

2010

WATERSCHAPSBEDRIJF
LIMBURG

Afstudeerscriptie Waterschapsbedrijf Limburg



Optimalisatie beluchttingsregelingen
RWZI Roermond

Door: Jeroen Wittebol

Opleiding: HBO Elektrotechniek

10-02-2010

Voorwoord.

In het kader van het afsluiten van mijn studie Elektrotechniek en het in de praktijk brengen van de verworven competenties die ik tijdens deze opleiding heb opgedaan schrijf ik deze afstudeerscriptie. Tijdens een afstudeerstage van 20 weken die ik uitvoer bij Waterschapsbedrijf Limburg (WBL) is dit verslag tot stand gekomen. Het verslag is een uitkomst, bevinding en advies m.b.t. een technisch onderzoek uitgevoerd binnen de organisatie. De differentiatierichting die ik gekozen heb na het afsluiten van mijn propedeuse m.b.t. de opleiding Elektrotechniek is Energietechniek en Industriële automatisering. Deze gekozen richting binnen de elektrotechniek is dan ook bepalend voor de inhoud van mijn afstudeeropdracht. Mede door de goede en informatieve ervaring met WBL uit een vorige studie en de uitdagende afstudeeropdracht die voorhanden was is mijn keuze gevallen om af te studeren binnen deze organisatie.

Inhoudsopgave

<i>Hoofdstuk</i>	<i>Pagina</i>
Inleiding	5
Samenvatting	6
Summary	7
1 Onderzoeksdoelstellingen	8
2 Bedrijfsinformatie	9
3 De watersysteem- en waterketenbenadering	10
4 Afvalwaterkarakteristieken	11
5 Procesoverzicht	12
5.1 Procesoverzicht Actief Slibproces	13
5.2 Actief Slibproces	14
5.3 Anoxische Tank	15
5.4 Aëratietank	16
5.5 Totaal overzicht	17
6 Processturing	19
6.1 Regelorganen	21
7 Compressoren	22
8 Besturing Siemens S7	23
9 Regelingen AT1 & AT2	24
9.1 Stapbepaling Aëratietanks	26
9.2 Primaire regeling (Ammoniumsturing)	27
9.3 Aansturing regelafsluiters	28
9.4 Definiëren vraagstukken	29
10 Uitwerking vraagstukken	30
10.1 Voldoet de capaciteit van de compressoren.....	30

10.2	Voldoen de meetorganen.....	31
10.3	Voldoen de regelorganen.....	32
10.4	Afzonderlijk aansturen van regelafsluiters.....	33
10.5	Voldoen de instellingen van de tabelregelaars t.b.v. AT2 en AT3.....	33
10.6	Recirculatievijzels.....	34
10.7	NH4 Pieken	35
11	Influent Analyse	36
11.1	Trendings	37
11.2	Influentdebiet VS putniveaus 1 ^e Trap	38
11.3	Influent VS Procesparameters	39
11.4	Influent VS Tabelregelaars (AT2/AT3)	40
11.5	Influent stabilisatietest	41
11.6	Verhoging NO3 tijdens influent stabilisatietest	45
12	Verbetervoostellen t.b.v. Influent stabilisatie	46
12.1	Verbetervoorstel 1	46
12.2	Verbetervoorstel 2	49
12.3	Verbetervoorstel 3	52
13	Conclusie.....	54
Bijlage 1.0	Waterketen	55
Bijlage 2.0	Afvalwaterkarakteristieken.....	56
Bijlage 3.0	P&ID overzicht	57
Bijlage 4.0	Uitleg en definities t.b.v. figuur 5	58
Symbolenlijst		59
Literatuurlijst		60

Inleiding

Op een Rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) komen diverse mechanische en biologische processen aan bod. Eén van de deelprocessen op een RWZI is het Actief Slibproces genoemd. Binnen dit proces wordt er o.a. gebruikt gemaakt van het biologisch zuiveren van afvalwater. Met dit proces is een energieverbruik van ca. 60 procent gemoeid van het totale verbruik van een complete RWZI.

1 juli 2008 is o.a. de Unie van Waterschappen, en daarmee ook WBL, toegetreden tot de Meerjarenaafspraken 3 Energie-efficiency (MJA3). De MJA3 is een sectorakkoord dat invulling geeft aan het kabinetsprogramma *“Schoon en Zuinig”* en het *“Duurzaamheidsakkoord”* van de rijksoverheid en ondernemersorganisaties. De doelstelling van de MJA3 is een energie-efficiencyverbetering van 30%, te bereiken in de periode 2005-2020 (gemiddeld 2% per jaar).

Mede door het MJA3 is dit onderzoek uitgevoerd om te kijken of er binnen het actief slibproces indien mogelijk nog meer energiewinst is te behalen door het optimaliseren van de bestaande installatie. Bekend was dat mede door variërende procesconcentraties er veel onstabielheid is binnen dit proces. Het doel was dan ook te onderzoeken waardoor deze onstabielheid werd veroorzaakt en vervolgens een oplossing aan te dragen hoe dit op te lossen.

Doordat de technologie in het actief slibproces nauw verbonden is met de techniek zullen beide aspecten dan ook worden onderzocht.

In dit rapport worden naar aanleiding van analyses, testen en bevindingen aanbevelingen gegeven t.b.v. het optimaliseren van het Actief Slibproces. Aangezien het Actief Slibproces een technisch en technologisch groot proces is zal in dit rapport in het begin hier dan ook de nodige uitleg over worden gegeven. Vervolgens zullen aanbevelingen en constatering nader worden toegelicht.

Samenvatting

Naar aanleiding van een afstudeerstage bij Waterschapsbedrijf Limburg, Unit Zuiveringsbedrijf, uitgevoerd door een HBO student Elektrotechniek aan de Hogeschool Zuyd te Heerlen is dit rapport tot stand gekomen. Dit rapport is daarom niet alleen een afstudeerscriptie, maar tevens een onderzoeksverslag.

Naar aanleiding van een voorstudie, uitgevoerd door het bedrijf Cythemadim BV op de Rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) te Roermond en energieafspraken die zijn gemaakt tussen WBL en de overheid zijn er vragen ontstaan. Eén van de vragen is, of de beluchttingsregelingen op de RWZI Roermond geoptimaliseerd kunnen worden met als doel het stabiliseren van het proces en besparen van energie. Dit optimaliseren en stabiliseren heeft betrekking op droogweer aanvoer (DWA) gedurende 75 procent per jaar.

Als eerste zijn alle meet- en regelorganen binnen het Actief slibproces gecontroleerd op functionaliteit. Dit houdt in dat er onderzocht is of de huidige organen voldoen om binnen geldende grenzen een goede Effluentkwaliteit te garanderen. Na onderzoek blijkt dat de meet- en regelorganen voldoen en op de juiste manier reageren op veranderende procesconcentraties. Vervolgens doordat proceswaarden zoals NH_4 , NO_3 en O_2 fluctueren gedurende de dag is onderzocht waaruit dit is af te leiden. Na analyse blijkt dat de huidige onstabielheid is af te leiden door het in- en uitschakelgedrag van de influentvijzels 1^e Trap. Doordat deze vijzels onafhankelijk van elkaar schakelen en verschillende capaciteiten hebben wordt het Actief Slibproces stootsgewijs belast. Deze belastingen zijn dan ook de oorzaak van de fluctuerende proceswaarden.

Door de influentvijzels 1^e trap zodanig te besturen zodat ze op een stabiele en constante manier hun debiet verpompen ontstaat een constante procesflow en vervolgens de mogelijk de beluchttingsregelingen binnen het Actief Slibproces fijn af te regelen met als doel het besparen van energie. Middels het uitvoeren van 1 van de 3 verbetervoorstellen die zijn opgenomen in dit rapport die betrekking hebben op de besturing en configuratie van het influentgemaal 1^e Trap wordt er een stabielere procesflow gerealiseerd.

Verbetervoorstel 1 heeft betrekking op het plaatsen van regelafsluiters en het softwarematig aanpassen van de besturing. Verbetervoorstel 2 heeft betrekking op het pulspauze besturen van de vijzels en is een softwarematige aanpassingen. Verbetervoorstel 3 is continu bedrijf van de vijzel van afstroomgebied Roermond.

Het gevolg van het stabiliseren van de procesflow is dat het actief slibproces niet meer stootsgewijs wordt belast. Dit houdt in dat er vanuit het proces een constantere zuurstofvraag ontstaat en dat proceswaarden bij DWA stabiel gedrag zullen vertonen. Vervolgens kunnen de beluchttingsregelingen (tabelregelaars) worden geoptimaliseerd en zal naar verwachting het energieverbruik van de HV turbo compressoren met maximaal 5 procent worden teruggedrongen hetgeen in relatie staat met een besparing van € 11.500,- per jaar.

Summary

This report is a graduation report as well as a research report as a result of an internship executed at the District Water Board Company Limburg (hereafter WBL), Unit Purification, by a student of the Zuyd University in Heerlen.

This research is a consequence of a preliminary research on the sewer purifying plant in Roermond, executed by Cythemadim BV, and the existing agreements between WBL and the Dutch government concerning energy consumption. The main objective was to save energy by stabilizing the technical process. What had to be investigated was if energy could be saved by optimizing the airing regulations at the RWZI in Roermond. This optimizing and stabilizing the process concerns the "Dry Weather Supply" (hereafter DWA), which means dry weather during 75 percent of the year.

In the first place, the measure and regulation equipment had to be checked on functionality, which means that had to be checked if the equipment actually meet with the norm to guarantee a good effluent quality. After the investigation it seemed the equipment suffice the standard.

Subsequently, it seemed that the process values like NH_4 , NO_3 and O_2 fluctuate. What had to be investigated was how to recognize these fluctuations and research was initiated to find out how such fluctuations can be recognized.

After a thorough analysis it appeared that the instability in the technical process was a result of the activation and deactivation behavior of the first Grade influent jack-screws. Because these jack-screws activate and deactivate independently of one another and each also possess different capacities, the Active Mud Process is charged by random shots, what is the direct cause of the fluctuating process values.

By adjusting the first Grade jack-screws in such a way that it will pump the flow more stabile and constantly, the entire technical and technological process will stabilize. Consequently, the possibility arises to fine-tune the airing regulations within the Active Mud Process in such a way that energy can actually be saved. By executing just one of the three improvement proposals - as described in this report - a more stable process flow will be realized.

Improvement proposal one is installing regulations valves in the receive wells. The second Improvement proposal is pulls brake controlling and the third proposal concerns the continuous operation of the jack-screws.

The consequence of this is, that within the Active Mud Process, five percent of the energy consumption from the HV Turbo Compressors can be reduced. This will result in savings of approximately € 11.500,- a year.

1.0 Onderzoeksdoelstellingen.

Binnen Nederland wordt al het afvalwater dat belandt in ons rioolstelsel geleid naar communale rioolwaterzuiveringsinstallaties. Op deze rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) wordt op mechanisch/ biologische wijze de meeste afvalstoffen verwijderd uit ons afvalwater.

Een onderdeel van het zuiveringsproces op een RWZI is microbiologisch zuiveren m.b.v. actief slib in een Aëratietank. Het afvalwater wordt door deze tank geleid met als doel stikstof en zuurstofbindende stoffen af te breken. De naam zuurstofbindende stoffen is een andere naam voor organische stoffen; de naam zuurstofbindende stoffen wordt gebruikt om aan te geven dat bij de microbiologische afbraak van organische stoffen zuurstof nodig is. Deze zuurstof wordt onttrokken aan het water waarin zich de organische stof bevindt. BZV (biologisch zuurstofverbruik) en CZV (chemisch zuurstofverbruik) worden gebruikt als maat voor de organische stof, uitgedrukt als zuurstofverbruik.

Het toevoegen van zuurstof gebeurt middels een bellenbeluchtingssysteem in een Aëratietank wat wordt aangestuurd middels meetwaarden van zuurstof, ammonium en nitraatsensoren in deze tank. Binnen deze regelkring bevinden zich sensoren, motoren, compressoren, softstarters, regelkleppen enz.

Dit regelproces neemt circa 60% van het totale energieverbruik van een rioolwaterzuiveringsinstallatie in beslag.

Het doel is te onderzoeken of er binnen deze regelkring oplossingen, verbeteringen en aanpassing te vinden zijn die een positief effect hebben op dit energieverbruik met behulp van de bestaande elektrotechnische installatie.

Jaarlijks dient het totale energieverbruik op een RWZI te worden verminderd met 2%.

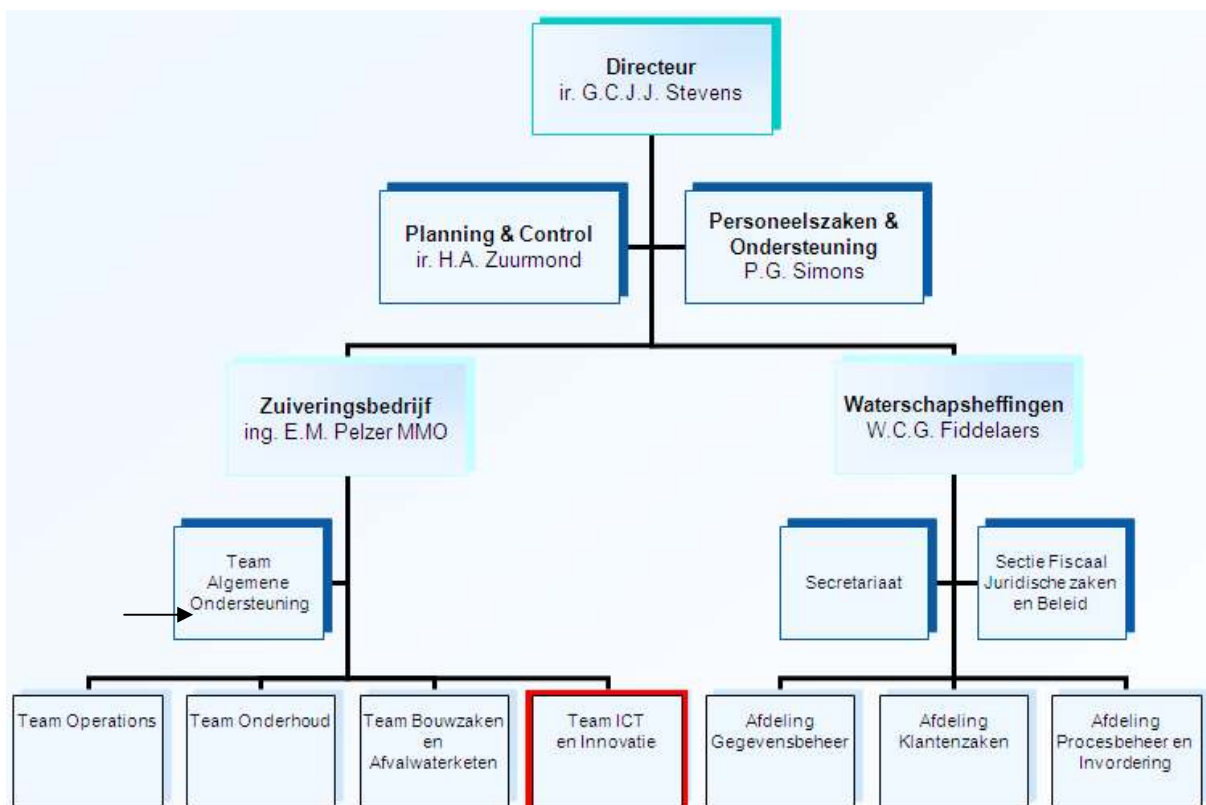
Onderdelen die aan bod komen binnen het onderzoek zijn:

- Constructie bellenbeluchtingssysteem;
- Type motoren/ compressoren/ sensoren;
- Besturing/ Programmatuur;
- Bestaande regeling/instellingen optimaliseren;
- Proceseigenschappen/ karakteristieken;
- Meetgegevens analyseren;
- Testen/ meten/ kalibreren;
- Interviews technici/ technologen;
- Bestaande gegevens onderzoeken;
- Gegevensverwerking en documentatie binnen WBL;
- Organisatie.

2.0 Bedrijfsinformatie

Het Waterschapsbedrijf Limburg (WBL) is de Gemeenschappelijke Uitvoeringsorganisatie van de Waterschappen Peel en Maasvallei en Roer en Overmaas. De belangrijkste werkzaamheden van het WBL zijn het zuiveren van afvalwater en het heffen en invorderen van waterschapsheffingen. Het bedrijf kent daartoe 4 (staf)units.

De unit Zuiveringsbedrijf (ZVB) behartigt de zorg voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. Dit gebeurt middels het Limburgse huishoudelijk en industrieel afvalwater te transporteren naar een van onze 18 rioolwaterzuiveringsinstallaties. Hier wordt het gezuiverd, waarna het wordt geloosd op oppervlaktewater. In de unit werken 120 medewerkers, waarvan het grootste deel op de rwzi's.



Figuur 1: Organogram WBL

De plek waar ik werkzaam ben is op het hoofdkantoor in Roermond binnen de uitvoeringstaak unit Zuiveringsbedrijf op de afdeling ICT en Innovatie.

Het betreft een moderne en multidisciplinaire afdeling waar ik de beschikking heb over een eigen werkplek met eigen pc systeem waarmee ik toegang heb tot alle belangrijke programmatuur en data.

Het opleidingsniveau van de mensen die op de afdeling werkzaam zijn is hoofdzakelijk HBO en enkele academici.

3.0 Watersysteem- en waterketenbenadering.

Voordat we aan de slag gaan met het zuiveren van afvalwater is het belangrijk vooraf te weten waar het te zuiveren water vandaan komt. Ook is het belangrijk inzicht te krijgen in het watersysteem en de waterketenbenadering.

Het watersysteem is het in een bepaald gebied aanwezige samenhangengeheel van grond- en oppervlaktewater, inclusief oevers, waterbodems en bijhorende natuur. Een aanzienlijk deel van Nederland behoort tot het stroomgebied van de Rijn en Maas.

Binnen deze watersystemen kunnen vele kleine systemen worden onderscheiden. De grenzen van een waterschap volgen vaak de grenzen van een dergelijk kleiner watersysteem. De watersysteembenadering legt nadruk op de samenhang binnen het systeem (grondwater,oppervlaktewater,oevers etc.) De beheerder van het watersysteem moet door het voeren van een goede waterhuishouding overal en altijd zorgen voor de juiste hoeveelheid water van een goede kwaliteit In het huidige integraal waterbeheer wordt het beheer van kwaliteit en kwantiteit als een geheel beschouwd.

Een **waterketen** is een samenhangend geheel van gebruik van water. De keten bestaat uit onttrekking van water aan het watersysteem, eventueel geschikt maken voor het gebruik transport naar gebruiker, gebruik van water, inzameling en transport van afvalwater en het zuiveren gevolg door lozen van het water. Er bestaan verschillende ketens, zoals de huishoudelijke keten en industriële ketens. Voor WBL is de huishoudelijke keten van belang. Middels een grafische weergave (*figuur 3.0*) wordt dit in bijlage 1.0 verder verduidelijkt.

4.0 Afvalwaterkarakteristieken.

Om de kwaliteit van het afvalwater te kunnen bepalen dienen metingen te worden uitgevoerd. Dit geldt ook om reacties en processen te kunnen begrijpen en te sturen binnen het afvalwaterzuiveringsproces. Afvalwater kan worden gekarakteriseerd door de hoeveelheid en metingen van de volgende groepen stoffen.

- Zuurgraad (pH);
- Alkaliteit;
- Bezinking
- Organische stoffen (BZV) en (CZV);
- Stikstofverbindingen;
- Fosfaatverbindingen;
- Zware metalen, pesticiden en andere specifieke organische verbindingen.

Voor verder uitleg en informatie m.b.t. de stoffen die afvalwater karakteriseren zie bijlage 2.0.

5.0 Procesoverzicht

In bijlage 3.0 is middels een **algemeen P&ID** overzicht het procesverloop te zien van de RWZI Roermond. We zien hier linksboven het influent. Middels het gemeentelijke rioolstelsel wordt het water naar de RWZI geleid afkomstig uit diverse aftstroomgebieden. Rechtsonder is de effluentkelder te zien waarna vervolgens het gezuiverde water weer geloosd wordt op het nabije oppervlaktewater. Tusseliggend zien we de volgende fasen die het afvalwater doorloopt om uiteindelijk in de effluentkelder terecht te komen.

- Influent;
- Influentvijzels 1^e trap;
- Vuilverwijdering (*roostergoed verwijdering middels harkrooster*);
- Influentvijzels 2^e trap;
- Voorbezinking;
- Actief Slibproces;
- Nabezinking;
- Effluent.

Vijzels 1^e en 2^e trap

Middels transportvijzels wordt het afvalwater naar een bepaalde hoogte gebracht. Dit opvijzelen wordt in twee stadia gedaan (1^e trap en 2^e trap). Het doel van het op hoogte brengen van het afvalwater is dat het vervolgens onder vrij verval door de RWZI kan stromen.

Vuilverwijdering

In dit stadium wordt na het opvijzelen (1^e trap) het grof en vast vuil verwijderd. Dit bestaat vooral uit papier, plastic, hout enz.

Voorbezinking

De voorbezinking is de laatste trap in de mechanische voorzuivering van rioolwater en dient om zoveel mogelijk bezinkbare (organische) stof af te scheiden. Gemiddeld wordt bij de voorbezinking zo'n 60 a 70% van de onopgeloste bestanddelen verwijderd.

Het Actief Slibproces en de nabezinking wordt in de volgende paragrafen verder toegelicht.

5.2 Actief Slibproces

Om de regelkring die onderzocht dient te worden goed te kunnen begrijpen is het van essentieel belang inzichtelijk te maken wat er nu exact in het actief slibproces gebeurt. Dit is vooral belangrijk om inzicht te verkrijgen in proceswaarden en parameters die weer allemaal van groot belang zijn binnen de regelkring.

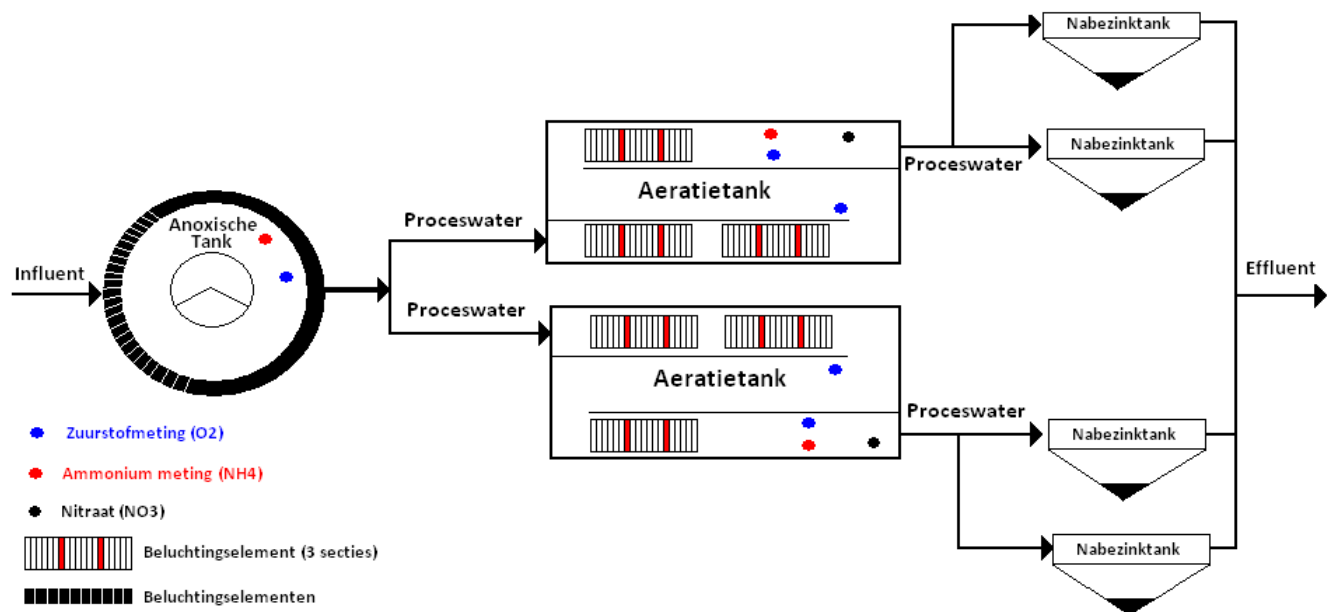
De verwijdering van zuurstofbinde stoffen, stikstof en fosfaat.

De naam zuurstofbinde stoffen is een andere naam voor organische stoffen; de naam zuurstofbinde stoffen wordt gebruikt om aan te geven dat bij de microbiologische afbraak van organische stoffen zuurstof nodig is; deze zuurstof wordt onttrokken aan het afvalwater waarin zich organische stof bevindt. BZV (biologisch zuurstofverbruik) en CZV (chemisch zuurstofverbruik) worden gebruikt als maat voor de hoeveelheid organische stof uitgedrukt als zuurstofverbruik.

Voor de afvalwaterzuivering betekent dit praktisch dat (opgeloste) organische verontreiniging (CZV), die zich in een grote hoeveelheid water bevindt, omgezet wordt in bacteriemateriaal (droge stof), dat zich na afscheiding uit het water vanwege de veel geringe hoeveelheid beter en goedkoper laat verwerken.

Tegenwoordig moeten op een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) naast zuurstofbinde stoffen ook stikstof en fosfaat verwijderd worden. Stikstof wordt met biologische methoden verwijderd, fosfaat kan zowel biologisch als chemisch of met een combinatie biologisch/chemisch verwijderd worden.

Overzicht meetorganen RWZI Roermond



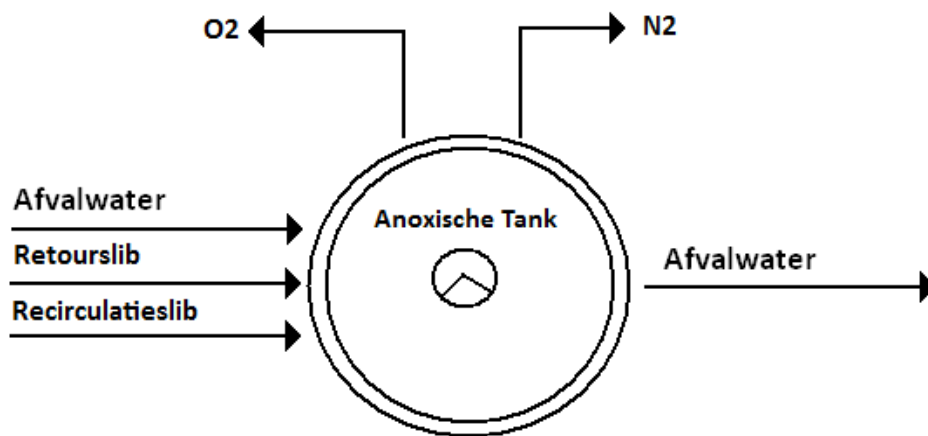
Figuur 5.2: Procesoverzicht

5.3 Anoxische Tank

In de Anoxische Tank (AT1) wordt afvalwater afkomstig uit de voorbezinking gemengd met retourslib dat afkomstig is uit de nabezinktanks. Ook wordt er actief slib afkomstig uit de Aëratietanks middels recirculatievijzels terug gepompt de Anoxische Tank in.

In de Anoxische reactor wordt onder zuurstofarme omstandigheden nitraten (NO_3) toegevoegd middels de recirculatievijzels. Vervolgens wordt in de reactor stikstof verwijderd door de bacteriën die toegevoegd zijn middels het afvalwater uit de voorbezinking die nitraten (NO_3) omzetten in stikstofgas en zuurstof.

Na deze reactie stroomt het afvalwater middels de buitenring naar de Aëratietanks. In deze buitenring bevinden zich beluchtingspanelen die afvalwater vervolgens al voorzien van zuurstof t.b.v. het Nitrificatie proces.



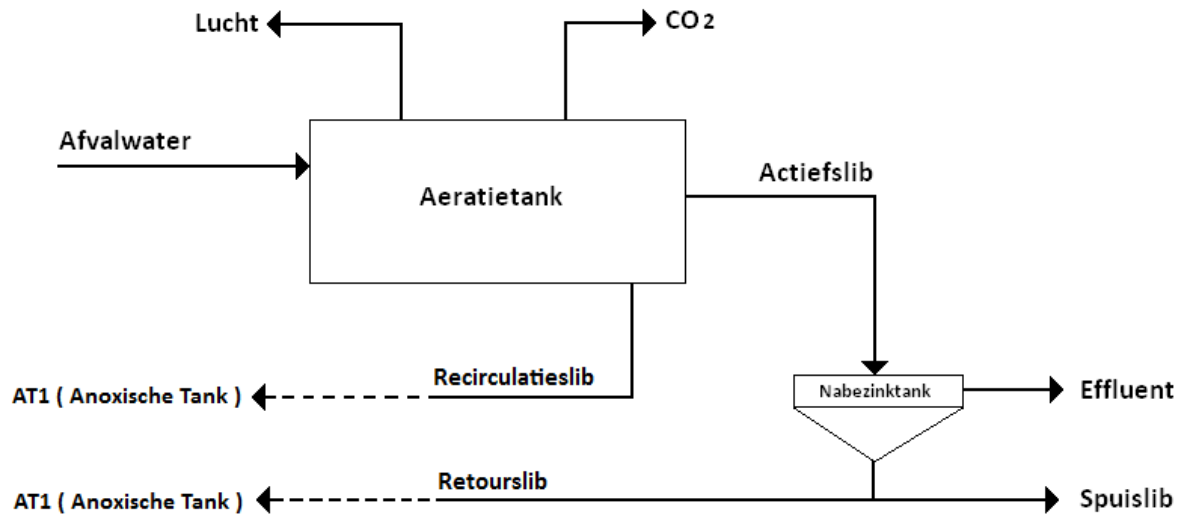
Figuur 5.3: Processchema Anoxische Tank



Afbeelding 5.2: Anoxische Tank

5.4 Aëratietank

Kenmerkend voor alle vormen van het actief slibproces is dat gebruik gemaakt wordt van gesuspendeerd bacteriemateriaal dat in een kringloop steeds opnieuw gebruikt wordt. Onderstaand is dit middels een processchema dit verloop weergegeven.



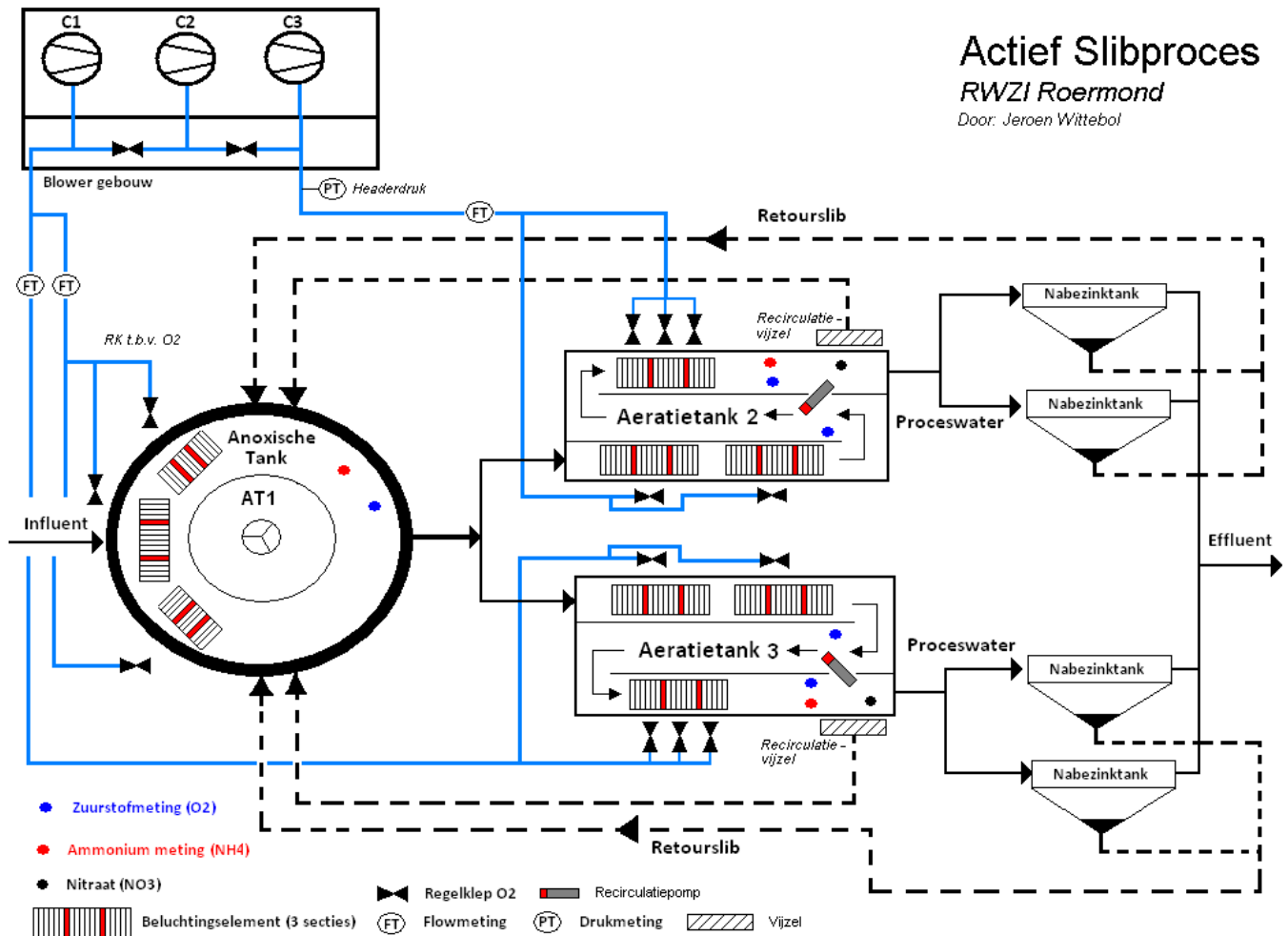
Figuur 5.4: Processchema Aëratietank



Afbeelding 5.1: Aëratietank (actief slibtank)

5.5 Totaaloverzicht

In onderstaande afbeelding wordt duidelijk gemaakt welke relatie alle procesonderdelen en meet/regelorganen met elkaar hebben.



Figuur 5.5: Totaaloverzicht

Het blauwe leidingwerk vertegenwoordigt het transportpakket van de O₂ richting de Anoxische Tank en Aëratietank 2 en 3. Middels de FT's is het mogelijk het toegevoerde luchtdebiet te meten en de PT zorgt voor een drukindicatie in de gezamenlijke header. Vervolgens zien we de regelafsluiters die bepalen hoeveel lucht er wordt toegevoegd naar de beluchtingselementen.

In het actief slibproces zijn dus drie verschillende tanks opgenomen. De Anoxische Tank (AT1), Aëratietank 2 en 3. Doordat in deze tanks middels de toevoeging van zuurstof het zuurstofgehalte in het proces wordt

geregeld zijn hier O₂ metingen geplaatst. Ook worden de stoffen NO₃ (ammonium) en NH₄ (nitraat) gemeten. Per Aëratietank zijn er 2 zuurstofmetingen opgenomen. Voor de Anoxische tank geldt dat er 1 zuurstofmeting is geplaatst.

Dit houdt dus in dat er binnen het proces op 2 punten er een zuurstofwaarde bekend is. De zuurstofmeting (ZM02) die is geplaatst in het laatste deel van de Aëratietank wordt gebruikt in de besturingsregelingen t.b.v. de O₂ regelafsluiters. Dit mede omdat men aan het einde van de AT wil weten wat de zuurstofinbreng is. De andere O₂ meting dient als proceswaarde indicator.

De nabezinktanks worden verder buiten beschouwing gelaten aangezien deze verder geen meet of regelorganen bevatten die van invloed zijn op het Actief slibproces.



Foto 5.6: Nabezinktank

6.0 Processturing

Binnen het actief slibproces zijn een aantal belangrijke metingen opgenomen. Deze metingen koppelen desbetreffende proceswaarde terug naar de AT regelkring. Processen als nitrificatie en denitrificatie vinden plaats in het actief slibproces. Om deze processen te kunnen sturen zijn onderstaande metingen van belang.

Meetorganen.

- *Ammoniummeting (NH_4)*
Geplaatst in de Anoxische, AT2 en AT3. Meting is in onderhoud van een extern bedrijf en opgenomen in de primair regeling.
- *Nitraatmeting (NO_3)*
Geplaatst in Anoxische, AT2 en AT3. Meting is in onderhoud van extern bedrijf en opgenomen in de secundaire regeling.
- *Zuurstofmeting (O_2)*
Geplaatst in de Anoxische, AT2 en AT3. Meting is in eigen onderhoud en opgenomen in de tertiaire regeling.

In een propstroomsysteem (aëratietanks op de RWZI te Roermond) is het zuurstofgehalte in het begin laag en aan het eind hoog. Dit komt doordat in het begin de substraatconcentratie hoog is waardoor het zuurstofverbruik ook hoog is. Naarmate de substraatconcentratie afneemt is het gevolg dat het zuurstofgehalte weer toeneemt. De zuurstofmetingen zijn dan ook van essentieel belang.



Afbeelding 6.0: Transmitter O_2 meting



Afbeelding 6.1: Transmitter NO_3 en NH_4 meting



Afbeelding 6.2: Monsternamen t.b.v. NO_3 en NH_4

- *Debiet/flow meting (O2 debiet)*

De debietmetingen binnen het actiefslibproces zijn van essentieel belang om te monitoren hoeveel lucht er wordt gedoseerd in de Aëratietanks. Ook zijn de debietmetingen opgenomen in de tabelregelaars en koppelen hun gemeten waarde binnen een ingestelde tijd terug aan deze regelkring.

- *Drukmeting (t.b.v. headerdruk)*

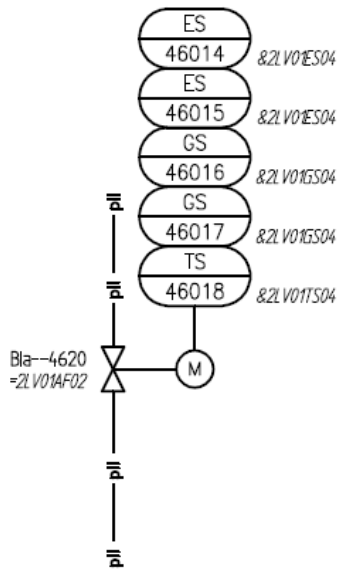
De 3 luchtcompressoren binnen het actief slibproces sturen op druk. Deze compressoren hebben een eigen regeling en schakelen allemaal op de headerdruk in gezamenlijke persleiding.



Afbeelding 6.3 :Flowmeting.

6.1 Regelorganen.

In het actiefslibproces zijn een aantal regelorganen opgenomen. Deze regelorganen hebben als functie het actiefslibproces zo nauwkeurig mogelijk te sturen. De regelorganen die voor dit proces van belang zijn reguleren de zuurstof toevoer in de Aëratietanks en de Anoxische tank. Dit wordt gerealiseerd door de toepassing van op afstand bedienbare regelafsluiters van het fabricaat Auma. Deze regelafsluiters zijn voorzien van grensschakelaars en eindschakelaars en een standmelding. Ze worden gestuurd en uitgelezen middels een besturingsunit die communiceert middels 0/4..20mA signalen en diverse schakelcontacten.



Afbeelding 6.4: Auma Regelafsluiter

De afsluiters bestaan uit een mechanische klepunit en een besturingsunit. De besturingsunit zet de huidige klepstand om in een gestandaardiseerd 4 tot 20mA signaal en koppelt deze waarde vervolgens aan een analoge ingang op de PLC.

7.0 Compressoren

De componenten die dienen voor de O₂ toevoer t.b.v. de aëratietanks zijn compressoren van het fabricaat HV Turbo. Deze compressoren zuigen buitenlucht aan, zuiveren en comprimeren deze om als laatste de lucht middels een persleiding te transporteren naar een gemeenschappelijke header. Vanuit deze header vertrekt vervolgens leidingwerk richting de desbetreffende Aëratietanks. Het opstarten van de compressoren wordt gedaan m.b.v. softstarters. De onderhoudswerkzaamheden en mogelijke wijzigingen m.b.t. de aansturing en regeling worden uitgevoerd door een extern bedrijf. Hierdoor is het lastig zelf wijzigingen door te voeren m.b.t. deze compressoren.



Afbeelding 7.0: HV Turbo Compressoren

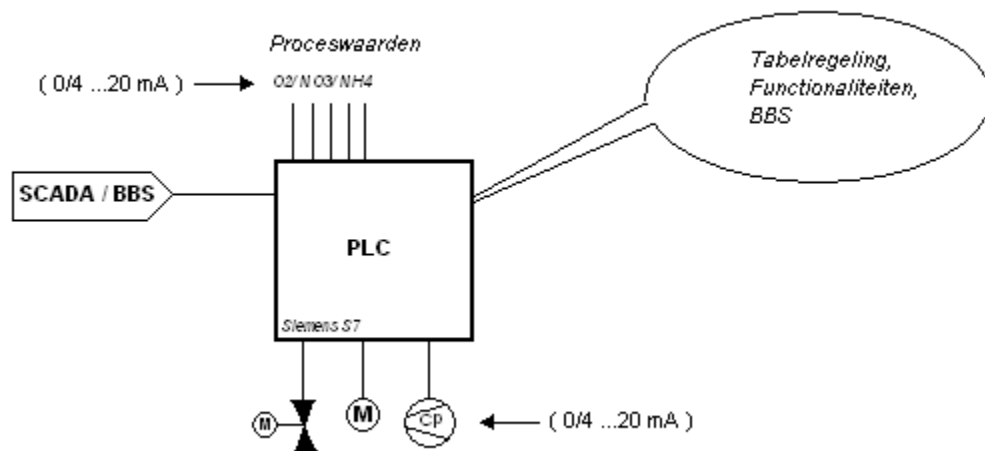
De compressoren worden aangestuurd middels een eigen regeling. De input parameter die zorgt voor het in en uitschakelen van de desbetreffende compressoren is de headerdruk. Op het moment dat de druk lager wordt zal een compressor inschakelen om deze druk op een ingestelde waarde te houden.

Deze regeling is een *Stand-alone* regeling en staat los van alle andere regelingen. Ongeacht wat de zuurstofvraag is vanuit de Aëratietanks zullen de compressoren ervoor zorgen dat de headerdruk op ongeveer 50 kPa (0,5 Bar) wordt gehouden.

8.0 Besturing Siemens S7

Om ervoor te zorgen dat alle meet- en regelorganen op een RWZI op de juiste wijze met elkaar communiceren, bestuurd, uitgelezen en bedient worden gebruikt men Siemens S7 PLC's. Middels programmeerbare logica die geprogrammeerd is middels Siemens S7 software worden alle meet- en regelorganen indirect aan elkaar gekoppeld.

Op een RWZI beschikken de procesoperators over een Control room. Vanuit deze bedieningsruimte is het mogelijk de complete RWZI te monitoren en te bedienen. Middels een BBS systeem dat is opgenomen in het Scada bedienen en monitoren de operators de RWZI.



Figuur 8.0: Siemens S7 PLC

Trending

Een belangrijke Tool die wordt gebruikt in het Scada pakket is de trendtool. Middels deze tool is het mogelijk signalen te trenden. De signalen die getrend worden zijn procesvariabelen, temperaturen, drukken, klepstanden enz. Deze signalen kunnen realtime en historisch worden getrend. Op deze wijze kan men snel en duidelijk zien hoe het signaal dat getrend wordt zich gedraagt. Dit geeft vervolgens een grote hoeveelheid informatie over functionaliteiten, storingen, relaties t.a.v. ander trendings enz.

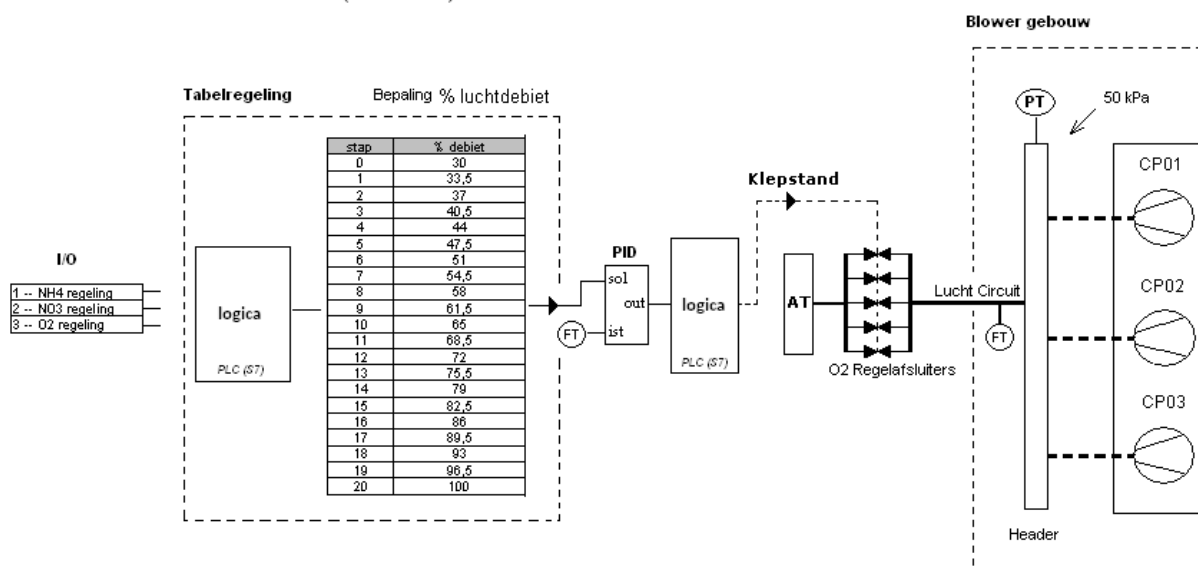
9.0 Regelingen AT2 en AT3

Binnen het actief slibproces zijn een aantal regelingen opgenomen. Deze regelingen zijn aan elkaar gekoppeld en hebben dus invloed op elkaar. De Tabelregeling zorgt ervoor dat de O₂ vraag uit het proces wordt omgezet naar een procentueel luchtdebietssignaal. Vervolgens wordt het procentueel luchtdebietssignaal doorgestuurd naar de regeling die de O₂ regelafsluiters aangestuurd. Het opensturen van deze regelafsluiters zorgt voor een drukval in de header. Deze drukval wordt gemeten en stuurt vervolgens weer de regeling omtrent de compressoren aan die zorgen voor de uiteindelijke O₂ voorziening.

RWZI Roermond

Besturing regelafsluiters

t.b.v. Aëratietanks (AT2/AT3)



Figuur 9.0: Overzicht regelkring.

Tabelregelaar

De input parameters voor de tabelregeling zijn proceswaarden uit de Aëratietanks. Dit zijn O₂, NH₄ en NO₃ waarden. In de tabelregelaar bevinden zich 3 regelingen.

- Primair NH₄ regeling;
- Secundair NO₃ regeling;
- Tertiair O₂ regeling;

Eén van deze regelingen is altijd actief en zorgt dan ook voor de toevoeging van zuurstof in de Aëratietank. Aan de hand van ingestelde setpoints wordt één regeling geactiveerd en de voorgaande uitgeschakeld. Deze setpoints en ook sampletijden zijn allen instelbaar en worden bepaald door procestechnologen.

Vervolgens is er binnen de tabelregelaar naast bovenstaande regelingen ook een voorwaartse koppeling ingebouwd. Deze voorwaartse koppeling wordt geactiveerd en blokkeert alle regelingen op het moment dat er veel aanvoer van proceswater is op de RWZI. Deze situatie doet zich voor op het moment dat het regent en wordt dan ook wel RWA-aanvoer (regenwateraanvoer) genoemd.

Tabellen

Het procentueel luchtdebiet wordt vervolgens bepaald door vooraf ingestelde waarden in tabellen. De functie van deze tabellen zijn: gemeten procesconcentraties vergelijken met gewenste concentraties die ingesteld zijn in de tabelregelaars.

Onderstaand de huidige tabelinstellingen:

O2 regeltabel

O2 concentratieverandering mg/l per sampletijd									
	>0,6	<=0,6	<=0,4	<=0,2	<=±0,1	<=0,2	<=0,4	<=0,6	>0,6
O2 stap grootte	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1

Annuleren Toepassen Sluiten

NO3 regeltabel

NO3 concentratieverandering mg/l per sampletijd									
	>0,6	<=0,6	<=0,4	<=0,2	<=±0,1	<=0,2	<=0,4	<=0,6	>0,6
NO3 concentratie mg/l	0-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	1-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	2-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	3-4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	4-5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	5-6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	6-7	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
	7-8	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
	8-9	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	9-10	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2
	>10	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3

Annuleren Toepassen Sluiten

NH4 regeltabel

NH4 concentratieverandering mg/l per sampletijd									
	>0,6	<=0,6	<=0,4	<=0,2	<=±0,1	<=0,2	<=0,4	<=0,6	>0,6
NH4 concentratie mg/l	0-1	1	1	1	1	1	0	-1	-1
	1-2	1	1	1	1	1	0	-1	-1
	2-3	1	1	1	1	1	0	-1	-1
	3-4	1	1	1	1	1	0	-1	-1
	4-5	3	3	2	1	1	0	-1	-1
	5-6	3	3	2	1	1	0	-1	-1
	6-7	3	3	2	1	1	0	-1	-1
	7-8	3	3	2	2	1	0	-1	-1
	8-9	3	3	3	3	1	0	-1	-1
	9-10	3	3	3	3	2	0	-1	-1
	>10	3	3	3	3	2	0	-1	-1

Annuleren Toepassen Sluiten

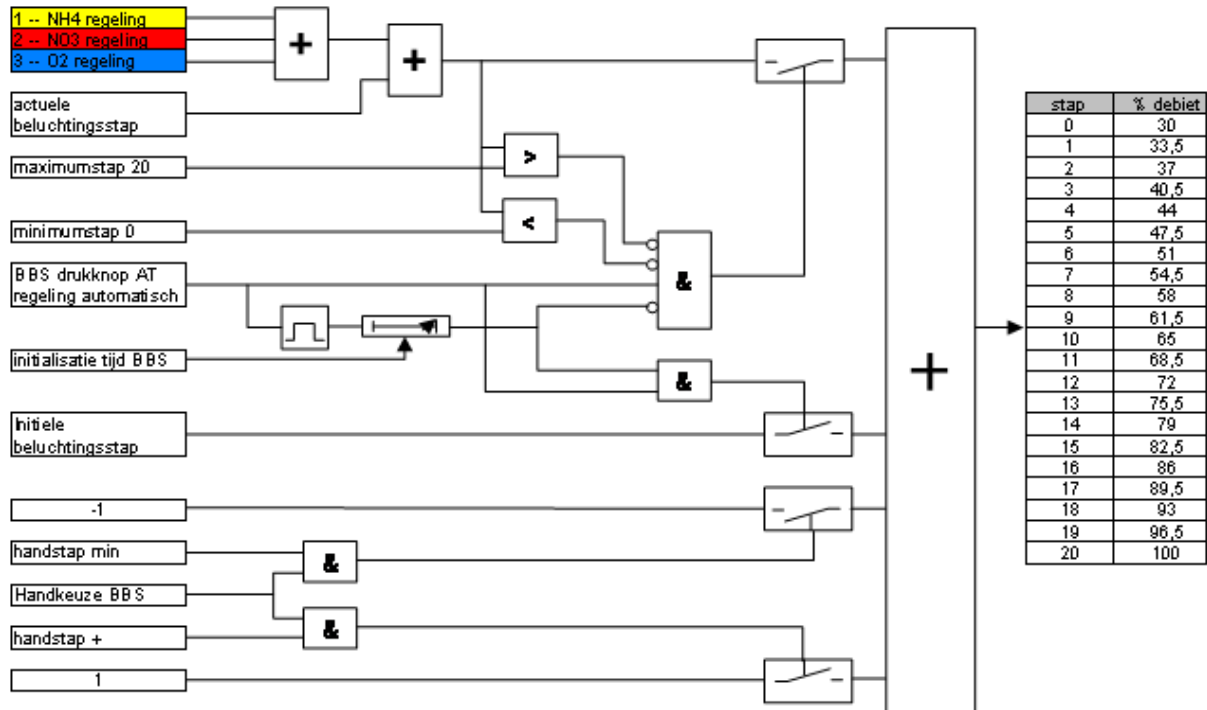
Staptabel: (Procentueel luchtdebiet)

Stap	Debiet %
0	10,0
1	14,5
2	19,0
3	23,5
4	28,0
5	32,5
6	37,0
7	41,5
8	46,0
9	50,5
10	55,0
11	59,5
12	64,0
13	68,5
14	73,0
15	77,5
16	82,0
17	86,5
18	91,0
19	95,5
20	100,0

Vervolgens indien er een bepaalde afwijking (concentratieverandering) gemeten wordt, zal er een andere tabelstap gekozen worden. Het gevolg hiervan is dat het beluchtingspercentage t.b.v. de Aëratietanks ook wijzigt.

9.1 Stapbepaling Aëratietank.

In onderstaand figuur 9.1 is te zien hoe de stapbepaling is opgebouwd. Er is een handbediening ingebouwd en men kan indien dat gewenst is terug gaan naar een initialisatie. Deze initialisatieknop is nodig om over te schakelen van handmatige bedrijfsvoering naar automatische bedrijfsvoering. Ook zien we hoe de afzonderlijke regelingen ($NH_4/NO_3/O_2$) gekoppeld zijn aan de stapbepaling.



Figuur 9.1: Tabelregelaar

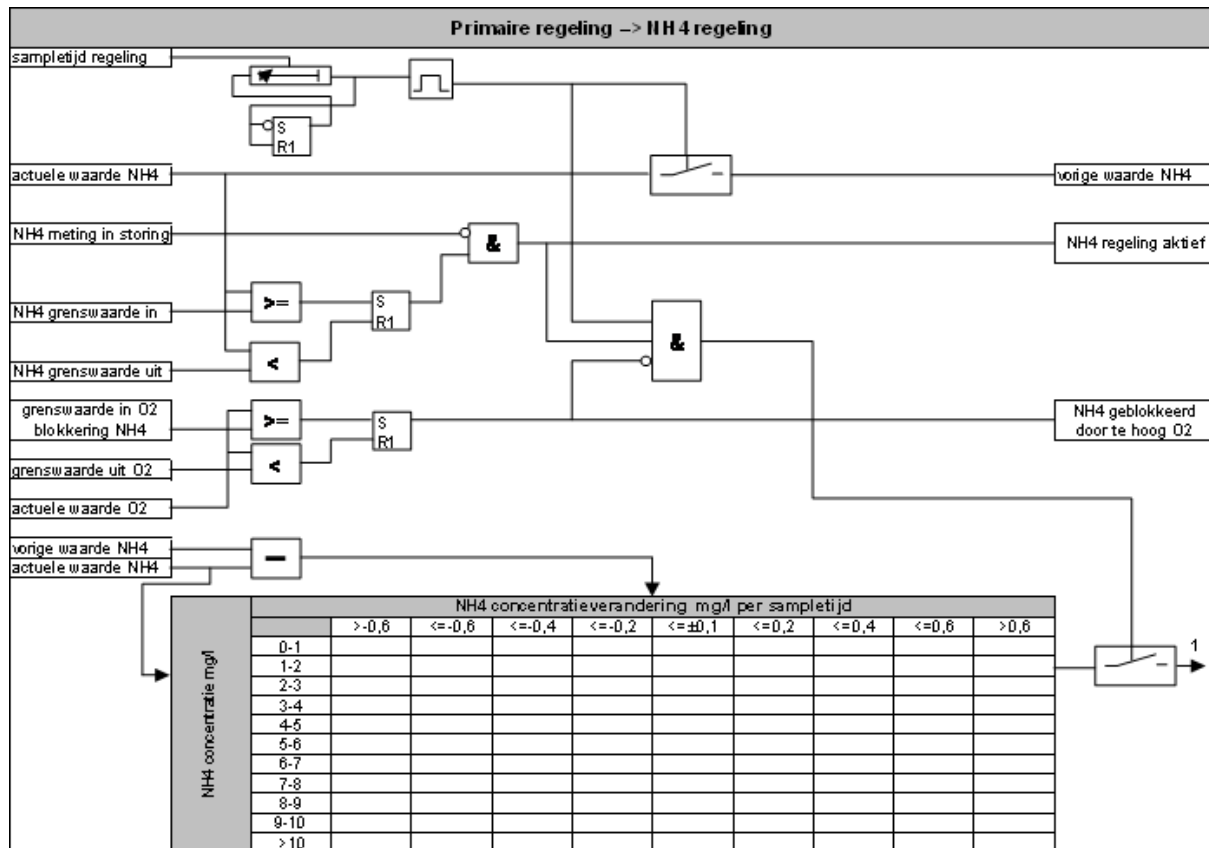
De beluchtingsstappen in bovenstaand figuur liggen vast geprogrammeerd in de PLC en kunnen niet op het BBS systeem worden ingesteld. Het merendeel van de tijd (bij DWA ca.75% per jaar) dient de zuurstof regeling actief te zijn en wordt het beluchtingsdebiet bepaald aan de hand van de gemeten zuurstof concentraties. Echter is in huidige toestand de NH_4 regeling dominant doordat gedurende de dag bij *dwa* structureel NH_4 pieken plaatsvinden.

De overige regelingen die sturen op NO_3 (nitraat) en NH_4 (ammonium) zijn qua functionaliteit hetzelfde als de O_2 (zuurstof) regeling. Primair is gekozen voor NH_4 , secundair voor NO_3 en tertiair voor O_2 . Dit is gedaan omdat te hoge NH_4 concentraties die verwijderd dienen te worden voorgang hebben op NO_3 en O_2 sturing. Op deze manier zijn prioriteiten gegeven aan regelingen om een zo efficiënt en veilig mogelijk proces te realiseren met als doel een goede Effluent kwaliteit te kunnen behalen.

9.2 Primaire regeling (Ammoniumsturing)

Doordat het beluchtingsproces het merendeel van de tijd aangestuurd wordt door de Ammoniummetingen nemen we deze regeling als voorbeeld om de functionaliteit weer te geven. In onderstaand figuur 9.2 is de werking weergegeven van de NH₄ regeling die middels stappenregeling het procentueel luchtdebiet bepaald t.b.v. de Aëratietanks.

Aan de onderkant van figuur 9.2 is de staptabel weergegeven waarin wordt ingesteld bij welke concentratieverandering in de vorm van milligram ammonium per liter er naar welke stap dient te worden gegaan.



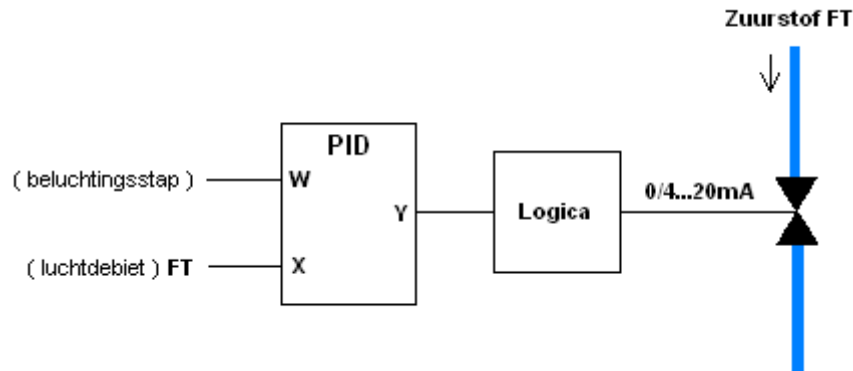
Figuur 9.2: NH₄ regeling

Voor de overige regelingen O₂ en NO₃ is de functionaliteit hetzelfde, alleen zijn de betreffende tabellen die bepaalde stapverandering vertegenwoordigen anders ingesteld.

9.3 Aansturing regelafsluiters

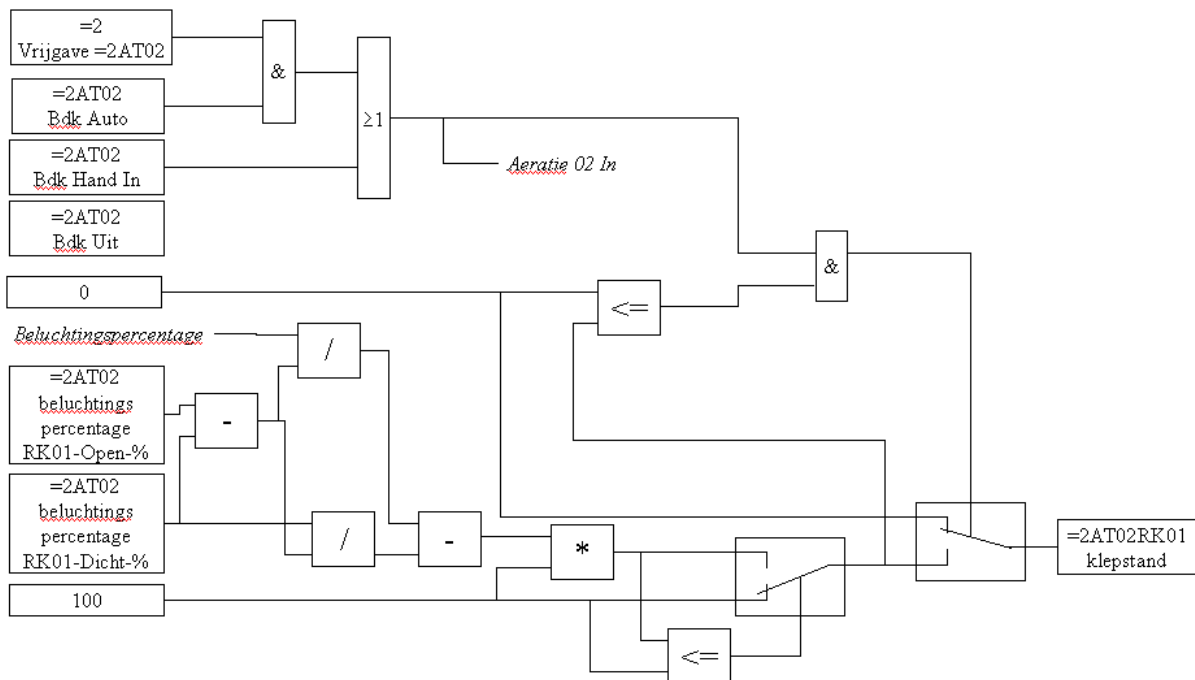
Uiteindelijk wordt het beluchtingspercentage dat afkomstig is uit de tabelregeling vertaald naar een klepstand. Deze klepstandwaarde zal aan de hand van een ingestelde sampletijd (in bijv. de O2 regeling) aangeboden worden aan een PID regelaar die op zijn beurt de klep naar een gewenste stand stuurt.

In onderstaand figuur 9.3 is de uiteindelijke besturing te zien hoe de regelafsluiter bestuurd wordt. De PID regelaar krijgt zijn setpoint (Solwert) van de tabelregelaar en de terugkoppeling uit het proces (Istwert) is afkomstig van de luchtdebietmeting(FT).



Figuur 9.3: Aansturing regelafsluiters

Onderstaand in figuur 9.3.1 de laatste logica en vertaalslag m.b.t. het aansturen van de regelafsluiters. Deze logica is gebouwd in het logicablok van bovenstaand figuur 9.3. Hiermee is het mogelijk middels het BBS de afsluiters op hand of automatisch te bedienen. Ook kunnen maximale en minimale klepstanden worden ingesteld via het BBS om bepaalde procesconfiguraties te realiseren.



Figuur 9.3.1: Logica configuratie t.b.v. klepaansturing.

9.4 Definiëren vraagstukken.

Na het in kaart brengen en analyseren van de regelkring en diverse interviews te hebben gehouden zijn een aantal vraagstukken tot stand gekomen. De antwoorden en uitslagen m.b.t. deze vraagstukken zijn van essentieel belang om uiteindelijk een goed advies te definiëren. Aan de hand van deze uitslag kan bepaald worden bepaald of de bestaande installatie geoptimaliseerd kan worden of dat het mogelijk efficiënter is nieuwe systemen te plaatsen.

Technisch

- Voldoet de capaciteit van de compressoren?
- Wanneer komt welke compressor bij?
- Hoe reageren processen, regelingen en systemen op het moment dat er een constante toevoer van rioolwater zou plaatsvinden op de RWZI?
- Wat is de invloed van de headerdruk t.a.v. de compressoren?
- Zijn de regelafsluiters t.b.v. de O₂ dosering snel genoeg?
- Voldoen de huidige PID instellingen t.a.v. de aansturing van de Auma regelafsluiters?
- Wat is de relatie onderling m.b.t. de luchtdebieten?

Technologisch

- Vind er overdosering (overschoot) van O₂ plaatst?
- In de ochtend en avond vinden structureel NH₄ pieken plaats. Wat zijn hier mogelijkheden, kan men vooraf hierop al reageren?
- Wat is de huidige Beluchtingmethodiek?
- Technologisch: Wat zijn de voor/nadelen van recirculatie op het moment dat er 100% belucht wordt en vol belucht slib weer terug de AT's in wordt gepompt?

Werkzaamheden

- Maak een testplan en onderzoek en analyseer de testgegevens.
- Maak een aanbeveling die betrekking heeft op mogelijke alternatieven.

10.0 Uitwerking vraagstukken.

Middels het uitvoeren van testen, voeren van interviews en het analyseren van meetdata die betrekking heeft op het betreffende vraagstuk worden de ontstane vraagstukken toegelicht.

10.1 Voldoet de capaciteit van de compressoren.

Het Actief Slibproces heeft afhankelijk van het influent debiet, NH_4 , NO_3 en O_2 waarden een bepaalde zuurstofinbreng nodig. Deze benodigde zuurstof wordt geleverd door 3 compressoren die geplaatst zijn in het Blower gebouw op de RWZI.

Door betreffende trendings te analyseren is de vraag ontstaan of er wel voldoende capaciteit op de RWZI aanwezig is om te voldoen aan de zuurstofvraag uit het proces. Het antwoord op deze vraag is van groot belang aangezien alle regelingen m.b.t. het actief slibproces invloed uitoefenen op de aansturing van de compressoren.

Maximale debiet.

Het maximale luchtdebiet dat voorhanden is kan afgeleid worden op de momenten dat alle regelafsluiters van alle AT's maximaal worden opengestuurd (RWA). Uit de trendanalyses (zie bijlage) blijkt het volgende debiet:

Totaal 17010 m³/u

(Dit debiet is gemeten over langere periode waarbij alle regelafsluiters van alle AT's max. werden open gestuurd)

Theoretisch maximaal.

HV Turbo:

Max. inlaatdebiet 8160 m³/u zonder belasting of leidingwerk per compressor.

Totaal: 24480 m³/u (theoretisch)

Conclusie.

Hieruit blijkt dat er een verschil ontstaat van $24480 - 17010 = 7470$ m³/u. Dit verschil ontstaat door leidingweerstand en afstanden die overbrugt dienen te worden, hier is in het ontwerp rekening mee gehouden.

Uit meetdata m.b.t. de debietmeters t.b.v. AT1, AT2 en AT3 blijkt dat op het moment dat alle afsluiters maximaal worden opgestuurd er maximaal 17010 m³/u voorhanden is. Dit is dus bij maximale beluchting van alle AT's bij DWA. Doordat de uitslagen m.b.t. de 24-uurs effluent monsters goed zijn concluderen we dat technologisch gezien bij max. beluchting betreffende afvalstoffen voldoende worden afgebroken.

Bij DWA regelen de O_2 afsluiters gehele dag de inbreng van lucht aan de hand van de proces I/O's. De klepstanden v.d. regelafsluiters van de Anoxische tank variëren tussen 50 en 90 procent en voor AT2 en AT3 deze varieert tussen de 50 en 100 procent over dag. Mede hieruit blijkt dat de zuurstof vraag bij DWA-aanvoer en normale proceswaarden een stuk lager is dan maximaal geleverd kan worden door de compressoren.

De capaciteit van de compressoren voldoet om bij DWA aan de O_2 vraag van het proces te voldoen.

10.2 Voldoen de meetorganen.

Alle regelkringen binnen het Actief Slibproces die betrekking hebben op betreffende regelorganen zijn als 1^e afhankelijk van goede meetdata. Het is dus een primaire voorwaarde dat alle meetorganen de juiste data verstrekken. Deze meetdata bestaat o.a. uit:

- Influentdebiet;
- Proceswaarden (NH₄, NO₃ en O₂);
- Klepstanden van regelafsluiters;
- Flowmetingen (luchtdebieten);
- Headerdruk.

Het is van essentieel belang dat deze data juist is om een zo stabiel en efficiënt mogelijk regelproces te verkrijgen. Hierdoor zijn de volgende vragen ontstaan:

- Voldoet de huidige positie van meetorganen (*plaats, diepte enz.*);
- Worden de metingen negatief beïnvloed door regelorganen zoals mengers en recirculatiepompen;
- Voldoen de metingen m.b.t. hun functionaliteit, toepasbaarheid en betrouwbaarheid;
- Voldoet het aantal meetorganen;
- Voldoen de sample tijden.

Conclusie

Na het analyseren van betreffende trendings en vervolgens een overleg met procestechnologen is het volgende gebleken:

- De huidige positie van de metingen voldoet;
- Metingen worden doordat er een goede homogene menging van slib is in de AT tanks niet negatief beïnvloedt door regelorganen;
- Het aantal meting voldoet;
- Technisch gezien voldoen de metingen en beschikken ze over voldoende functionaliteiten om benodigde data te verkrijgen en versturen.

De huidige sampletijden zijn momenteel voor de NH₄ en O₂ metingen 15 min. Voor de NO₃ metingen bedraagt deze 10min. De tabelregelaars t.b.v. het procentueel luchtdebiet bepalen om de 15 minuten aan de hand van veranderde procesconcentraties hun beluchtingstap.

Een begrenzend factor m.b.t. deze metingen is de minimale sample tijd. Tevens is een voorwaarde dat de sampletijden van de metingen altijd kleiner of gelijk aan de stapbepalingstijd van de tabelregelaar dient te zijn.

10.3 Voldoen de regelorganen.

In dit onderzoek zijn de belangrijkste regelorganen die betrekking hebben op het Actief Slibproces de Auma regelafsluiters t.b.v. het toegevoerde luchtdebiet naar de AT's. De mengers en recirculatiepompen worden verder buiten beschouwing gelaten aangezien deze geen onderdeel uitmaken van de beluchtingsregeling. De regelafsluiters hebben de grootste invloed op de biologie en het energieverbruik van de compressoren.

Snelheid regelafsluiters

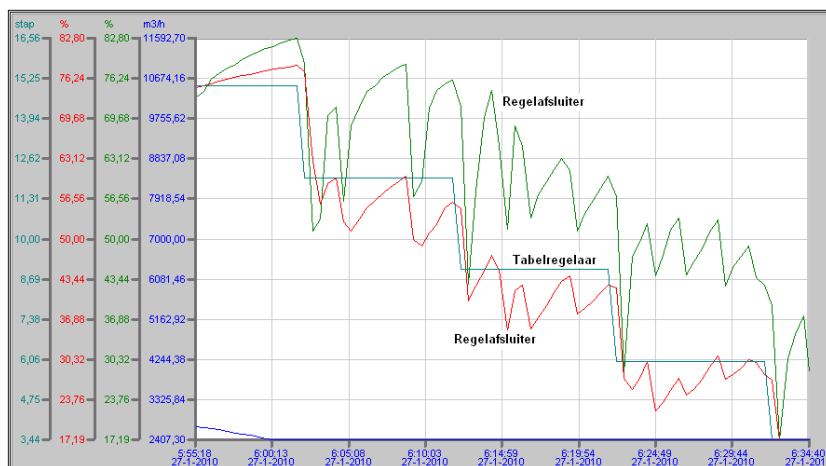
De Auma regelafsluiters worden aangestuurd door een PID regelaar, die op zijn beurt weer om de 15min een regelsetpoint ontvangt van een tabelregelaar. Na het analyseren van trendgegevens zien we dat de afsluiters binnen 15min. van dicht (0%) naar volledig open (100%) worden gestuurd. Deze snelheid wordt behaald in RWA situaties.

Hieruit kunnen we concluderen dat de snelheid van de regelafsluiters bij DWA situaties ruim voldoende is. Tevens bepaald de tabelregelaar om de 15min zijn beluchtingsstap en gaat de regelaar bij DWA aanvoer maximaal 3 beluchtingsstappen (16,5% klepsturing) omlaag of omhoog.

Momenteel zien we wel in de trendings dat de afsluiters binnen 15 minuten (*tijd dat een beluchtingsstap actief is*) fluctuaties vertonen. Zie onderstaand figuur 10.3. Dit gedrag kan mogelijk wijzen op een niet optimaal ingestelde PID regelaar (*onjuiste P-actie of I-actie*). Een ander oorzaak kan zijn dat de terugkoppeling uit het proces (measured value of Istwert) niet optimaal is. Deze gemeten waarde (*Istwert*) betreft het toegevoerde luchtdebiet. Doordat alle afsluiters van AT1, AT2 en AT3 allen aangesloten zijn op een gemeenschappelijke header kunnen deze mogelijk elkaar ook beïnvloeden.

Aanbeveling: Test wat de invloed is tussen de AT's onderling is m.b.t. het aansturen van de regelafsluiters en wat het gevolg hiervan is op de luchtdebieten per AT. (*invloed gemeenschappelijke header*)

Het gevolg van deze onstabieleiten is dat er teveel klepbewegingen ontstaan en op een onstabiele manier lucht wordt gedoseerd, wat ook weer gevolgen heeft t.a.v. het energieverbruik in het proces.



Afbeelding 10.3: Regel karakteristiek VS uitgang Tabelregelaar

Conclusie:

De Auma regelafsluiters t.b.v. het toegevoerde luchtdebiet richting de Aëratietanks voldoen qua functionaliteit en reageren snel genoeg op het proces. De aansturing die geschied middels een PID regelaar per Aëratietanks kan mogelijk geoptimaliseerd worden middels het aanpassen van de huidige P en I acties.

Test:

Bij DWA aanvoer kan proefondervindelijk getest worden of er een betere instelling te verkrijgen is t.b.v. de PID regelaars van AT2 en AT3.

10.4 Afzonderlijk aansturen van regelafsluiters.

Momenteel wordt het procentueel luchtdebiet dat wordt bepaald door de tabelregelaars tegelijk naar alle regelafsluiters gestuurd. De enige mogelijkheid om per afsluiter individueel iets te regelen is het instellen van de min. en max. klepstand middels BBS.

In het eerste been van AT2 en AT3 is per beluchtingspakket 1 regelafsluiter geplaatst. In het laatste been is 1 beluchtingspakket toegepast met 3 regelafsluiters (fijnregeling). De vraag die is ontstaan is of het afzonderlijk aansturen van de regelafsluiters efficiënter is dan alle afsluiters tegelijk (*wat momenteel gebeurt*). De voordelen zouden mogelijk kunnen zijn:

- Mindere drukval in de header (gunstiger voor de compressoren);
- Minder agressieve verandering t.b.v. het proces;
- Gedetailleerdere processturing.

Conclusie

Technologisch gezien is het instellen van max. en min. waarden van de afsluiters voldoende om het proces goed te kunnen sturen. Deze conclusie is getrokken na aanleiding van een overleg met procestechnologen en het heeft dus geen toegevoegde waarde om afsluiters afzonderlijk aan te sturen. Tevens worden momenteel erg goede 24-uurs Effluent waarden bereikt.

Daarentegen is het regelgedrag dat de afsluiters vertonen te onrustig. Dit is te wijten aan een niet optimale instelling van de PID regelaars in combinatie met een minimale en maximale ingestelde klepstand.

Aanbeveling: Middels een test kan proefondervindelijk mogelijke beter PID instellingen worden verkregen.

10.5 Voldoen de instellingen van de tabelregelaars t.b.v. AT2 en AT3.

De tabelregelaars bepalen middels vooraf ingestelde tabellen een procentueel luchtdebiet t.b.v. de AT's. In deze tabellen is ingesteld hoeveel zuurstof er gedoseerd dient te worden bij een bepaalde veranderende procesconcentratie.

Op het moment dat er teveel of te weinig wordt gedoseerd zal er een onstabiliteit ontstaan in de regelkring. Dit wil zeggen dat stel bij een bepaalde concentratieverandering er teveel O₂ wordt gedoseerd er niet optimaal zuurstofbinde stoffen worden afgebroken. Ook zal er bij teveel doseren overbodig veel energie worden verspild.

Doordat er momenteel erg goede resultaten worden behaald met de huidige instellingen van de tabellen is aan te nemen dat deze instellingen momenteel goed zijn. Tevens zien we in de trendings terug dat de tabelregelaars synchroon lopen met de veranderende procesconcentraties en dus voldoende reageren op het proces. Er is een zomer en winterinstelling technologisch bepaald die door team Operations 2 maal per jaar wordt gewijzigd.

Conclusie

De huidige tabelinstellingen zijn voldoende en dienen niet gewijzigd te worden. Na het stabiliseren van het influent kan de tabelregelaar technologisch gezien verder geoptimaliseerd worden.

10.6 Recirculatievijzels

De recirculatievijzels t.b.v. het recirculatiedebiet verpompen Actief slib terug naar de Anoxische Tank (AT1). In huidige situatie staan beide vijzels vast ingesteld op een vast toerental. Ongeacht of de procesflow toeneemt of afneemt blijven beiden vijzels op een vast toerental draaien. Dit wordt in onderstaand figuur 10.6 duidelijk waarbij beide stromen (blauw en groen) van de vijzels zijn uitgezet tegen het Effluentdebiet (rood).



Figuur 10.6: Stromen recirculatievijzels VS Effluentdebiet

Doordat bij een afnemend debiet de vijzels niet aftoeren kan men stellen dat dit energietechnisch niet efficiënt te noemen is. Tevens heeft dit ook invloed op de technologie en dient dit nader onderzocht te worden.

Conclusie

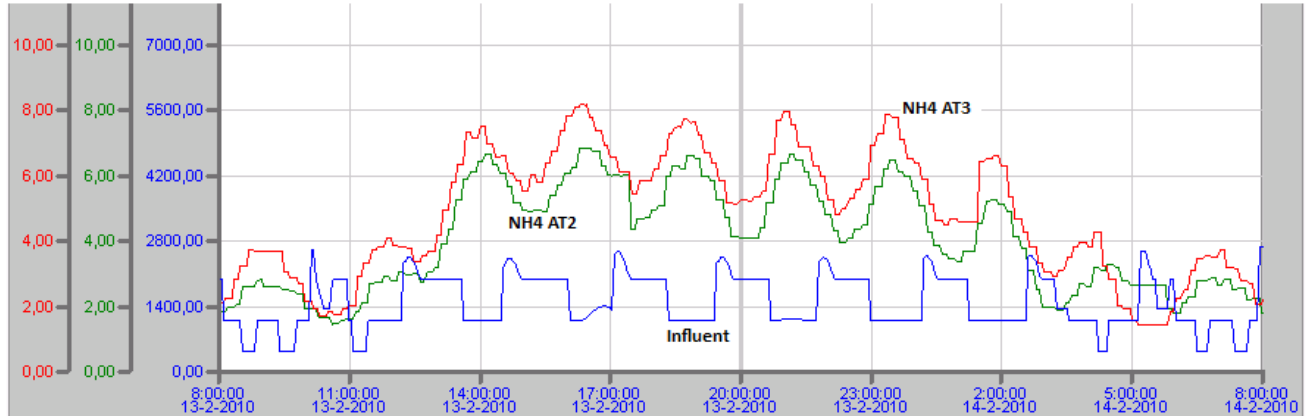
In huidige situatie is de aansturing van de recirculatievijzels niet efficiënt te noemen. De aansturing kan mogelijk geoptimaliseerd worden door de vijzels te besturen middels een geautomatiseerde regeling die gekoppeld is aan de procesflow. Middels een duurtest waarbij de procesflow gestabiliseerd wordt dient dit in de toekomst te worden aangetoond.

Voordelen die men kan behalen middels het automatiseren van de besturing zijn energiewinst en een verbetering van de technologie.

10.7 NH4 Pieken

Structureel vinden er de gehele dag NH4 pieken plaats. Gedurende de dag zien we dat deze NH4 pieken synchroon lopen aan het influentdebiet. Dit is duidelijk te zien in onderstaand figuur 10.7

Influent VS NH4 (AT1, AT2)



Figuur 10.7: NH4 pieken VS het influentdebiet

Uit trendanalyses blijkt dat deze schommelende NH4 waarden (NH4 pieken) afhankelijk zijn van het influent en dus van het schakelen van de vijzels 1^e en 2^e trap. Deze NH4 verstoring is zo groot dat met de betreffende regelkringen in de huidige situatie minimale winst is te behalen.

Conclusie

De NH4 pieken in het proces zijn afhankelijk van het influent. Optimalisatie is met de huidige besturingsconfiguratie m.b.t. de influentvijzels 1^e trap niet mogelijk. Indien het influent (*dus de toevoer richting de biologie*) gestabiliseerd wordt zullen deze pieken worden afgevlakt.

Een goede optie is dus het influentdebiet richting de biologie te stabiliseren zodat er een constante processtroom ontstaat. Hiertoe dient de besturingsconfiguratie m.b.t. de besturingen van de influentvijzels te worden aangepast. Dit zal middels verbetervoorstellen in hoofdstuk 12 verder aan de orde komen.

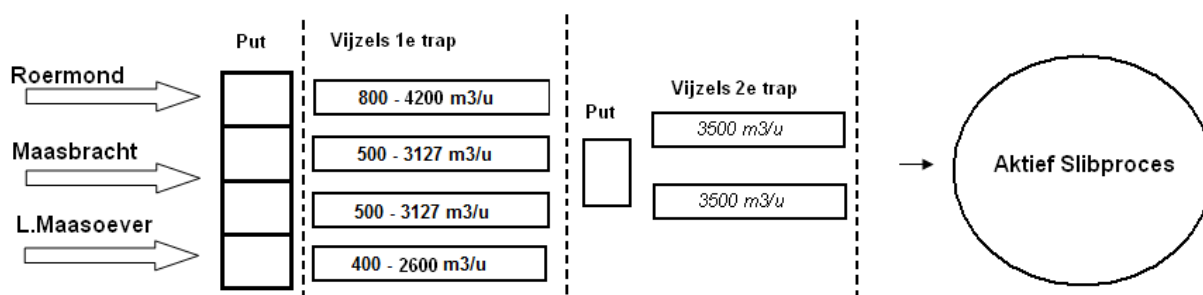
11.0 Influent analyse

De beeldschermbesturingssystemen (BBS) die zijn toegepast op de zuiveringsinstallaties van WBL beschikken allen over een trendfunctie. Diverse data zoals procesconcentraties, klepstanden, toerentallen, luchtdebieten, stromen en alarmeringen worden gelogd en opgeslagen in een archiveringsapplicatie. Middels deze tool is het mogelijk het gedrag van onderdelen of processen grafisch weer te geven (trends) en vervolgens te analyseren.

Doordat procesconcentraties onstabiele waarden vertonen en dit niet te wijten is aan de meet en regelorganen in het Actief Slibproces ben ik gaan kijken buiten het Actief Slibproces waardoor deze verstoringen worden veroorzaakt. Al snel bleek dat er overeenkomsten waren tussen het influentdebiet en diversen procesparameters.

Door de huidige configuratie en besturingen van het Influentgemaal en een bepaalde schakelmethode die momenteel wordt toegepast ontstaat deze onstabiele. Het Influentgemaal op de RWZI Roermond ziet er als volgt uit:

Influent RWZI Roermond



Figuur 11.0: Overzicht influentvijzels

Middels het gemeentelijke rioolstelsel wordt het afvalwater uit aanvoergebied Roermond, Maasbracht en L.Maasoever naar het Influentgemaal van de RWZI Roermond geleid. Dit gemaal bestaat uit vier ontvangstputten in combinatie met 4 vijzels. Bij **DWA** aanvoer wordt er gebruikt gemaakt van 3 influentvijzels. Dit houdt in dat er per aanvoergebied gebruikt wordt gemaakt van 1 vijzel. Nadat het inschakelniveau van de betreffende vijzel wordt bereikt in de ontvangstput start de vijzel en wordt de kelder leeggepompt totdat het uitschakelniveau wordt bereikt in de ontvangstput. Doordat deze methodiek van in en uitschakelen op elke vijzel afzonderlijk wordt toegepast schakelen de vijzels allen afzonderlijk van elkaar in en uit en verpompen ze hun debiet dus onwillekeurig richting de tweede trap.

De tweede trap bestaat uit een kleine ontvangstput gecombineerd met 2 vijzels. Door de kleine capaciteit van deze ontvangstput is er snel niveau aanwezig in de put en is het gevolg dat de vijzels van de 2^e trap het gedrag van de eerste trap volgen.

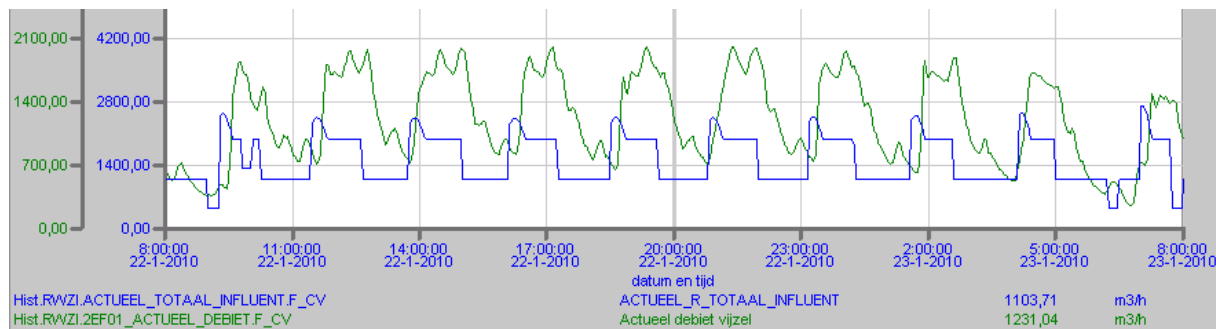
De vijzels van de tweede trap verpompen vervolgens het aangevoerde debiet van de eerste trap onwillekeurig richting het Actief Slibproces. Het Actief Slibproces wordt hierdoor gedurende de dag en nacht stootsgewijs belast. Primaire proceswaarden zoals NH₄ stijgen en dalen dan ook gedurende de dag. Door deze schommelende waarden is de O₂ vraag t.b.v. de Aëratietanks ook onstabiel en zien we dat de betreffende regelafsluiters achtereenvolgens open en dicht worden gestuurd. Dit gedrag heeft vervolgens weer grote invloed op het aansturen en mogelijk het energieverbruik van de compressoren t.b.v. de luchtvoorziening van de Aëratietanks.

11.1 Trendings

Middels het analyseren van trendgegevens krijgen we inzicht en informatie over de volgende onderwerpen:

- Procesfluctuaties ;
- Regelfluctuaties;
- Niveaufluctuaties;
- Fluctuaties in het energieverbruik;
- Regelgedrag t.o.v. procesfluctuaties;

Influent VS Effluent:



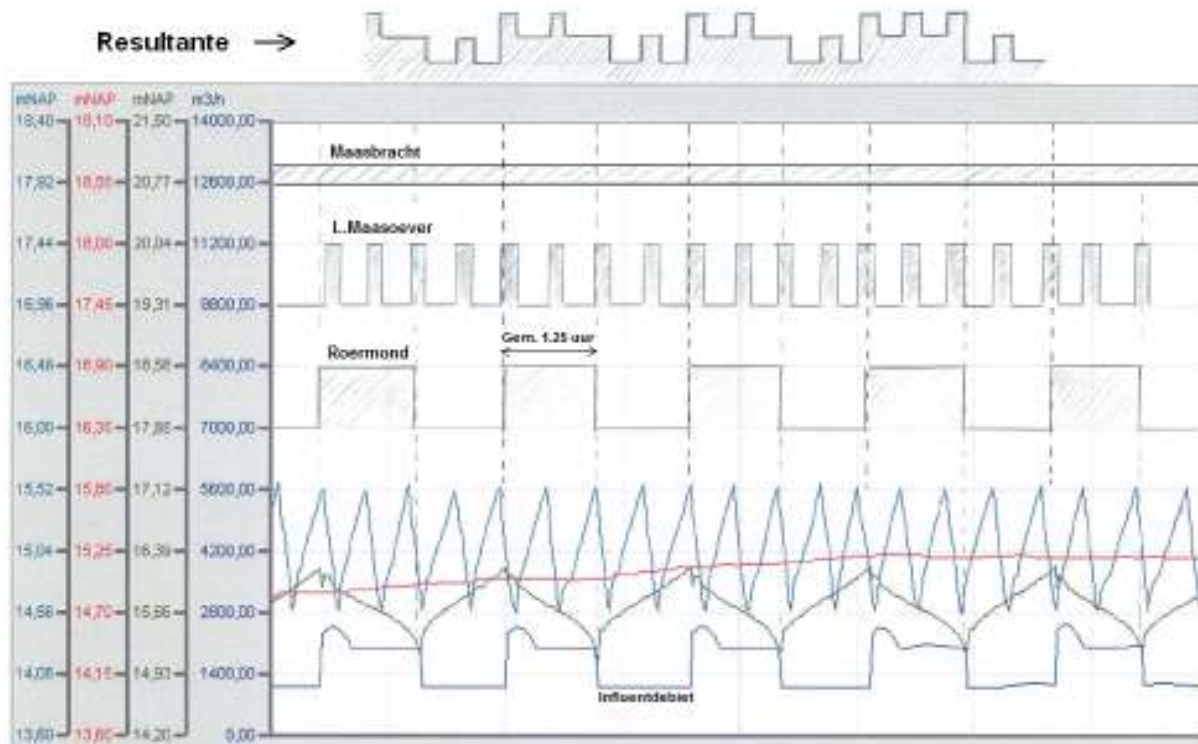
Afbeelding 11.1: Influent VS Effluent

In bovenstaande afbeelding 11.1 is in het blauw het influentdebiet aangegeven en in het groen het effluent debiet uitgezet over een tijdsbasis van 24-uur. Het influentdebiet wordt bepaald aan de hand van het toerental van de vijzels van de tweede trap. Wat we zien is dat het influentdebiet in de ochtend en het einde van de nacht enigszins wegens mindere aanvoer onstabiel is. De overige tijd 71% van 1 dag cyclus zien we een stabiele blokgolf. In deze periode is de aanvoer dus stabiel maar wordt de aanvoer door het Influentgemaal blokvormig toegediend aan het Actief Slibproces.

Constatering:

Het Influentgemaal m.b.t. de vijzels van de 1^e trap vormen een obstructie voor de rustige en stabiele procesflow van afvalwater dat afkomstig is uit de rioolstelsels van de afstroomgebieden.

11.2 Influentdebiet VS putniveaus 1^e trap



Figuur 11.2: Putniveaus VS Influentdebiet

Om de karakteristiek (*blokgolfpatroon*) m.b.t. het influentdebiet te kunnen verklaren hebben we de *niveaus* van de influentputten (*vijzelputten 1^e trap*) van de afstroomgebieden uitgezet tegen het *influentdebiet*. De rode lijn geeft het niveau in de ontvangstput van het afstroomgebied Maasbracht weer. Het zaagtand patroon is het niveau in de ontvangstput van het afstroomgebied L.Maasoever. Het overgebleven patroon (*halve druppel*) geeft het niveau weer in de put van het afstroomgebied Roermond.

Boven de grafiek zijn de afzonderlijk schakelpatronen (*blokpatronen*) van de influentvijzels te zien en geheel bovenaan de resultante en dus het totale vijzelbedrijf van de vijzels 1^e trap.

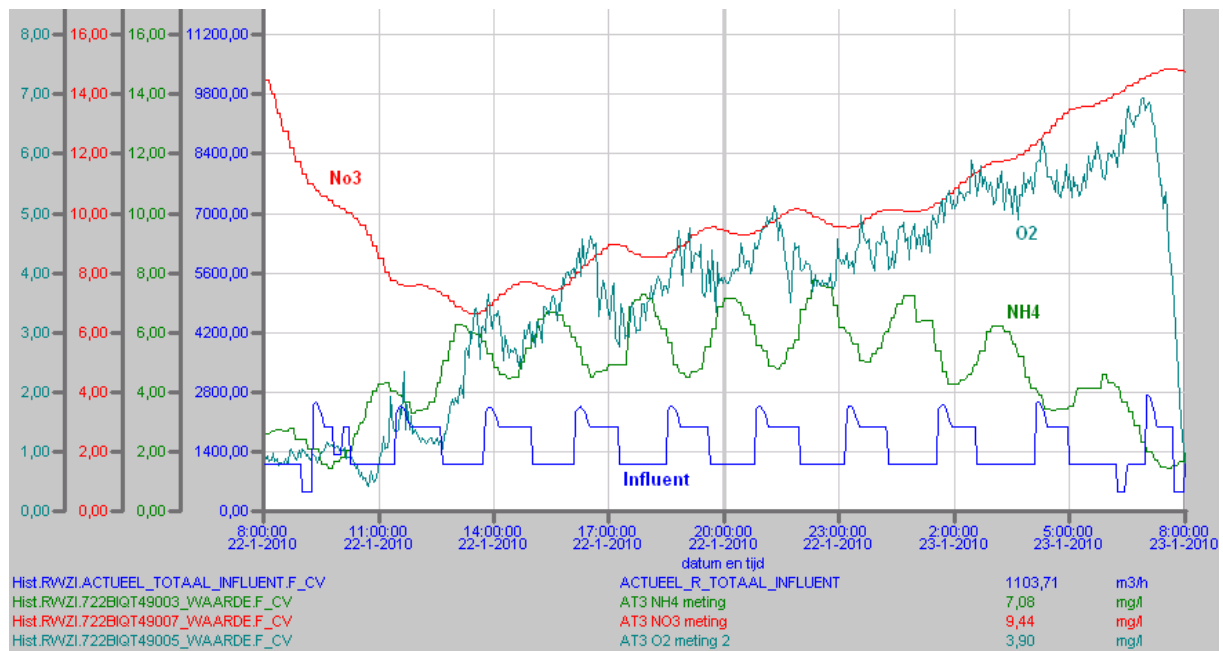
Duidelijk is te zien hoe de putten zich vullen en vervolgens geleidigd worden door het inschakelen van de betreffende vijzel. We zien dat het niveau van Maasbracht (*rode lijn*) constant gedrag vertoont en de betreffende vijzel dus continu in bedrijf is. Deze stabiliteit wordt mede veroorzaakt door het grote Wiero Rioolstelsel dat zich bevindt in het afstroomgebied. Door dit constante gedrag kunnen we de aanvoer uit Maasbracht verder buiten beschouwing laten. Ook zien we dat het zaagpatroon van L.Maasoever ook voor geen problemen zorgt aangezien de betreffende vijzel maar kort in bedrijf is en geen verstoring veroorzaakt t.o.v. de 2^e trap. (*en dus het influentdebiet*)

De grootste verstoring wordt veroorzaakt door het in en uitschakelen van de vijzel van het afstroomgebied Roermond. De vijzel is lang in bedrijf (60-90min) en heeft ook de grootste pompcapaciteit.

Constatering:

De onstabiliteit in het influentdebiet en dus de veroorzaker van het *blokgolfpatroon* is de vijzel die gekoppeld is aan het afstroomgebied Roermond. Dit is mede te wijten aan de capaciteit van de vijzel, de tijd die de vijzel in bedrijf is en de hoeveelheid afvalwater dat afkomstig is uit het afstroomgebied Roermond.

11.3 Influent VS Procesparameters



Afbeelding 15.2: influent VS procesparameters.

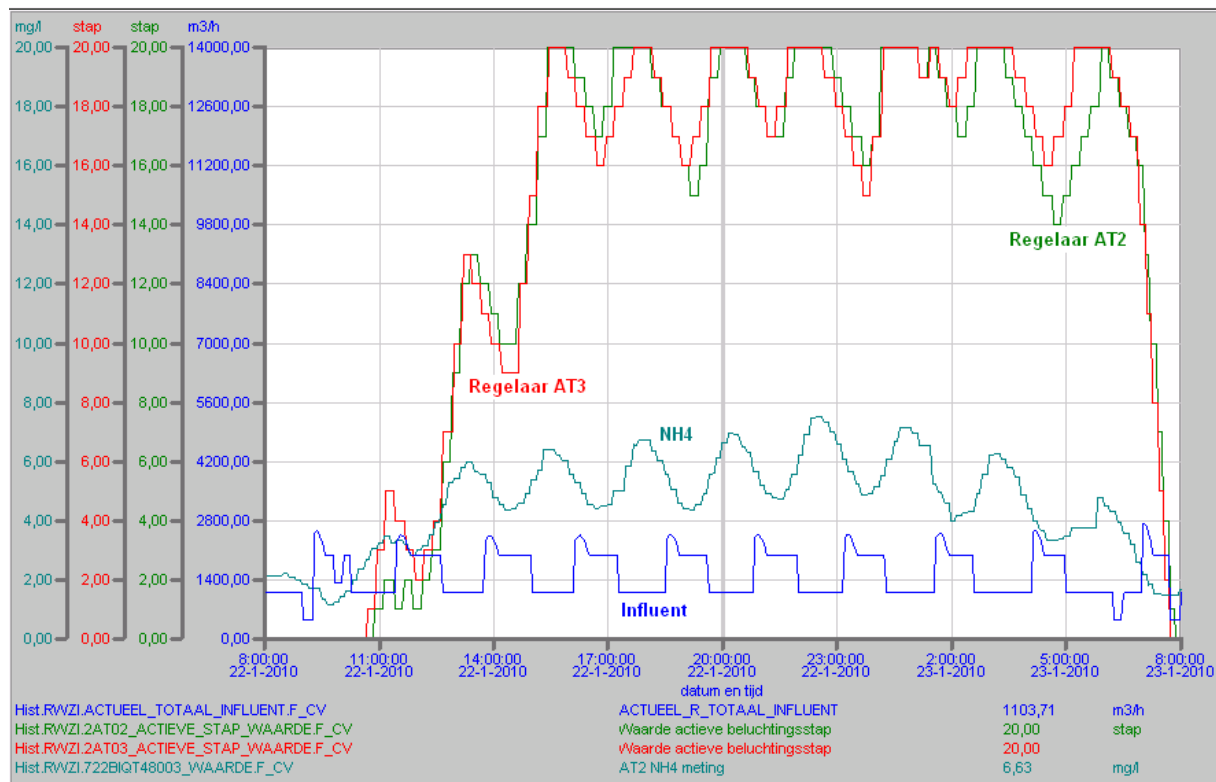
In bovenstaande afbeelding 15.2 hebben we de procesparameters Ammonium (NH₄), Nitraat (NO₃) en zuurstof (O₂) uitgezet tegen het influentdebiet. Deze proceswaarden zijn afkomstig uit het Actief slibproces uit de Aëratietanks. Aangezien de functionaliteit en proceswaarden uit AT2 en AT3 nagenoeg gelijk zijn nemen we AT3 als voorbeeld.

We zien duidelijk dat de primaire procesparameter (NH₄) nagenoeg het influentgedrag volgt. Ook zien we dat het zuurstofgehalte in het proces het influent grof volgt.

Constatering:

Fluctuerende proceswaarden in het Actief Slibproces staan in relatie met het influentdebiet en worden dus veroorzaakt door het schakelgedrag van de influentvijzels 1^e trap.

11.4 Influent VS Tabelregelaars (AT2/AT3)



Afbeelding 15.3: Influent VS Tabelregelaars

De zuurstofvraag in de Aëratietanks wordt bepaald aan de hand van veranderende proceswaarden en wordt vervolgens vertaald naar een procentueel luchtdebiet. Deze bepaling is opgenomen in de tabelregelaars die zorgen voor de aansturing van de O2 regelafsluiters en indirect voor het schakelen van de compressoren t.b.v. de Aëratietanks.

Uit bovenstaande afbeelding 15.3 kunnen we afleiden dat de fluctuaties die de tabelregelaars vertonen worden veroorzaakt door de fluctuerende proceswaarden dat op zijn beurt weer een gevolg is van het onstabiele influentdebiet. Ook zien we dat de tabelregelaars goed en nauwkeurig reageren op de veranderende proceswaarden. De trendlijn die de NH4 waarden weergeeft is een indicatie voor beide Aëratietanks. (AT2&AT3)

Constatering:

De tabelregelaars t.b.v. het toegevoerde luchtdebiet naar de Aëratietanks werken functioneel gezien goed. Het fluctuerende regelgedrag wordt veroorzaakt door het onstabiele influentdebiet.

11.5 Influent Stabilisatietest

Op 8 februari om 8.30 uur zijn de uitschakelpijlen van de vijzels 1^e trap van L.Maasoever en Roermond zodanig ingesteld dat de vijzels rustig op laagtoeren continu blijven draaien. Het uitschakelsetpoint is zodanig ingesteld dat de vijzels niet uitschakelen. Vervolgens zijn de setpoints de dag erna 28jan. weer terug gezet. Dit mede om voldoende meetdata te verkrijgen.

Roermond: Uitschakelsetpoint gewijzigd naar **13.20 NAP** (standaard 15.00 NAP)

L.Maasoever: Uitschakelsetpoint gewijzigd naar **12.70 NAP** (standaard 14.57 NAP)

De vijzel van de 1^e trap van Maasbracht is buiten beschouwing gelaten. Ook zijn de instellingen m.b.t. de tweede trap niet gewijzigd.

Nadat vervolgens de vijzels de influentkelders zo goed als leeggepompt hadden zien we dat er een constante procesflow ontstaat. Dit houdt in dat het Influent en effluent stabiliseerde en na een tijd x onderling hetzelfde gedrag vertonen.

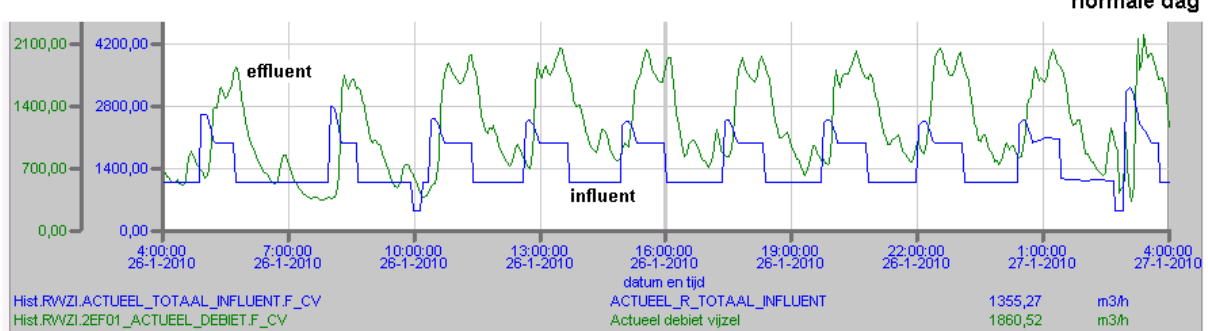
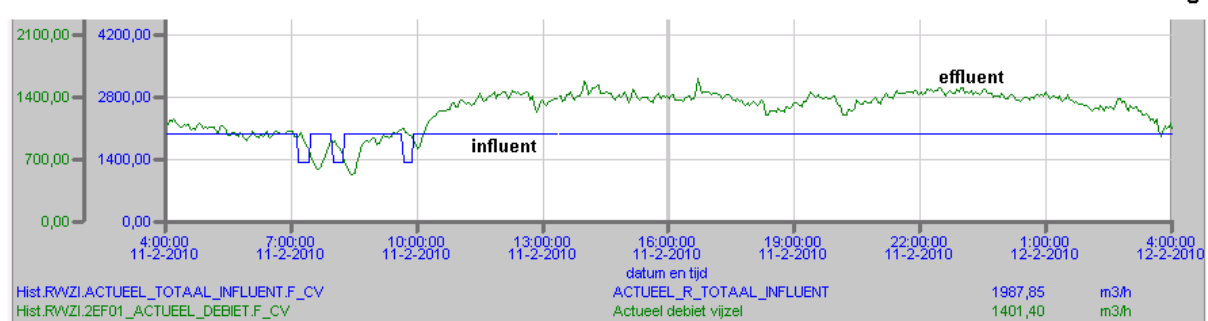
Energieverbruik Compressoren.

Het energieverbruik van de compressoren is niet toe of afgenomen. We zien wel een constanter patroon terug in het stroomverbruik. Dit houdt in dat de compressoren iets stabielere bedreven worden.

Procesparameters Actief slibproces

Na het starten van de test ontstaat snel een constante procesflow. De eerst 24-uur na aanvang van de test zijn nog niet representatief om te analyseren aangezien het Actief Slibproces op dat moment nog veranderingen ondervindt van voorgaande sturingen en regelacties.

Tevens ondervindt de prins en ifix database problemen op het moment van de test waardoor niet alle data in prins wordt gelogd. De data die voorhanden is middels het BBS uit de ifix database is wel voldoende en daar kunnen dan ook de nodige conclusies uit worden getrokken.

Influent VS effluent**Influent VS effluent**

Figuur 11.5: Influent VS Effluent bij normale dag en testdag

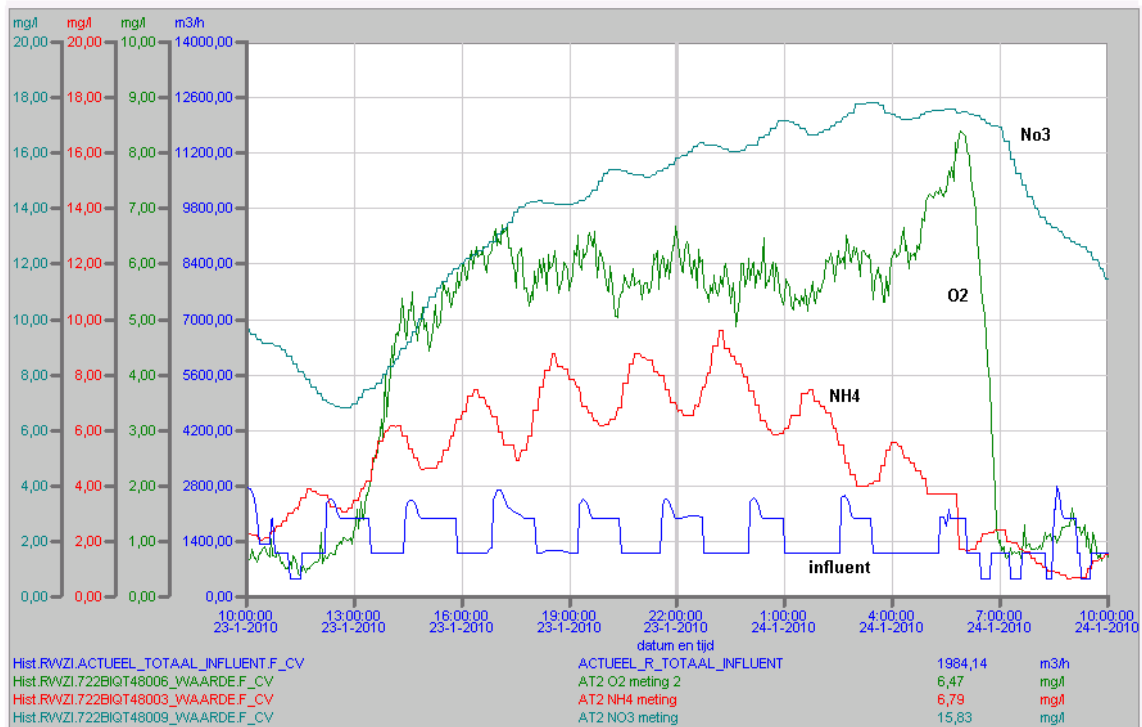
Constatering:

We zien duidelijk in figuur 11.5 dat het influent en effluent stabiliseert. De enige fluctuaties die er nog zijn ontstaan in de ochtend en zijn minimaal te noemen. Deze fluctuaties zijn af te leiden uit de minimale aanvoer in de nacht uit de afstroomgebieden en de vertragingen door de stelsels die hiermee zijn gemoeid.

Proceswaarden actief slibproces

(Influent-NO₃-NH₄-O₂)

(AT2) normale dag

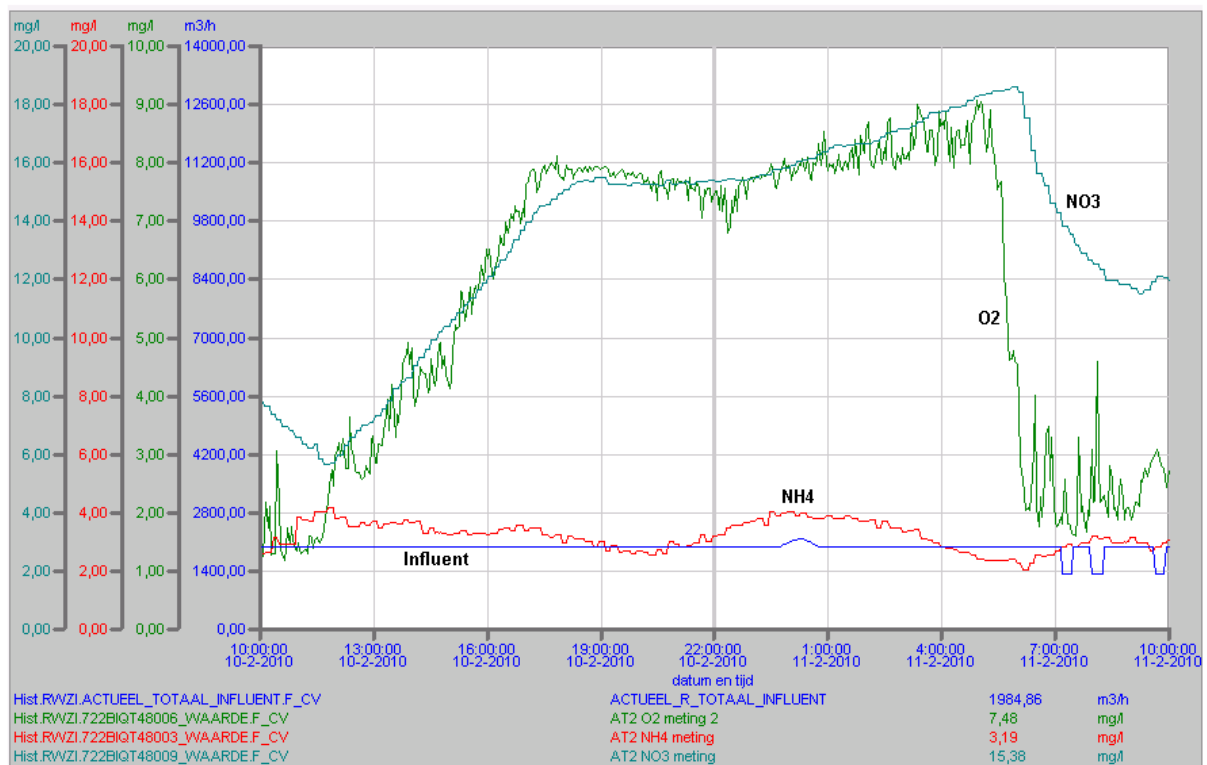


Figuur 11.5.1: Proceswaarden normale dag

Proceswaarden actief slibproces

Testweek (Influent-NO₃-NH₄-O₂)

(AT2) Testweek



Figuur 11.5.2: Proceswaarden testdag

Constatering

Uit bovenstaande figuren 11.5.1 & 11.5.2 zien we dat de primaire procesparameter Ammonium (NH_4) stabiliseert. De secundaire (NO_3) en tertiaire (O_2) procesparameter vertonen ook stabiel gedrag dan voorheen. Dit heeft natuurlijk positieve gevolgen voor het proces, de technische installatie en mogelijk ook de effluent kwaliteit. Doordat proceswaarden stabiliseren en er dus minder procesfluctuaties zijn, ontstaat de mogelijkheid de instelling van de tabelregelaars te optimaliseren. Het gevolg hiervan is een stabiel regelgedrag, minder overschoot, energiewinst en mogelijk een verbetering van de effluent kwaliteit.

Middels de huidige instellingen en besturingsmethodiek van de influentvijzels is optimalisatie dus vrijwel niet mogelijk.

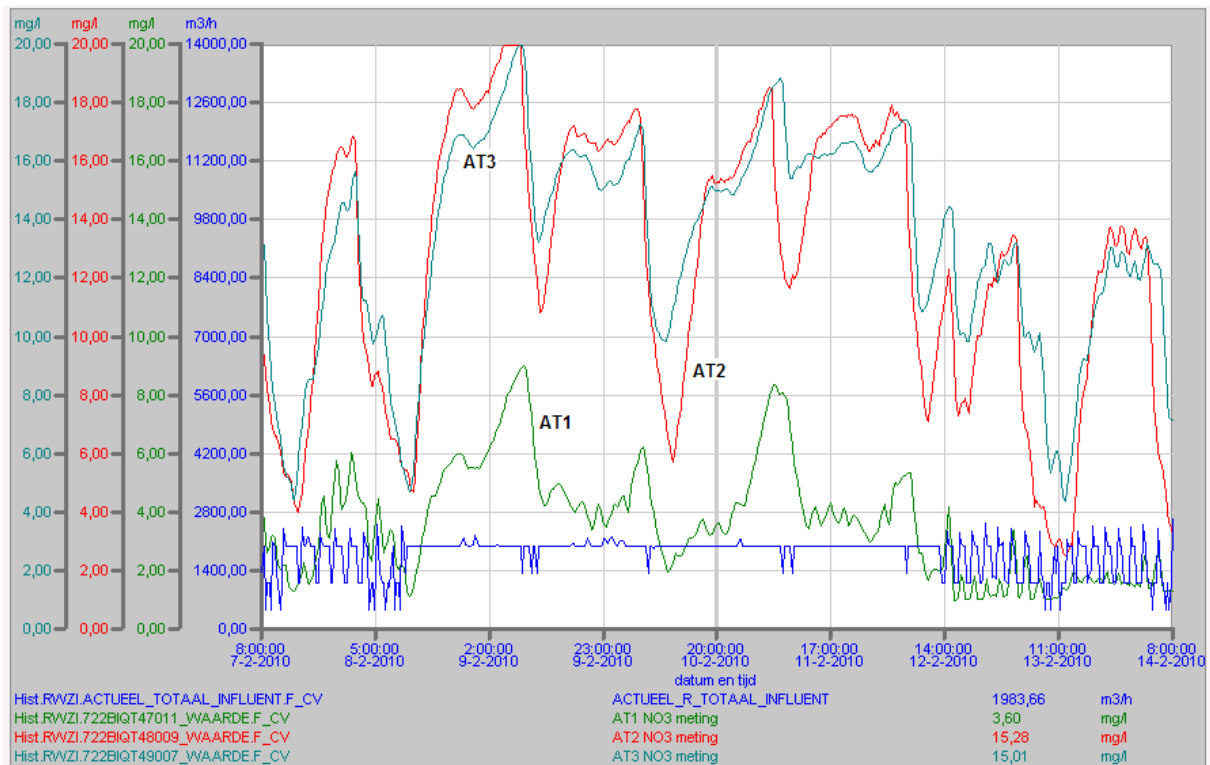
Aanbeveling

Bovenstaande bevindingen zijn absoluut een aanleiding voor een duurtest bij warmer weer. Aangezien de buitentemperatuur ook van invloed is op het Actief Slibproces dient men deze mee te nemen.

Dit houdt in dat bij lage temperaturen (*wintertijd*) het biologische zuurstof verbruik en de N-verwijdering zorgen voor een grotere zuurstofvraag. Mede hierdoor wordt er in de winter grotendeels op NH_4 gestuurd en weinig op O_2 . Omdat met het sturen op NH_4 grote luchtdebieten en maximale klepstanden zijn gemoeid en men dan weinig speelruimte heeft m.b.t. setpoints en tabelinstellingen van de beluchtingsregelingen. Het is dus van belang een duurtest uit te voeren na de winter om definitieve eindconclusies te kunnen trekken voor winterse en zomerse omstandigheden.

11.6 Verhoging NO₃ tijdens Influent Stabilisatietest

Tijdens de testperiode (4 dagen) hebben we geconstateerd dat binnen het Actief Slibproces een lichte No₃ verhoging heeft plaats gevonden. Dit blijkt uit onderstaand figuur 11.6.



Figuur 11.6: Influentdebiet VS No₃ waarden AT1,AT2 en AT3 (7-dagen beeld)

Mogelijke oorzaak

Een mogelijk oorzaak van de NO₃ verhoging in het Actief slibproces heeft mogelijk betrekking op het recirculatie-debiet. Na het stabiliseren van het influent ontstaat er een constante processtroom en voeding richting de biologie. Het recirculatie-debiet dat afkomstig is uit AT2 en AT3 blijft door de huidige besturing tijdens de test ongewijzigd (op hand maximaal) staan. Het gevolg hiervan is dat er mogelijk een verstoring ontstaat in de technologie wat mogelijk betrekking heeft op de NO₃ verhoging in AT1, AT2 en AT3 tijdens de test.

Testoptie

Tijdens een duurttest m.b.t. het stabiliseren van het influent-debiet dient men over een langere periode de No₃ te monitoren. Blijft de No₃ verhoging aanhouden dan dient men vervolgens het recirculatie-debiet te verlagen zodat deze in de juiste verhouding komt te staan met de toegevoerde voeding (influent-debiet) richting AT1. Na het verlagen van het recirculatie-debiet dient men de No₃ weer te monitoren en kan men vervolgens na een betreffende periode concluderen of de NO₃ verhoging een gevolg is van het momenteel vaste recirculatie-debiet.

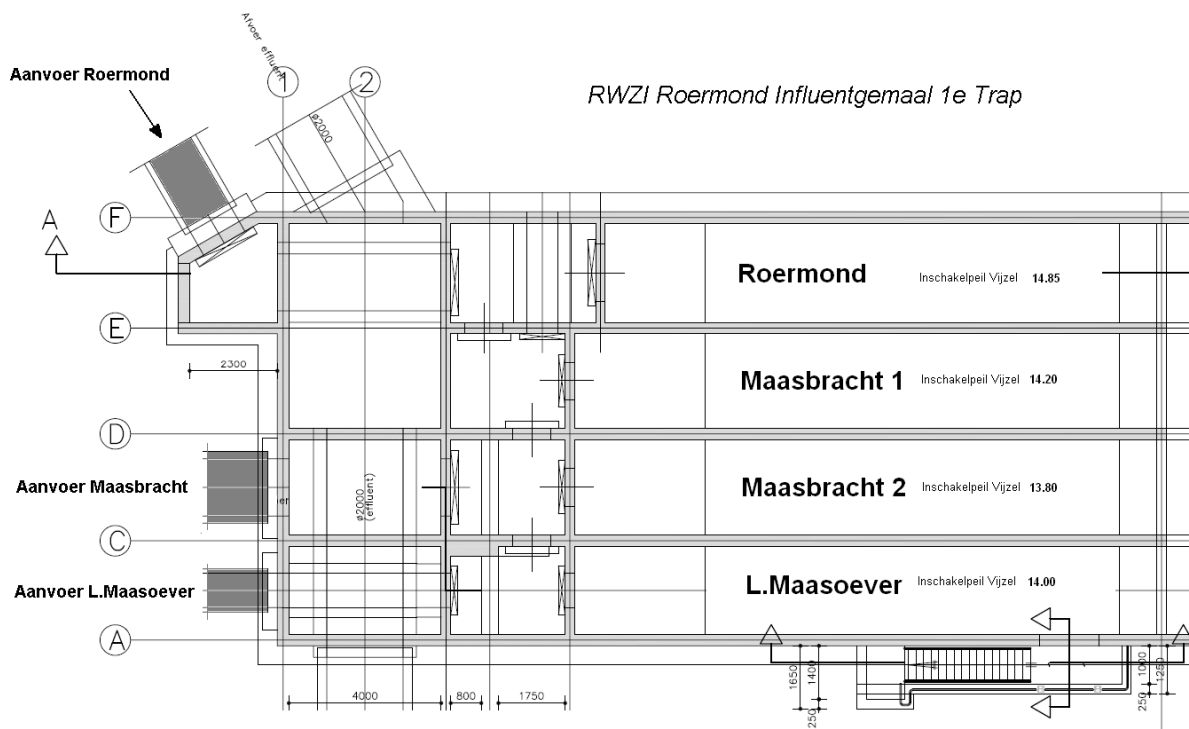
12 Verbetervoorstellen t.b.v. Influent stabilisatie.

Om te zorgen voor een continue procesflow richting het Actief Slibproces dient de huidige besturingsmethodiek te worden aangepast. In dit hoofdstuk worden een drietal opties toegelicht die allen zorgen voor een continue procesflow richting de biologie. In huidige situatie worden alle vijzels afzonderlijk bestuurd. Dit houdt in dat ze onafhankelijk van elkaar in of uitschakelen en dus onwillekeurig Influent verpompen richting de 2^e trap.

12.1 Verbeter voorstel 1

Stabilisatie middels het plaatsen van regelafluiters in de ontvangstkelders.

Het influentgemaal bestaat uit 4 ontvangstkelders in combinatie met 4 vijzels waarvan 1 vijzel dient voor het legen van de Influentbuffer (Maasbracht 1). De huidige configuratie ziet er als volgt uit:

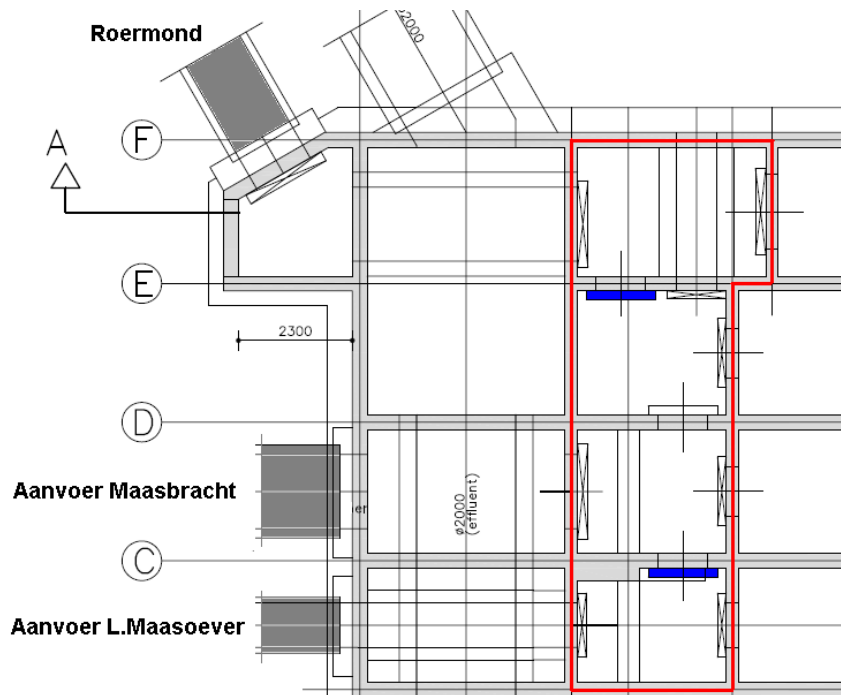


Figuur 12.1: bovenaanzicht Influentgemaal.

Middels handafluiters is het mogelijk de putten onderling te koppelen. Tussen de ontvangstkelders Maasbracht 1 en Maasbracht 2 bevindt zich een motorbediende afsluiter. Deze afsluiter staat standaard open en zal gesloten worden indien de buffer geleidigd dient te worden.

Een optie is de handafluiter tussen Roermond en Maasbracht 1 te vervangen door een motorbediende afsluiter. Dit geldt tevens voor de afsluiter die zich bevindt tussen Maasbracht 2 en L.Maasoever. Er dienen dus 2 motorbediende afsluiters geplaatst te worden om een gemeenschappelijke ontvangstput te realiseren.

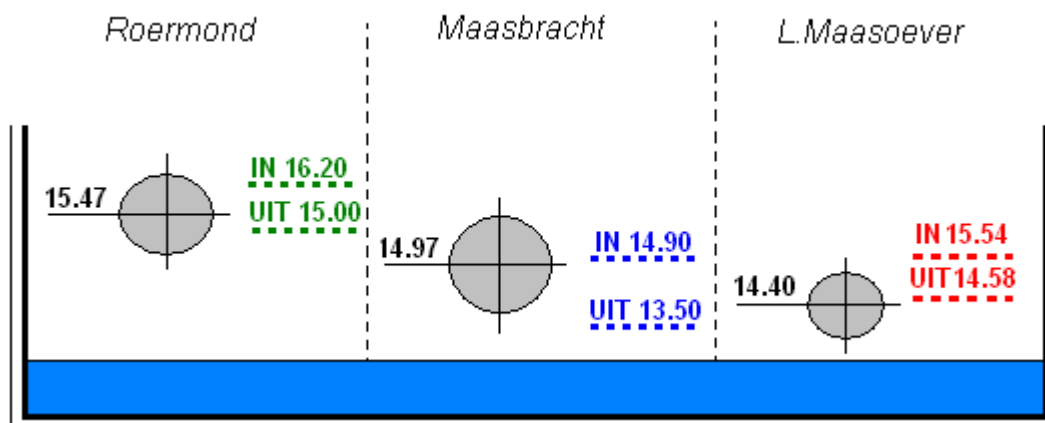
Na het koppelen van de ontvangstkelders middels de in blauw aangegeven regelaarsluiters in onderstaand figuur 12.1.2 ontstaat 1 grote ontvangstput.



Figuur 12.1.2: Configuratie gezamenlijke ontvangstput

Vervolgens dient er met mogelijk 1 vijzel het aangevoerde debiet constant verpompt te worden richting de biologie. Dit houdt in dat overige vijzels niet in bedrijf zijn bij DWA aanvoer. Op deze manier ontstaat een constante procesflow richting het Actief Slibproces.

Doordat de aanvoerleidingen niet allen op gelijke hoogte zitten dient men de put zodanig te vullen (bij DWA) dat het niet mogelijk is dat het aangevoerde debieten onderling terug stromen elkaars leidingstelsel in. Dit kan voorkomen worden door de vijzel te gebruiken met de laagste aanvoerleiding. In onderstaand figuur 12.1.3 wordt dit duidelijk.



Figuur 12.1.3: Vooraanzicht aanvoerleidingen gemeenschappelijke Influentkelder.

Het huidige Influentdebiet bij DWA aanvoer varieert tussen de 2500 en 3100 m³/u. De vijzel met de laagste aanvoerleiding betreft de vijzel van Linker Maasoever en kan maximaal een debiet verpompen in huidige situatie van 2600 m³/u. Doordat het toegevoerde Influentdebiet gemiddeld 2700 m³/u kan bedragen is bij DWA de capaciteit van de vijzel L.Maasoever in huidige situatie niet voldoende om het DWA debiet alleen te verpompen.

Dit houdt in dat een 2^e vijzel ingeschakeld dient te worden om het totale aangevoerd debiet te verpompen. Doordat de aanvoerleidingen van alle naastliggende vijzels hoger liggen dan die van L.Maasoever stijgt het niveau in de put nog verder dan de hoogte van de aanvoerleiding van L.Maasoever. Dit is niet gewenst aangezien in huidige situatie het niveau in de put al hoger staat dan de aanvoerleiding.

Conclusie

Het plaatsen van regelafsluiters en aanpassen van de besturing t.b.v. het verkrijgen van één gemeenschappelijke ontvangstput is alleen een optie als het debiet van de vijzel van L.Maasoever verhoogt wordt. Met deze aanpassing zullen grofweg kosten gemoeid zijn van ongeveer 50.000 euro wat dan ook een flinke investering is.

Een ander optie is om middels een studie te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn indien de vijzel van Maasbracht wordt gebruikt om het DWA weg te pompen. Dit houdt in dat er onderzocht dient te worden wat de buffermogelijkheden zijn binnen het afstroomgebied L.Maasoever, waar de overnamepunten liggen en wat de overstortdrempels zijn m.b.t. dit gebied.

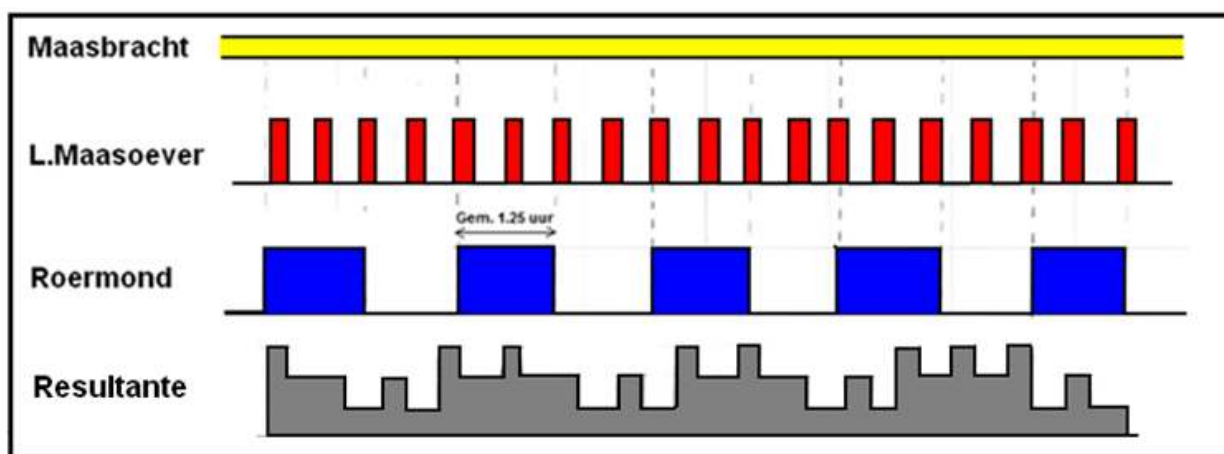
12.2 Verbetervoorstel 2

Intelligent vijzelbedrijf (puls pauze)

Het pulspauze bedrijven van de vijzels van de 1^e trap houdt het volgende in. We weten inmiddels dat de vijzels onafhankelijk van elkaar in of uitschakelen aan de hand van ingestelde setpoints die in relatie met het niveau in de ontvangstput. Door het toepassen van deze besturingsmethodiek doen structureel bij DWA zich situaties voor waarbij meerde 1^e trap vijzels tegelijkertijd in bedrijf zijn. Op deze momenten is de verstoring het hoogst en is dit dus niet gewenst.

Middels het pulspauze besturen van de vijzels zullen de vijzels niet meer gelijktijdig inschakelen maar achtereenvolgens hun debiet verpompen richting de tweede trap. Op deze manier zal er een constante procesflow ontstaan richting de biologie.

De *huidige schakelmethode* m.b.t. het besturen van de vijzels 1^e Trap is weergegeven in onderstaand figuur 12.2.1.



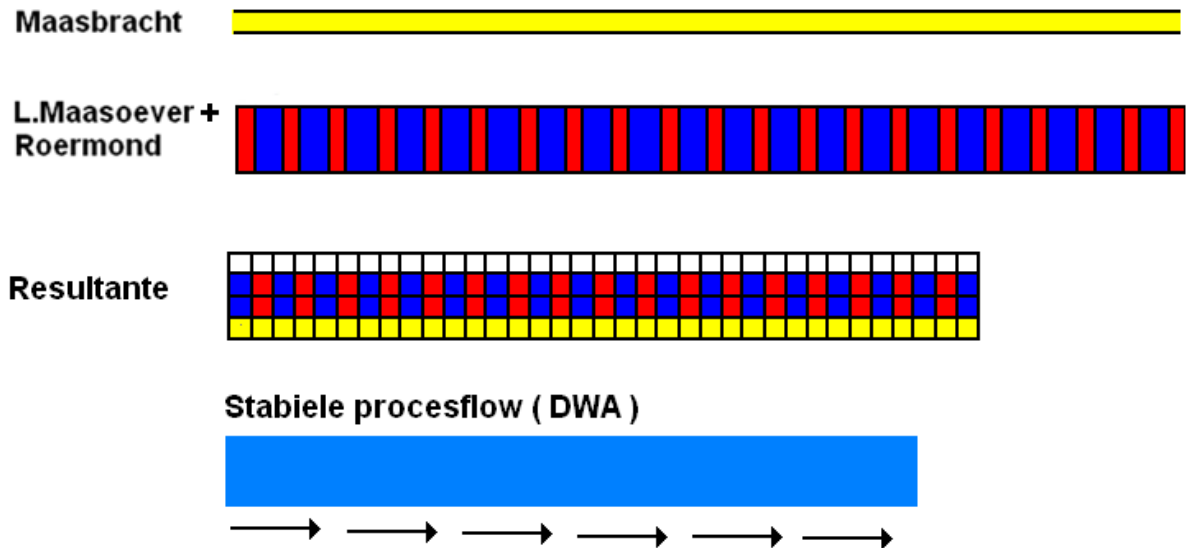
Figuur: 12.2.1: Huidige schakelmethode vijzels 1^e Trap.

In bovenstaand figuur 12.2.1 is duidelijk te zien dat de vijzel van Maasbracht continue in bedrijf is. Deze vijzel is dan ook niet verstoring en vertoont bij DWA stabiel gedrag. De vijzel van L.Maasoever schakelt daarentegen bij DWA structureel in en uit. Dit geldt tevens voor de vijzel van Roermond, alleen zien we hier dat deze langer in bedrijf is en langer uit bedrijf is.

Doordat de vijzel van L.Maasoever relatief kort in bedrijf is en kort uit bedrijf is hebben we hier dan ook weinig speelruimte. Door de huidige configuratie en DWA aanvoer is het niet mogelijk deze tijden m.b.t. L.Maasoever te veranderen.

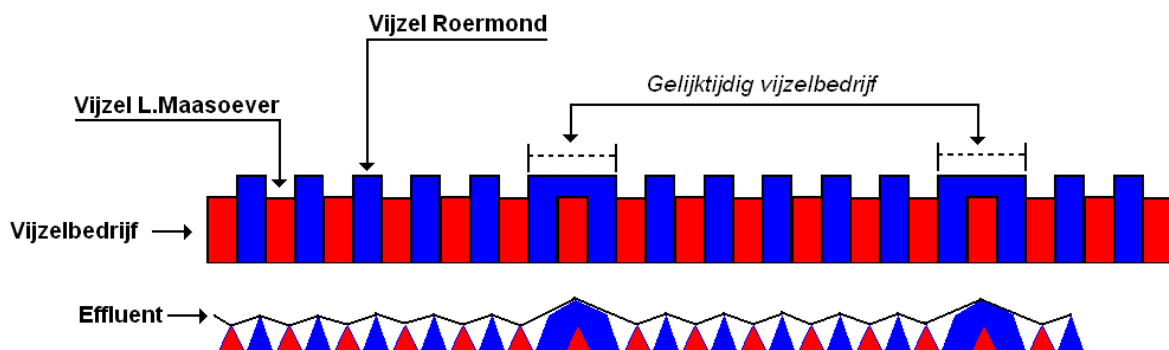
Doordat de vijzel van Roermond langer in- en uit bedrijf is kunnen we stellen dat we binnen deze cyclus de vijzel een aantal keren gestart en gestopt kan worden en op die manier in bedrijf kan zijn op het moment dat Roermond uit bedrijf is. De vijzel van Maasbracht zal continue in bedrijf zijn en vormt dan ook geen verstoring. Om toch te kijken of de vijzel Maasbracht een periode uit zou kunnen staan om mogelijk een andere pulspauze configuratie te kunnen bedenken hebben we getest hoelang de vijzel van Maasbracht stop zou kunnen staan. Na deze test bleek dat na het leegtrekken van de ontvangstput van Maasbracht het niveau in de put binnen 2 minuten weer steeg tot het inschakelpunt van de vijzel. Hieruit kunnen we concluderen dat de toevoer uit afstroomgebied Maasbracht zodanig is dat deze vijzel bij DWA continu in bedrijf dient te zijn.

De pulspauze combinatie zal dus betrekking hebben op de vijzels Roermond en L.Maasoever. Op het moment dat de vijzel van L.Maasoever uit staat zal de vijzel van Roermond inschakelen. Vervolgens zal de vijzel van Roermond weer afschakelen nadat de vijzel van L.Maasoever zijn inschakelsetpoint heeft bereikt. Op deze manier worden de vijzels om de beurt in en uitgeschakeld en zal dan samen met de vijzel van Maasbracht zorgen voor een constante procesflow. Zie te verduidelijkingonderstaand figuur 12.2.2.



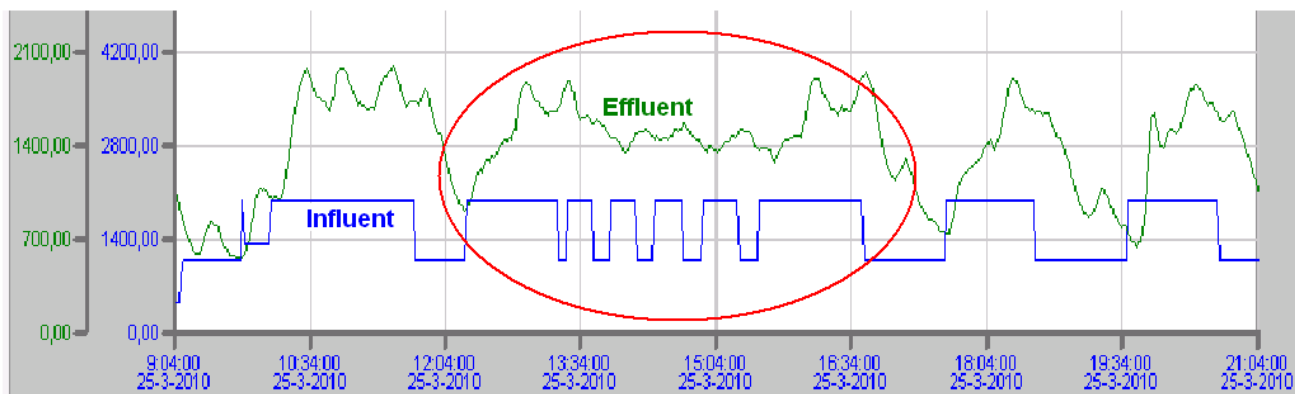
Figuur: 12.2.2 Pulspauze methodiek

Doordat de vijzelputten van Roermond en L.Maasoever afzonderlijk worden gevoed door een verschillend Influentdebiet en in huidige toestand er binnen de huidige cyclustijden geschakeld dient te worden ontstaat er na een tijd x een moment dat er teveel niveau in de put aanwezig is. Om vervolgens te voorkomen dat het niveau in de put te hoog stijgt zal de vijzel van Roermond na 5 keer zijn cyclus te hebben doorlopen langer in bedrijf zijn om het niveau in de ontvangstput weer te laten dalen. In onderstaand figuur 12.2.3 is dit weergegeven.



Figuur: 12.2.3 Schakelmethodek vijzel Roermond en L.Maasoever

Om aan te tonen dat het pulspauze besturen van de vijzels 1^e trap daadwerkelijk een stabielere procesflow ten wege brengt hebben middels een test de vijzels handmatig bestuurd. Dit houdt in dat we met de hand de vijzel van Roermond telkens hebben ingeschakeld op het moment dat de vijzel van L.Maasover stil stond. In onderstaand figuur 12.2.4. is dit weergegeven.



Figuur: 12.2.4 Influent en Effluent weergave tijdens handmatig pulspauze bedrijf.

Conclusie

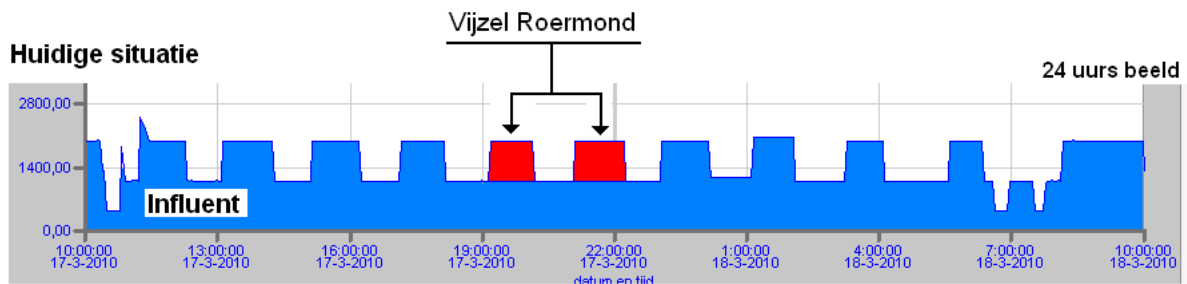
Middels het pulspauze besturen van de influentvijzels van de 1^e Trap ontstaat er een stabielere procesflow. Door het capaciteitsverschil van de vijzels Roermond en L.Maasover zal er een minimale verstoring in de procesflow blijven ontstaan van 250m³/u. Tevens zal de vijzel van Roermond meerde starts en stops te verduren krijgen.

Het Actief Slibproces zal middels dit verbetervoorstel niet meer stootsgewijs worden belast. Dit zal resulteren in kleinere fluctuaties m.b.t. de proceswaarden binnen het Actief slibproces waarna vervolgens de mogelijk ontstaat de beluchttingsregelingen te optimaliseren. Het realiseren van de pulspauze besturing heeft puur betrekking op een softwarematige aanpassing en zal dan ook minimale kosten met zich meebrengen.

12.3 Verbetervoorstel 3

Continue vijzelbedrijf van de vijzel Roermond

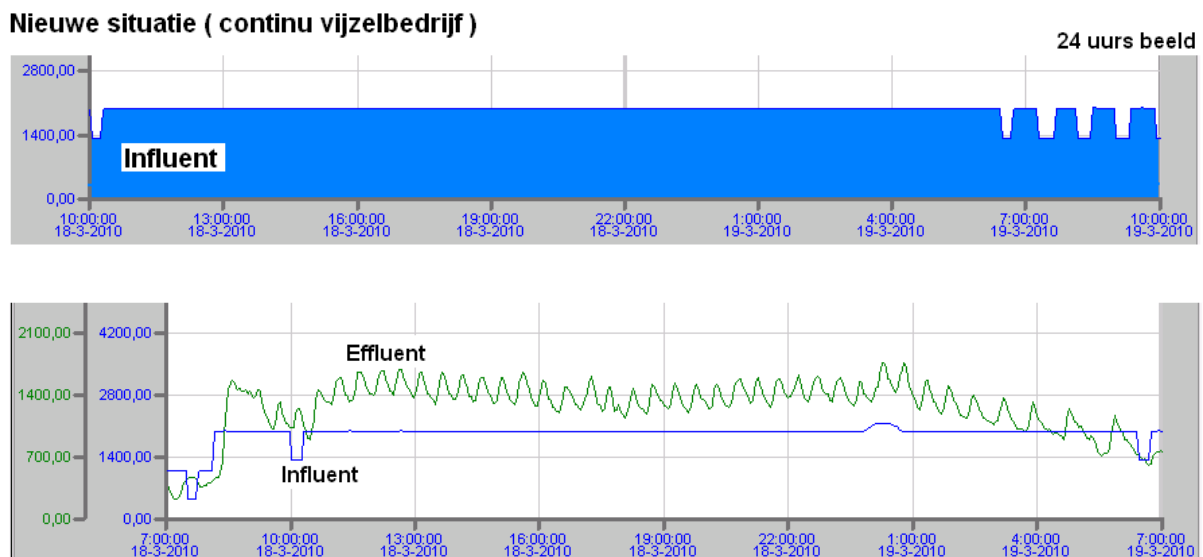
De onstabiliteit in het Influentdebiet en dus de veroorzaker van de blokgolf in onderstaand figuur 12.3.1 wordt veroorzaakt door het in- en uitschakelen van de 1^e Trap vijzel Roermond. In huidige situatie is bij DWA het debiet dat de vijzel van Roermond op laagtoeren verpompt zodanig verstoring dat het Influentdebiet flink toeneemt en afneemt gedurende 24 uur. In onderstaand figuur 12.3.1 wordt dit duidelijk.



Figuur 12.3.1 Huidig Influentdebiet afgeleid uit het toerental van de vijzels 2^e Trap

Doordat de vijzel van Roermond de storende factor is kunnen we deze verstoring wegnemen door de vijzel continue te bedrijven. Dit is gebleken uit een test waarin we de vijzel van Roermond continue hebben bedreven door het uitschakelsetpoint zodanig te verlagen zodat deze niet wordt bereikt en de vijzel continue in bedrijf blijft.

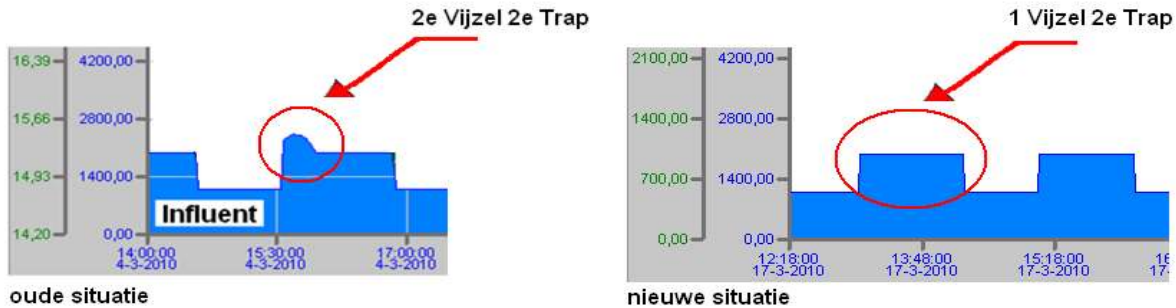
Vervolgens zien we aan de betreffende trendings dat het Influentdebiet stabiel gedrag vertoont. In onderstaand figuur 12.3.2 wordt dit duidelijk.



Figuur 12.3.2 Influentdebiet bij continue vijzelbedrijf van de 1^e Trap vijzel Roermond.

Het effluentbeeld in bovenstaand figuur 12.3.2 vertoont tijdens continue bedrijf van de vijzel Roermond constant gedrag. De rimpel in het effluentdebiet wordt veroorzaakt door het in- en uitschakelen van de vijzel van L.Maasoever waardoor een constante minimale verstoring van maximaal 400 m³/u aanwezig blijft.

Doordat tijdens dit onderzoek de setpoints m.b.t. het in- en uitschakelen van de vijzels 2^e Trap zijn geoptimaliseerd en DWA nu wordt weggepompt met 1 vijzel van de 2^e Trap en niet meer kortstondig met 2 vijzels wordt het energieverbruik van de 2^e Trap vermindert met € 500,- per jaar. Zie onderstaand figuur 12.3.3.



Figuur 12.3.3

Conclusie

Het continue bedienen van de 1^e Trap vijzel Roermond veroorzaakt een stabielere procesflow. Dit kan worden gerealiseerd middels het verlagen van het uitschakelsetpoint van de vijzel Roermond. Dit houdt in dat net zoals bij voorgaande verbetervoorstellen proceswaarden in het Actief slibproces zullen stabiliseren waarna de mogelijk ontstaat de beluchttingsregelingen te optimaliseren. Doordat de vijzel continue in bedrijf is op laag toeren zal het energieverbruik van de vijzel toenemen met € 2000,- per jaar. Tevens blijft er een minimale verstoring van maximaal 400m³/u aanwezig m.b.t. de procesflow, die wordt veroorzaakt door het in- en uitschakelen van de vijzel van L.Maasoever. In de 2^e Trap wordt er € 500,- per jaar aan energie bespaard door het optimaliseren van de in- en uitschakelsetpoints.

13 Conclusie

Optimalisatie van de beluchtingsregelingen en energiebesparing t.a.v. de beluchting is in huidige situatie niet mogelijk door fluctuerende proceswaarden. Energiebesparing en optimalisatie van de beluchtingsregelingen wordt mogelijk na het ontstaan van een constante procesflow middels de aangedragen verbetervoorstellen.

De voorkeur om een constante procesflow te realiseren gaat uit naar verbetervoorstel 2 (puls pauze) in dit rapport. Dit aangezien verbetervoorstel 2 geen verhoging t.a.v. het energieverbruik van de vijzels ten wege brengt en het kan worden uitgevoerd middels minimale aanpassingen. Vervolgens na het implementeren van de puls pauze besturing ontstaat er een stabielere procesflow en de mogelijkheid om de beluchtingsregelingen te optimaliseren wat een besparing van 5% met zich meebrengt t.a.v. het energieverbruik van de luchtcompressoren. Deze besparing zal grofweg in relatie staan met een besparing van €11.500,- per jaar.

Overige voordelen m.b.t. verbetervoorstel 2 die ontstaan zijn:

- stabiele procesflow bij DWA;
- geen stootsgewijzigde belasting op de biologie;
- rustiger schakelgedrag t.a.v. de O2 doceerafsluiters;
- energiewinst t.a.v. de beluchting;
- minder mechanische slijtage;
- stabielere headerdruk t.a.v. de HV Turbo luchtcompressoren;
- mogelijke verbetering van de effluent kwaliteit.

Duurtest

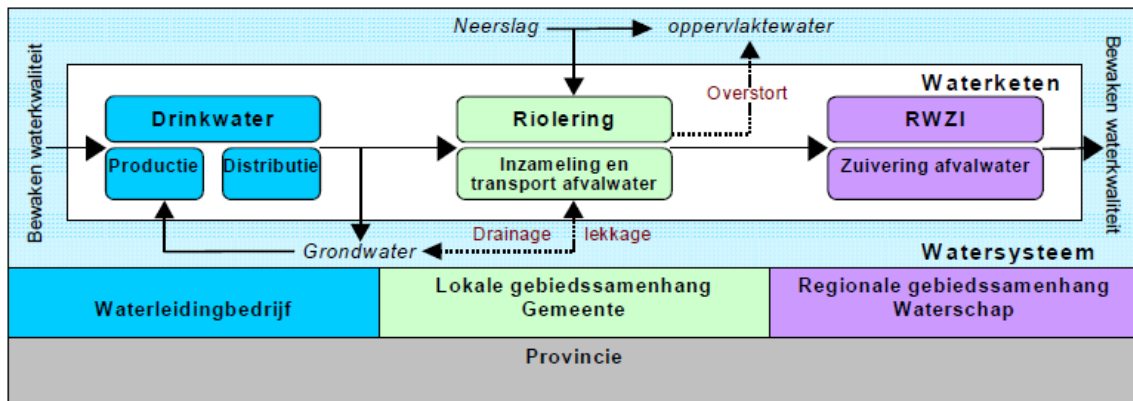
De Influent Stabilisatietest die is uitgevoerd tijdens dit onderzoek heeft betrekking op een relatief kort tijdsbestek (4 dagen). Doordat tijdens deze test een lichte NO₃ verhoging is waargenomen en er moet worden vastgesteld of dit te wijten is aan het vaste recirculatiedebiet of aan de kwaliteit van Influent die op dat moment werd toegevoerd aan de RWZI dient de Influent stabilisatietest over een langere periode te worden uitgevoerd om te vast te stellen dat naar verwachting de biologie zal stabiliseren.

Tijdens deze test dient men het uitschakelsetpoint van de influentvijzel Roermond in te stellen op **13,20** NAP. De vijzel zal dan bij DWA continue op laag toeren in bedrijf zijn. Op het moment dat de aanvoer toeneemt zal de vijzel vanzelf zoals in huidige situatie optoeren en het aangevoerde debiet verpompen.

PID regelaars t.b.v. de aansturing van de Auma regelafsluiters

Wegens winterse weersomstandigheden is tot op heden nog geen optimale PID setting gevonden. Naar aanleiding van het analyseren van de regelkarakteristieken van deze regelaars blijkt wel dat de P- acties te groot staan ingesteld. Proefondervindelijk dient verder getest te worden bij DWA om een meest optimale en vooral kleinere P- actie te handhaven. Vervolgens nadat proefondervindelijk de juiste P- Aktie is gevonden dient de I- tijd naar verwachting ook verkleint te worden.

Bijlage 1.0 Waterketen



Figuur 3.0: Waterketen

De huishoudelijke keten omvat:

- Onttrekking van water voor drinkwaterbereiding (drinkwaterbedrijf)
- Zuivering tot drinkwater en transport voor gebruik (drinkwaterbedrijf)
- Verzameling en afvoer van rioolwater (gemeenten)
- Zuivering in een rioolwaterzuiveringsinstallatie (waterschap)
- Lozing effluent op oppervlaktewater (waterschap)

Bijlage 2.0 Afvalwaterkarakteristieken

Zuurgraad

De zuurgraad (PH) van water kan worden bepaald met pH-papier of met een pH-elektrode. Vooral processen als defosfateren en anaërobe zijn gevoelig voor te lage zuurgraad en vereisen een continu meting en sturing. De pH van rioolwater varieert tussen de 5 en 6,5; bij industrieel afvalwater kan deze sterk variëren. De biologische zuiveringsprocessen verlopen het beste bij een pH van 6 tot 9. Deze (Ph) waarde is met name belangrijk voor zuiveringsinstallaties die betrekking hebben op de industrie.

Alkaliteit

De alkaliteit is een maat voor het bufferend vermogen van water. Anders gezegd, een maat voor de capaciteit van het water op H⁺ ionen op te nemen zonder dat de zuurgraad toeneemt. Voor anaërobe zuiveringssystemen is alkaliteit een belangrijke factor om het influent te controleren.

Organische stoffen (BZV en CZV)

Als maat voor de hoeveelheid organische (zuurstofblinde) stoffen worden het BZV en het CZV gebruikt. CZV voor de totale hoeveelheid; BZV voor de hoeveelheid die biologisch afbreekbaar is. Het BZV en CZV wordt uitgedrukt in mg/l.

- Chemisch zuurstofverbruik (CZV) of de Engelse term COD. Dit is de hoeveelheid zuurstof die wordt verbruikt bij krachtige oxidatie van praktisch alle organische stof met een chemisch oxidatiemiddel.
- Biochemisch zuurstofverbruik (BZV) of de Engelse term BOD. Dit is de hoeveelheid zuurstof die wordt verbruikt door bacteriën voor de afbraak van organische stoffen in afvalwater in een bepaalde tijd en bij een bepaalde temperatuur. In de praktijk wordt veel gewerkt met BZV₅; dit is het biochemisch zuurstofverbruik gedurende 5 dagen bij een temperatuur van 20 graden Celsius.

Stikstof en fosfaatverbindingen

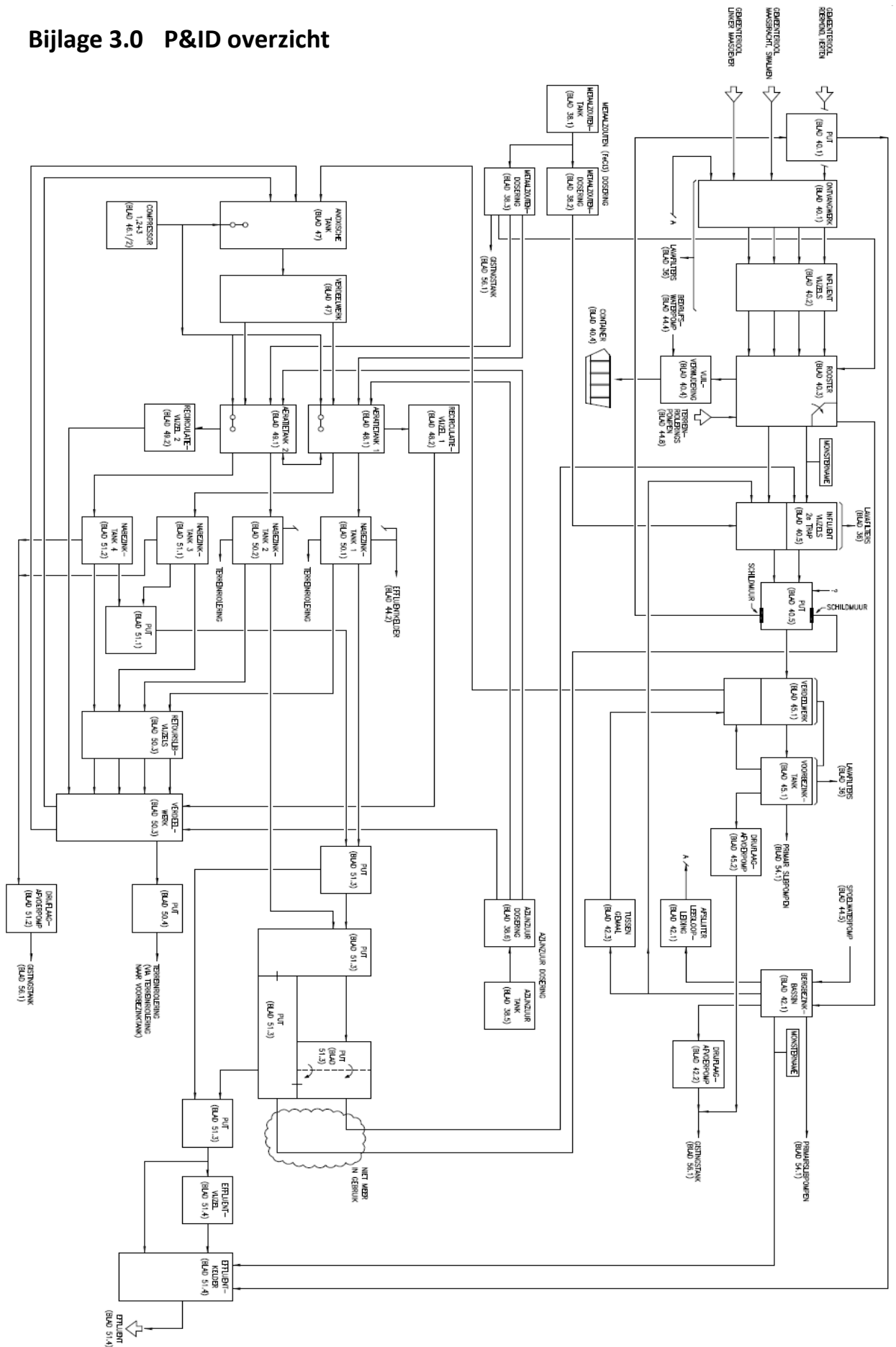
Het stikstof- en fosfaatgehalte zijn belangrijke parameters die van belang zijn bij de eutrofiëring . Eutrofiëring is het explosief groeien van waterplanten en algen door de aanwezigheid van voedingsstoffen in water. Stikstofverbindingen komen in verschillende vormen in water voor. Het is dan ook nodig om al deze vormen te kennen en te meten om een indruk te krijgen van de totale aanwezige hoeveelheid. In afvalwater komt stikstof voor in organische stoffen en als ammonium (NH₄⁺-N); gezamenlijk noemen we dit Kjeldahl stikstof (N-Kj). Kjeldahl-stikstof kan tijdens het biologisch zuiveringsproces met zuurstof worden omgezet in nitriet en vervolgens nitraat.

Zware metalen, pesticiden en organische verbindingen

In afvalwater kan een groot scala aan metalen en organische verbindingen voorkomen, dit ondanks vergunningvoorschriften. Voorbeelden van stoffen zijn:

- Zware metalen (cadmium,nikkel,koper,zink,lood, kwik en arceen);
- Polycyclisch aromatische koolwaterstoffen (PAK);
- Polychloorbifenylen (PCB);
- Bestrijdingsmiddelen.

Bijlage 3.0 P&ID overzicht



Bijlage 4.0 Uitleg en definities t.b.v. figuur 5

Afvalwater

Het afvalwater of influent zoals dat wordt toegevoegd aan het actief slibproces ; dit kan el of niet voorbezonken zijn.

Lucht

Deze lucht bevat zuurstof die voor het proces nodig is.

Actief slib

Het mengsel van afvalwater en bacteriemateriaal in de vorm van gesuspendeerde vlokken in de aëratietank. De naam actief slib geeft aan dat dit slib gebruikt wordt voor het zuiveren van water.

Aëratietank

De tank waarin afvalwater en actiefslib worden samengebracht. Hier speelt zich het actief slibproces af waardoor het afvalwater wordt gezuiverd; in (een deel van) deze tank vindt beluchting plaats waarmee de voor het proces benodigde zuurstof wordt ingebracht.

CO₂

Een reactieproduct (afvalstof) van de oxidatie van organische stof CO₂ wordt aan de buitenlucht afgegeven

Nabezinktank

In de Nabezinktank vindt, door bezinking, de scheiding van water en slib plaats. Aan de bovenkant van de Nabezinktank wordt het heldere gezuiverde water afgevoerd, aan de onderkant het afgescheiden bacteriemateriaal.

Effluent

Het gezuiverde afvalwater dat uit de Nabezinktank wordt afgevoerd.

Retourslib

Het bacteriemateriaal dat in de nabezinktank is bezonken; het bezonken slib gaat retour naar de Aëratietank, daarom wordt het retourslib genoemd.

Spuislib

Het bacteriemateriaal dat uit de kringloop wordt verwijderd; surplusslib is een andere naam voor spuislib. Het spuislib wordt in de slibverwerking verder verwerkt.

Recirculatieslib

Het slib dat uit de Aëratietanks wordt gevijzeld en weer wordt terug gevoerd naar de Anoxische tank.

N₂

Stikstofgas dat de Anoxische tank middels de lucht verlaat.

Symbolenlijst

- (CZV) chemisch zuurstof verbruik – Maat voor opgeloste organische verontreiniging
- (BZV) biochemisch zuurstof verbruik – maat voor substraatconcentratie
- (SVI) slib volume index
- (VDR) Voordenitrificatie
- (PH) Maat voor zuurtegraad van water
- (FT) Facultatieve tank
- (FR) Facultatieve ruimte
- (OC) Oxygenation Capacity - zuurstofinbrengvermogen
- (NO₃) Nitraat
- NH₄) Ammonium
- (O₂) Zuurstof

Begrippen:

RWZI

Rioolwaterzuiveringsinstallatie

Influent

Ongezuiverd afvalwater dat binnenkomt op een RWZI

Effluent

Gezuiverd afvalwater dat een RWZI verlaat.

Nitrificatie

Stikstofverwijdering... ammonium wordt omgezet in nitriet en vervolgens in nitraat (NH₄ na NO₂ na NO₃) (*oxidatie van ammonium in nitraat*)

Denitrificatie

Stikstofvorming (Omzetting van nitriet en nitraat naar stikstofgas.)

Ijzerdosering

Ijzerchloride word gedoseerd t.b.v. de verwijdering van fosfaatverontreiniging middels neerslagvorming.

Koolstofbrondosering

Koolstof wordt gedoseerd t.b.v. van de nitraatverwijdering.

Literatuurlijst

Cursusdocumentatie: *Captica selecta afwaterzuivering (Stichting Wateropleidingen)*

Cursusdocumentatie: *Uitgebreide techniek afvalwaterzuivering deel 1 (Utaz)
Stichting Wateropleidingen.*

Internet:

<http://www.vitens.nl/Vitens/Issues+en+standpunten/Waterketen.htm>

Alle overige informatie is in eigen beheer geschreven en tot stand gekomen middels analyses, testen en interviews.