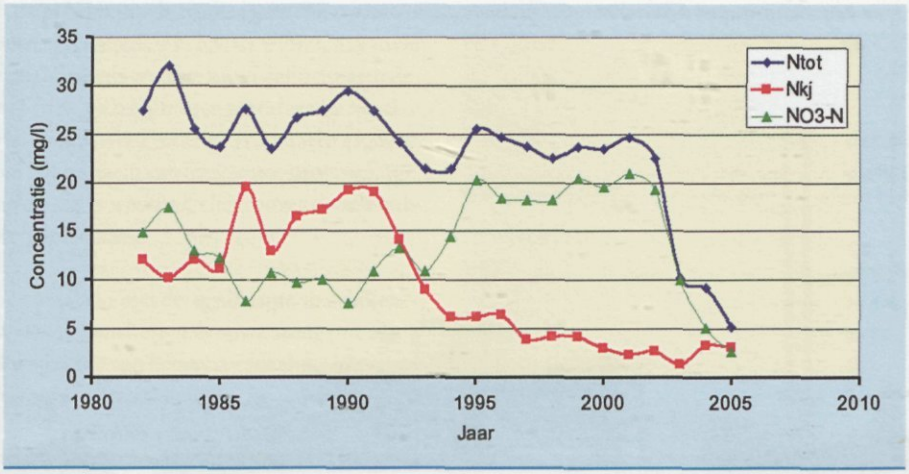


baar zijn met uitzondering van de CZV-concentratie in het effluent. Door de opwarming is de CZV-verwijdering verbeterd. In afbeelding 4 wordt dit nog eens geïllustreerd aan de hand van het voortschrijdend gemiddelde van de CZV-concentratie in het effluent van de rwzi Nijmegen vanaf maart 1997 tot augustus 2005.

N- en P-verwijdering

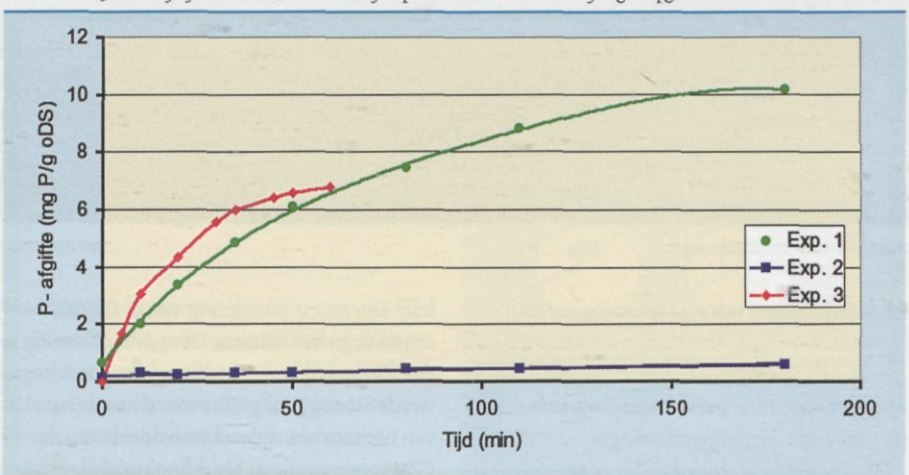
De effluentconcentraties Nkj-N en N_{tot} zijn voor en met opwarming vergelijkbaar. Er vindt volledige nitrificatie plaats, terwijl in beide perioden circa de helft van inkomende stikstof wordt gedenitrificeerd (zie tabel 2 en afbeelding 5). Een verbetering van de stikstofverwijdering is ook niet te verwachten gezien het feit dat gedurende de onderzochte periode alle in bedrijf zijnde beluchtingstanks volledig werden belucht. Vanaf eind 2004 is de gehele uitgebreide waterlijn in bedrijf. Vanaf dat moment werd een duidelijke verbetering van de stikstofverwijdering geconstateerd en wordt ruimschoots aan de effluenteisen voor N_{tot} voldaan (zie afbeelding 5).

Voor het verwijderen van fosfaat is in het ontwerp steeds uitgegaan van simultane chemische verwijdering. Om te kunnen inschatten of na de uitbreiding van de rwzi Nijmegen een spontane biologische fosfaatverwijdering tot de mogelijkheden behoort, zijn in de periode voorafgaand aan de opwarming en met



Afb. 5: Jaargemiddelde effluentconcentraties van de rwzi Nijmegen vanaf 1982.

Afb. 6: Uitgevoerde experimenten met fosfaatafgifte.
1. slib: defosfaterend slib, subtraat: acetaat,
2. slib: defosfaterend slib, substraat: afloop voorbezinktank rwzi Nijmegen, niet opgewarmd,
3. slib: defosfaterend slib, substraat: afloop voorbezinktank rwzi Nijmegen opgewarmd.



opwarming van het influent experimenten met fosfaatafgifte uitgevoerd. De resultaten zijn weergegeven in afbeelding 6. De fosfaatafgifte met afloop voorbezinktank voorafgaand aan de opwarming en defosfaterend slib van een andere rwzi was minimaal (experiment 2), terwijl in aanwezigheid van acetaat een goede fosfaatafgifte werd gemeten met het defosfaterend slib (experiment 1). Het afvalwater van de rwzi Nijmegen werd gedurende deze experimenten niet opgewarmd.

De experimenten zijn herhaald met afloop voorbezinktank dat is opgewarmd (experiment 3). Uit de resultaten blijkt dat door het opwarmen van de afloop voorbezinktank condities worden gecreëerd waarbij wel een significante fosfaatafgifte optreedt, waarvan de afgiftesnelheid zelfs vergelijkbaar is met de situatie waarbij acetaat als substraat aanwezig is (vergelijk experiment 1 met 3).

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat door het opwarmen van de afloop van de voorbezinktanks de samenstelling van het afvalwater dusdanig kan worden veranderd (meer vetzuren) dat biologische fosfaatverwijdering op de rwzi Nijmegen in de praktijk zal plaatsvinden.

Conclusies

- Door het opwarmen van het voorbezonken influent tot maximaal 40°C en een maximale procestemperatuur van 25°C zijn stabiele procescondities en zuiveringsrendementen mogelijk;
- Door het verhogen van de procestemperatuur is een besparing van circa 30 procent van het benodigde volume bereikt waarbij aan de effluenteisen kan worden voldaan;
- Door het opwarmen van voorbezonken afvalwater wordt de samenstelling van het afvalwater dusdanig veranderd (meer vetzuren) dat biologische fosfaatverwijdering zal optreden. ¶