



Remmie Neef, Brightwork
Hans van Fulpen, Waternet
Astrid van de Ven, Brightwork

Modellering slibstromen rwzi Amsterdam West

Voor de rwzi Amsterdam West is de logistiek van de slibstromen gemodelleerd om te komen tot een optimale benutting van de gisting. Het model omvat de interne slibproductie en de aanvoer van extern slib via de Centrale Slibontvangst Inrichting naar de gisting. Het resultaat is dat niet langer gestuurd moet worden op een minimale verblijftijd van het slib in de gisting, maar dat de aanvoer afgevlakt moet worden. Pieken in de aanvoer hebben namelijk een groter negatief effect dan een slibverblijftijd van 18,5 in plaats van 20 dagen. Dit in combinatie met het verhogen van het gehalte droge stof van het slib zal er toe leiden dat een stabiel gistingsproces ontstaat dat resulteert in een hogere biogasproductie en een betere energiehuishouding van de rwzi.

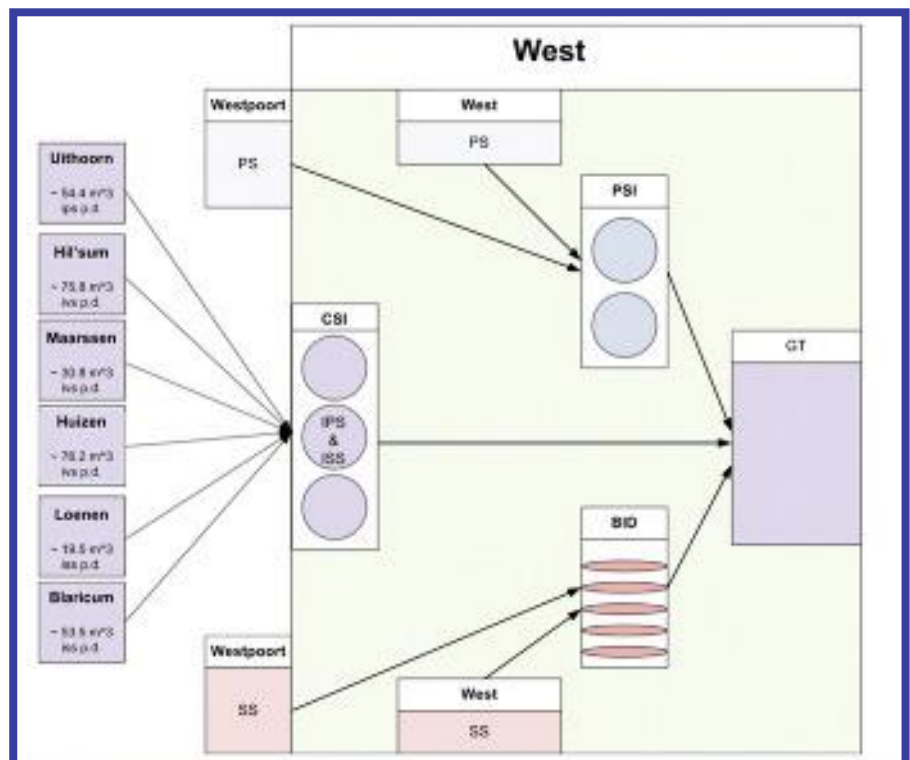
Rwzi Amsterdam West functioneert inmiddels zes jaar. Momenteel staat het vergistingsproces enigszins onder druk door het sluiten van de slibverwerking op rwzi Hilversum. De drie slibstromen die daar werden verwerkt (van de rwzi's Hilversum, Huizen en Blaricum), worden nu ook verwerkt op rwzi Amsterdam West. Uit metingen blijkt dat de gemiddelde verblijftijd in de gisting regelmatig onder de 20 dagen komt, waardoor de biologische omzetting van het slib in biogas niet meer optimaal werkt. Een goede sturing van de slibstromen naar de gisting is daarom van essentieel belang. Om meer inzicht te krijgen waarop deze sturing gebaseerd moet worden, is een studie uitgevoerd. Het doel was om door middel van een systematische analyse van de praktisch uitvoerbare methodes de keten van logistiek en verwerking zo in te richten dat die een maximaal energetische opbrengst oplevert. Dit draagt bij aan de energiedoelstellingen van Waternet.

Rwzi Amsterdam West verwerkt naast het eigen slib ook het vloeibare slib van andere rwzi's binnen het beheergebied van het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, dat bestaat uit twaalf zuiveringen. Afbeelding 1 geeft de logistiek van de slibstromen weer. Het primair- (PS) en secundairslib (SS) van de nabijgelegen zuivering, rwzi Westpoort, wordt per leiding apart aangevoerd. Deze leidingen voeden respectievelijk de primairslibindikers (PSI) en de slibindikkingsbanden (BID). Het slib van de rwzi

Amsterdam West en Westpoort bedraagt 86 procent van de totale hoeveelheid ingedikte slib die wordt verwerkt. Het ingedikte primair- (IPS) of secundairslib (ISS) van acht andere zuiveringen binnen het beheergebied wordt per as aangevoerd naar de Centrale

Slibontvangst Inrichting (CSI): een park van vier opslagtanks met pompen en een verdeelinstallatie. Afhankelijk van het type slib (primair, secundair of uitgedist), wordt het vanuit de CSI naar de gistingtanks of de uitgedistslibbuffer verpompt.

Afb. 1: De onderzochte slibstromen naar CSI en rwzi Amsterdam West.



Op de zuivering Amsterdam West staan drie gistingstanks met een totaalvolume van 34.400 kubieke meter. Het uitgestigte slib gaat via de uitgestigtslibbuffer naar de ontwateringscentrifuges. Het ontwaterd slib wordt per as naar het naastgelegen Afval Energie Bedrijf gebracht, waar het samen met het huisvuil wordt verbrand. Twee zuiveringen binnen het beheergebied, rwzi Horstermeer en rwzi Amstelveen, beschikken over een eigen slibontwatering. Dit slib gaat rechtstreeks naar het Afval Energie Bedrijf.

Uitgangspunten

Een belangrijke aanname is dat de data uit de eerste helft van 2010 representatief zijn voor de huidige situatie. Het model gaat er tevens vanuit dat de stroom slib vanuit de CSI naar de vergister continu te besturen is. In principe kan op elk moment van de dag een bepaalde hoeveelheid ingedikt slib vanuit de CSI naar de vergister worden verpompt. In de praktijk zal dit ook plaatsvinden aan de hand van niveaumetingen in de buffers gecombineerd met een looptijd-wachttijdregeling. Een ander uitgangspunt is dat aan het begin van elke werkdag de gegevens van de voorgaande dag bekend zijn, zodat men een berekening kan maken waarop de hoeveelheid te verpompen slib gebaseerd kan worden. Dit is een sturingsprincipe dat in de praktijk ook kan worden toegepast.

Model

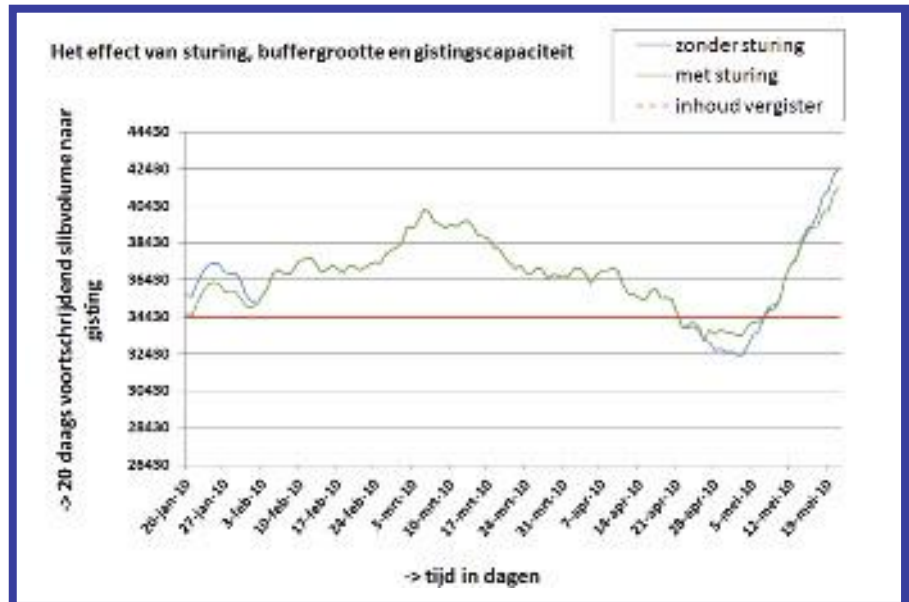
De eerste modelleringkeuze is dat de verblijftijd gemodelleerd wordt aan de hand van de aanvoer van slib in de vergister van de afgelopen 20 dagen: Als in 20 dagen méér slib is aangevoerd dan het volume van de vergister, dan heeft dit slib een verblijftijd gehad van minder dan de gewenste 20 dagen.

Aan het begin van de ochtend wordt op basis van de gegevens van de dag ervoor berekend hoeveel ruimte er is om slib naar de vergister te pompen. Vervolgens wordt bepaald hoeveel slib in de CSI aanwezig is. Als dit minder is dan de ruimte in de vergister, dan wordt al het slib in de CSI verpompt en blijft ruimte over om slib dat later binnenkomt direct door te pompen naar de gisting. Als meer slib aanwezig is in de CSI dan er ruimte is in de vergister, wordt alleen doorgestaan zolang er ruimte is. Het slib dat de rest van de dag binnenkomt, wordt in de CSI opgeslagen. Wanneer de CSI volraakt gedurende de dag, moet het slib alsnog naar de vergister worden gepompt. Als er geen ruimte is, wordt in de ochtend geen slib verplaatst naar de vergister. Als er die dag nog slib aankomt, gaat dat rechtstreeks de CSI in tenzij deze vol is, dan wordt er toch naar de vergister gepompt.

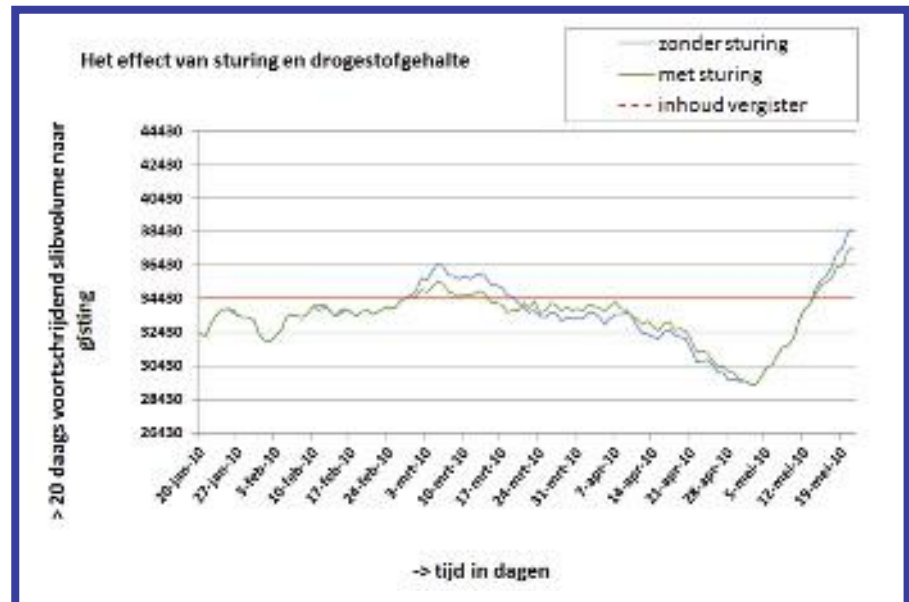
Gebaseerd op deze aannames is een recursief model gebouwd waarbij, telkens als een beslissing wordt genomen, deze enkel wordt gedaan op basis van de gegevens die op dat moment bekend kunnen zijn, namelijk die van de dag ervoor. Dit is een methode die in de praktijk gevolgd zou kunnen worden.

Resultaten

Afbeelding 2 geeft de uitkomst van de eerste simulatie weer. De lijn van de sturing (groen)



Afb. 2: Effect van sturing in de huidige situatie.



Afb. 3: Effect van sturing bij hogere droge stofgehalten in het slib.

zou hierbij zo dicht mogelijk tegen de rode stippelijijn moeten liggen die de inhoud van de gisting weergeeft. De conclusie luidt dat in de huidige omstandigheden het toepassen van sturing geen significante verbetering zal betekenen: het buffervolume van de CSI is beperkend. Om te kunnen voldoen aan de eis van 20 dagen verblijftijd moet de CSI worden uitgebreid.

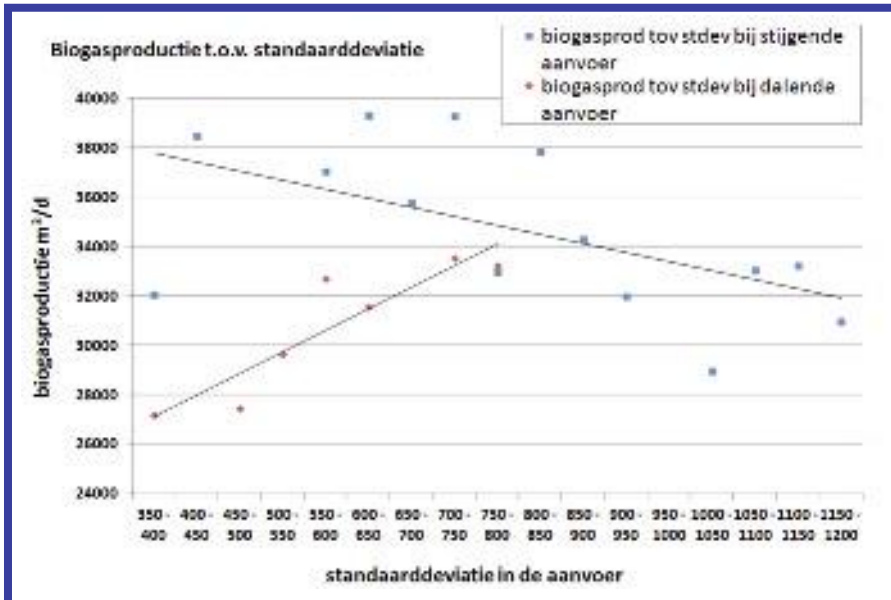
Een andere reële optie is het verhogen van het droge stofgehalte van het slib. Deze optie wil Waternet verder gaan uitwerken, uitgaande van 0,6 procent verhoging van het extern slib en 0,5 procent van het slib op rwzi Amsterdam West. Dit lijkt een goede maatregel te zijn (groene lijn in afbeelding 3). Het effect van de sturing is dat de ruimte in de gisting zo optimaal mogelijk wordt benut en de verblijftijd wordt gemaximaliseerd.

Uit de simulaties blijkt ook dat een verblijftijd van 20 dagen niet haalbaar is. Deze zal uitkomen op 18 of 19 dagen. Een kortere verblijftijd zal mogelijk leiden

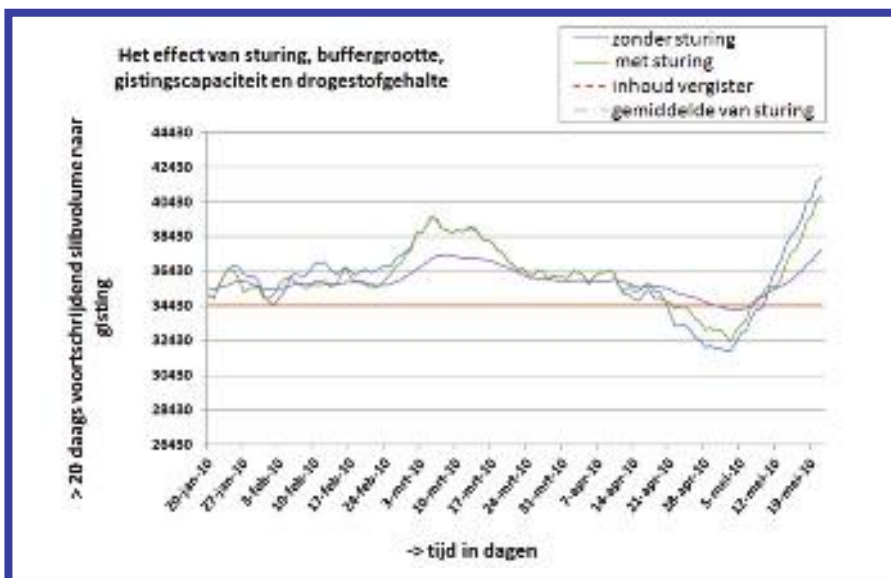
tot een lagere gasopbrengst, maar het is voorstelbaar dat een wisseling in de belasting (pieken in de aanvoer) een grotere invloed heeft. Vandaar dat niet langer is uitgegaan van een doelstelling van een verblijftijd van 20 dagen, maar van het zo gelijkmatig mogelijk houden van de toevoer naar de gisting.

Uit analyse van de hydraulische belasting van de gisting en de biogasproductie bleek dat hoe sterker de hoeveelheid slib naar de vergister toe afneemt hoe beter de vergister presteert. In dit geval werkt een hoge standaardafwijking dus positief. Hoe sterker de hoeveelheid slib naar de vergister toeneemt hoe slechter de vergister presteert. In dit geval werkt een hoge standaardafwijking negatief. Dit effect is te zien in afbeelding 4.

Met deze kennis is een nieuw model gebouwd met als doel de toevoer naar de gisting af te vlakken en pieken zoveel mogelijk te voorkomen. Het nieuwe model geeft aan hoeveel slib vandaag naar de



Afb. 4: Biogasproductie (y-as) ten opzichte van standaardafwijking bij vijf dagen consequent stijgen of dalen van de aanvoer (x-as).



Afb. 5: Sturing op basis van afvlakking en verhogen droge stof extern slib met 0,6 procent.

gisting mag worden verpompt op basis van onder meer de gemiddelde aanvoer van de afgelopen vijf dagen. Tevens kan in het model het drogestofgehalte worden gevarieerd om tot een optimale situatie te komen. Het model berekent tevens de toename van de biogasproductie, zodat het effect van de sturing direct duidelijk wordt. Afbeelding 5 geeft de uitkomst weer van de

optimalisatie van het verder indikken van het externe slib met 0,6 procent. Dit is één van de maatregelen die Waternet als eerste zal uitvoeren. Duidelijk is te zien dat met het toepassen van het model (groene lijn) een meer gelijkmatige toevoer naar de gisting te realiseren is, die zal resulteren in meer biogasopbrengst (zie tabel).

Met een toename van de droge stof zullen twee effecten optreden die zorgen voor een toename van de gasproductie. Het eerste is het feit dat door de sturing een betere benutting van de CSI optreedt en pieken worden afgevlakt. Het tweede is dat de verblijftijd in de gisting zal toenemen. Het eerste effect zal met het toenemen van de droge stof afnemen. In de tabel is dit goed te zien; tevens is het voordeel van meer biogasproductie weergegeven. Het effect op de afname van het slibvolume en daaraan gekoppelde kostenreductie op de slibverwerking is buiten beschouwing gelaten.

Conclusies

Een wiskundige modellering van de impact van de sliblogistiek op het rendement van het gistingsproces leidt tot het verhogen van het inzicht in de sturende parameters. Sturing op afvlakking van het slibaanvoerpatroon naar de vergister sorteert meer effect en een hoger rendement van de biogasproductie dan sturing op een minimale verblijftijd van 20 dagen. Het model beperkt zich tot het vaststellen van het effect van de variaties in het externe slibaanvoerpatroon. Aangezien de verhouding extern/intern slib circa 1:7 is, luidt de conclusie dat positieve effecten optreden bij het afvlakken van het slibaanvoerpatroon van de interne slibstromen van Westpoort en Amsterdam West.

Uit analyse van de hydraulische belasting en de biogasproductie bleek dat verlaging van de gemiddelde verblijftijd in de vergister naar 18,5 dag nauwelijks effect sorteert op de gemiddelde biogasproductie. Specifiek voor de situatie van Amsterdam West kan de conclusie luiden dat - zonder aanpassing van de grootte van het CSI-buffervolume en/of het volume van de vergister - alleen een verbetering kan worden gerealiseerd door verhoging van het drogestofgehalte van het ingedikte slib. De kosten die gemoeid zijn met het bouwen van het model, zijn zeer gering en worden binnen een jaar terugverdiend door de hogere biogasopbrengst als gevolg van afvlakking van het aanvoerpatroon.

verhoging droge stofgehalte extern (%)	verhoging droge stofgehalte West (%)	buffergrootte CSI (m ³)	percentuele toename biogasproductie		opbrengst op basis van aardgas (euro)
			alleen sturing	totaal	
0 %	0 %	1.050	0,45 %	0,45 %	18.301
0,5 %	0 %	1.050	0,33 %	1,02 %	41.710
0,75 %	0 %	1.050	0,28 %	1,20 %	49.145
1 %	0 %	1.050	0,26 %	1,33 %	54.728
1,5 %	0 %	1.050	0,22 %	1,53 %	62.778