

SenterNovem

Inventarisatie biogas rwzi's

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Inventarisatie biogas rwzi's

referentie UT580/	projectcode UT580-1-P	status concept 1
projectleider A.F. van Nieuwenhuijzen	projectdirecteur J.F. Kramer	datum 8 juni 2009

autorisatie goedgekeurd	naam A.F. van Nieuwenhuijzen	paraaf
-----------------------------------	--	---------------

Witteveen+Bos
van Twickelstraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens ISO 9001 : 2000

© Witteveen+Bos
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Achtergrond en projectbeschrijving	1
1.2. Doelstelling	1
1.3. Leeswijzer	1
2. THEORIE	2
2.1. Slibgisting	2
2.2. Gistingtanks	2
3. METHODE EN ANALYSE	4
3.1. Organisatie van het onderzoek	4
3.2. Methode	4
3.3. Analyse	6
4. RESULTATEN	7
4.1. Algemene gegevens	7
4.2. Inrichting gistingsinstallatie	9
4.3. Operationele aspecten	10
4.4. Slib- en biogasproductie	10
4.5. Energie	14
4.6. Slibdesintegratie	16
4.7. Plannen biogasbenutting	16
5. EVALUATIE EN CONCLUSIE	17
bijlagen	aantal bladzijden
I Database Biogas	86 digitaal
II Presentatie Inventarisatie Biogas	12

1. INLEIDING

1.1. Achtergrond en projectbeschrijving

De Unie van Waterschappen heeft op 1 juli 2008 een meerjarenafspraak energie-efficiency (MJA3) met het ministerie van Economische Zaken getekend. Daarmee zetten de waterschappen een belangrijke stap voor het verbeteren van de energie-efficiency bij rioolwaterzuivering. De waterschappen hebben afgesproken om elk jaar de energie-efficiency met twee procent te verbeteren. De ambitie is om in 2020 dertig procent efficiënter te werken. In dit kader is op 10 maart 2009 door de MJA-sector Zuiveringsbeheer een themabijeenkomst georganiseerd waar ervaringen met betrekking tot het onderwerp 'biogas' gepresenteerd zijn.

1.2. Doelstelling

Het doel van de themabijeenkomst is onder andere de kansen en onderwerpen te identificeren voor het opstarten van een gebruikersgroep Biogas. Hiertoe dient eerst de huidige situatie omtrent biogas bij de waterschappen geïnterpreteerd te worden. De gegevens uit deze inventarisatie dienen als benchmark en ter identificatie van zaken die de sector gezamenlijk wenst uit te zoeken.

Witteveen+Bos heeft in opdracht van SenterNovem de inventarisatie uitgevoerd. In dit rapport zijn de uitkomsten van deze inventarisatie beschreven.

1.3. Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de resultaten van de inventarisatie Biogas. In hoofdstuk 2 is de theoretische achtergrond van de gistinginstallaties toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de analyses en methoden die zijn toegepast om de antwoorden te inventariseren. In hoofdstuk 4 worden de resultaten weergegeven in de vorm van grafieken, afbeeldingen en tabellen en de benodigde aanvullende beschrijvingen. In Hoofdstuk 5 en 6 is de inventarisatie en bijeenkomst biogas geëvalueerd waarna bepaalde conclusies zijn getrokken. De data van de inventarisatie zijn apart op CD-rom bijgevoegd.

2. THEORIE

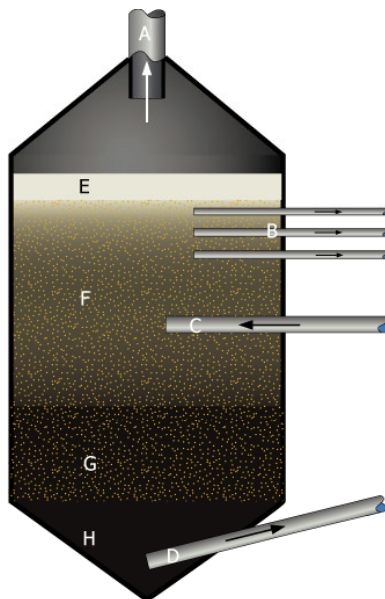
2.1. Slibgisting

Slibgisting is een biologisch proces waarbij organische stoffen grotendeels worden omgezet in methaan, kooldioxide en water. Methaan en kooldioxide vormen samen het gistingsgas. De voordelen van gistinginstallaties liggen veelal in energierugwinning (hogere energie-efficiency), een betere ontwaterbaarheid van het uitgegiste slib (minder chemicaliënverbruik ontwatering) en vermindering van de drogestofvracht (minder reststofproductie). Daarnaast kan het geproduceerde biogas worden benut als energiebron.

2.2. Gistingtanks

Een gistingstank bestaat veelal uit een cilindrische of eivormige tank. De temperatuur ten behoeve van de slibgisting ligt tussen de 30-55 °C. Binnen deze temperatuurrange kan er een onderverdeling gemaakt worden tussen mesofiele gisting (30-40 °C) en thermofiele gisting (> 50 °C). Mesofiele gisting is het meest toegepaste proces vanwege de stabiliteit. De rendementen van mesofiele gisting zijn echter lager in vergelijking tot thermofiele gisting. Vaak wordt geproduceerd biogas en/of warmte gebruikt voor de benodigde warmte van mesofiele- of thermofiele gisting. Andere operationele aspecten voor de slibgisting zijn te vinden in de verblijftijd welke varieert tussen 10 en 30 dagen. De pH blijft redelijk neutraal tussen 6,8 en 7,2. Voorafgaand aan de gisting kunnen stromen mechanisch (bandindikker) of gravitair (indiktank) ingedikt worden, zodat gistingsreactoren kleiner uitgevoerd kunnen worden. De uitvoering van een gistinginstallatie is nader toegelicht in Afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Schematische weergave van een slibgistinginstallatie



- A afvoer gas
- B afvoer slibwater
- C aanvoer vers slib
- D afvoer van uitgegist slib
- E Gas
- F Slibwater
- G Gistend Slib
- H Uitgegist Slib

De eindproducten van het gistingsproces, biogas en uitgegist slib, kunnen op verschillende wijze gebruikt en benut worden. Uitgegist slib wordt verder ontwaterd voordat het veelal wordt opgehaald door een daarvoor bevoegd slibverwerkingsbedrijf. Het biogas wordt in de meeste gevallen in een warmtekracht(koppeling)installatie omgezet in elektriciteit (30% rendement) en mogelijk warmte (rendement 50%). In sommige situaties wordt biogas anders benut.

Co-vergisting

Om extra biogas te produceren is het mogelijk om ook andere goed vergistbare reststromen te verwerken in de slibgistinginstallatie, de zogenaamde co-vergisting. Als goed vergistbare reststromen kan onder andere vet afkomstig uit vetvangs bij horeca of organisch afval uit de levensmiddelen industrie worden gebruikt. In de praktijk is gebleken dat bij co-vergisting aanvullende technische voorzieningen noodzakelijk zijn, gezien de eigenschappen van het te vergisten materiaal. Ook zal het extra onderhoud aan de gistinginstallatie tot gevolg hebben. Daarnaast zijn er juridische- en vergunningstechnische knelpunten om co-vergisting mogelijk te maken.

3. METHODE EN ANALYSE

3.1. Organisatie van het onderzoek

Voor de projectuitvoering heeft SenterNovem in samenwerking met Witteveen+Bos een vragenlijst opgesteld van in totaal 41 vragen over productie en toepassing van biogas bij communale afvalwaterzuiveringen die zijn uitgerust met een gistingsinstallatie. Deze vragenlijst is met een begeleidende brief met daarin de aanleiding en het doel van de inventarisatie en het verzoek tot maximale medewerking, verstuurd naar de deelnemende Waterschappen. De resultaten van de inventarisatie zijn vastgelegd in een spreadsheetdatabase en verwerkt in een beknopt rapport voorzien van conclusies ter verbetering van de biogasproductie en -toepassing. Ook zijn de gegevens gepresenteerd op de themabijeenkomst.

Gezien de doorlooptijd van het project tot aan de themabijeenkomst dienden de, door de waterschappen aan te leveren gegevens, reeds beschikbaar te zijn binnen de organisaties. De waterschappen maakten daarbij naar verwachting gebruik van zelfstandig verzamelde gegevens vanuit de eigen Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer. Rekening moet worden gehouden met een bepaalde mate van onvolledigheid (per zuiveringsbeheerder of op de totale populatie van de 25 waterschappen). Daar waar beschikbaar en nuttig is gebruik gemaakt van reeds aanwezig CBS-gegevens.

3.2. Methode

De vragenlijst is opgesteld in samenwerking met SenterNovem en is verstuurd naar de 25 waterschappen. Een voorbeeld van de vragenlijst is gegeven in Afbeelding 3.1. De vragen zijn gepresenteerd in de eerste kolom. Toelichting op de deze vraag met betrekking op het antwoord wordt gegeven in de tweede kolom. Het antwoord op de vraag kan ingevuld worden in de derde kolom. Het antwoord kan zijn een getal (met de gegeven eenheid in de volgende kolom), een mogelijkheid uit een keuze optie of een beschrijving. Een eventuele toelichting op de vraag kan worden gegeven in de laatste kolom.

De vragenlijst is bestemd voor alle rwzi's die uitgerust zijn met een gistingsinstallatie. Alle geretourneerde vragenlijsten zijn bij elkaar gevoegd en bewerkt voor een totale inventarisatie waarna de gegevens gepresenteerd en geanalyseerd kunnen worden. De vragen in de vragenlijst zijn als volgt gesteld:

Algemeen

1. naam van het waterschap
2. contactpersoon
3. naam van de rwzi
4. bouwjaar van de gisting
5. ontwerpcapaciteit van de
6. slibbelasting van het actief-slibproces van de rwzi
7. de verstrekte gegevens hebben betrekking op het jaar

Productie

1. primair-slibproductie van de rwzi
2. secundair-slibproductie van de rwzi
3. extern-slibaanvoer
4. welk type slib wordt vergist?
5. wordt er aardgas toegepast bij de gisting
6. in het geval er aardgas wordt gebruikt, wat is het toegepaste ontsluitingsmechanismen?
7. drogestofgehalte van de gisting
8. asgehalte in de gisting
9. verblijftijd in de gisting
10. temperatuur in gisting
11. warmtevraag gisting
12. wat is de uitgegiste slibproductie?
13. afbraak over gisting

Toepassing

1. wordt het biogas benut?
2. welk type WKK of ketel wordt is in gebruik
3. in welke verdeling en met welk rendement vindt de omzetting
4. wat is de specifieke energieopbrengst?
5. wordt de biogassamenstelling gemeten
6. wordt gas afgefakkeld?
7. hoe frequent wordt gefakkeld?
8. wordt de warmte nuttig toegepast?
9. welke plannen zijn er m.b.t. het plaatsen van nieuwe vergisters, het opwerken naar aardgaskwaliteit van het biogas en het plaatsen van nieuwe gasmotoren
10. praktijktips voor verbetering van vergistingsproces m.b.t. het afbraakpercentage en de energiehuishouding

De vragen van algemene aard zijn gebruikt voor de identificatie van de zuiveringen met een toegepaste gistinginstallatie. Met behulp van de vragen over de productie is het mogelijk gemaakt om inzicht te krijgen in de specificatie van hoeveelheden en type vergisting. De vragen onder "toepassing" geven aan in hoeverre het geproduceerde biogas wordt gebruikt dan wel afgefakkeld, daarnaast geven deze vragen tevens het nut en eventuele noodzaak aan van het gebruik van biogas.

Er is rekening gehouden met het feit dat niet alle gevraagde gegevens worden gemeten of gelogd bij alle rwzi's waardoor er gaten in de inventarisatie kunnen ontstaan.

3.3. Analyse

Er zijn verschillende methoden toegepast om de gegevens inzichtelijk te maken. De relevante antwoorden op de algemene vragen zijn gebundeld per waterschap en samengevat in een tabel. Voor de inventarisatie naar de productie en toepassing ervan is zoveel mogelijk getracht de getallen weer te geven in grafieken waarin de gemiddelde waarde en spreiding in aantallen wordt weergegeven. Andere toegepaste analyses zijn totale slibgisting- en biogasproducties van verschillende stromen. Daarnaast zijn de omstandigheden van de gistinginstallaties in kaart gebracht door aantallen weer te geven voor verschillende kenmerken zoals verblijftijd, temperatuur en toegepaste technieken etc..

Ter aanvulling op de vragenlijst zijn de gegevens gebruikt die beschikbaar zijn bij het CBS (www.cbs.statline.nl). Dit zijn cijfers met betrekking op de totale biogasproductie en type biogas- en energieverbruik in de Nederlandse rwzi's in m³/jaar.

4. RESULTATEN

4.1. Algemene gegevens

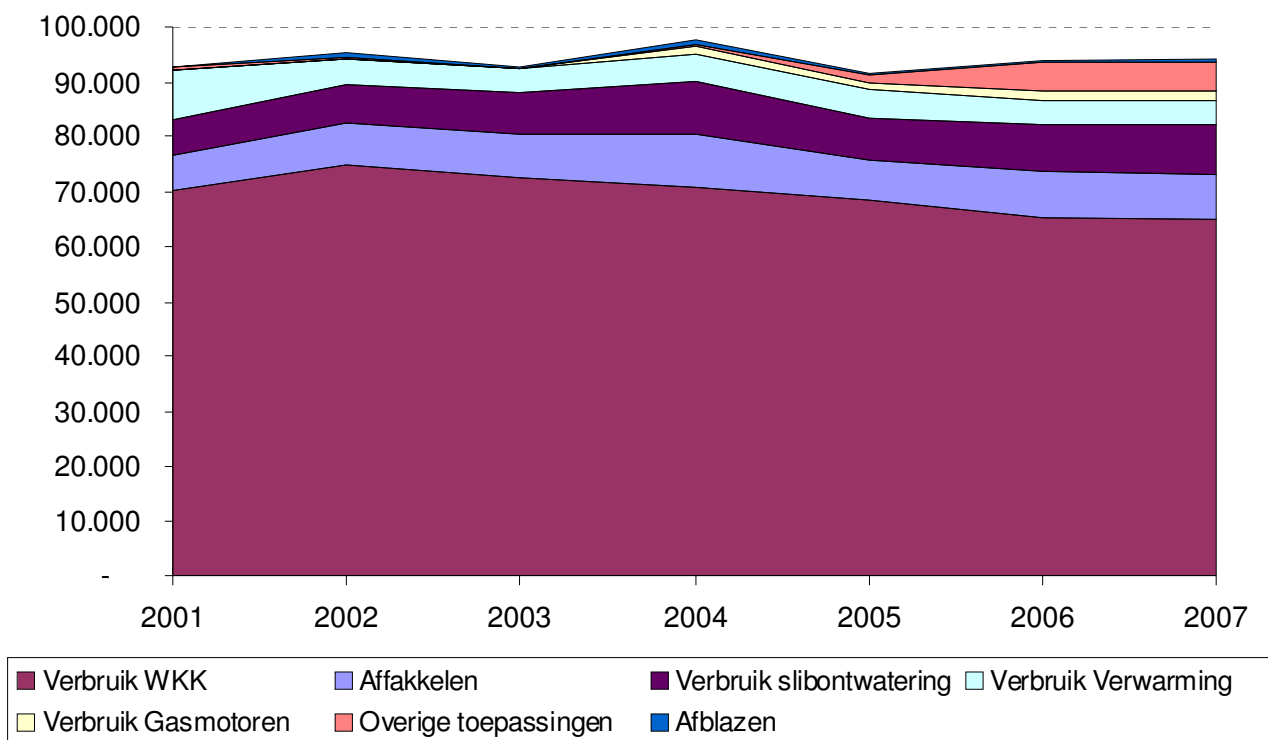
De beschikbare gegevens bij het CBS gerelateerd aan biogasproductie en vergisting zijn gegeven in Tabel 4.1

Tabel 4.1 CBS gegevens (statlin.cbs.nl) gisting en biogas gegevens per jaar

Onderwerpen	eenheid	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Productie	1 000 m3	94.339	96.609	93.942	96.648	91.139	95.091	95.151
Verbruik gasmotoren WKK installatie	1 000 m3	70.435	74.925	72.777	70.658	68.346	65.016	64.850
Verbruik gasmotoren directe aandrijving	1 000 m3	-	-	-	1.455	1.527	1.628	1.690
Verbruik voor opwarming slibgistingstank	1 000 m3	9.186	4.705	4.548	4.913	5.073	4.543	4.600
Verbruik voor slibontwatering	1 000 m3	7.854	8.337	8.786	8.620	6.258	865	600
Afgefakkeld	1 000 m3	6.248	7.329	7.530	9.712	7.536	8.506	8.600
Afgeblazen	1 000 m3	-	1.197	278	939	400	325	375
Andere toepassingen of onbekend	1 000 m3	616	116	24	348	1.251	5.198	5.300
E-Productie in WKK installaties	GWh	163	143	149	166	153	151	154
E-rendement biogas	KWh/m3 biogas	2,3	1,9	2,0	2,3	2,2	2,3	2,4
Warmteproductie	TJ	-	-	-	1.091	1.036	887	875
Warmterendement biogas in WKK en CV	MJ/m3 biogas	-	-	-	14,4	14,1	12,8	12,6

Om het beeld visueel toe te lichten zijn de gegevens uit Tabel 4.1 samengevat in Afbeelding 4.1

Afbeelding 4.1 CBS gegevens (statlin.cbs.nl) gisting en biogas gegevens per jaar



De totale jaarlijkse biogasproductie ligt sinds het jaar 2001 rond de 95 miljoen m³. Fluctuaties over deze periode zijn redelijk beperkt. Afbeelding 4.1 laat duidelijk zien dat het overgrote deel van de mogelijke biogasproductie wordt gebruikt in de WKK installaties (zie donkerrode vlak). Ook is duidelijk te zien dat

er nog altijd een substantieel deel wordt afgefakkeld (zie paars vlak), dit is een hoeveelheid biogas dat (indien mogelijk) elders toegepast kan worden. Daarnaast is er sinds het jaar 2003 en groei en totstandkoming van de categorieën 'verbruik gasmotoren' en 'Overige toepassingen' (zie oranje vlak).

De antwoorden op de algemene vragen die van belang zijn voor de biogasproductie zijn per waterschap (zie eerste kolom) samengevat in Tabel 4.2. Het totaal aantal rwzi's betreft het aantal zuiveringen uitgerust met een gistinginstallatie. Het wordt niet uitgesloten dat er zuiveringen zijn met een gistinginstallatie die aan deze lijst ontbreken.

Tabel 4.2 Algemene gegevens gemiddeld per waterschap

Organisatie	aantal rwzi's met gisting	slibbelasting [kg BZV/kg s.dag]	ontwerpbelasting [i.e.]
aa en maas	3	0,30	199.000
brabantse delta	4	0,05	316.915
delfland ¹	3	0,03	598.333
dommel	2	0,05	247.500
fryslân	4	0,04	120.750
groot salland	4	0,12	140.266
hollands noorderkwartier	5	0,13	146.920
hollandse delta	1	2,7 / 0,1	620.000
hunze en aa's	3	0,04	97.533
limburg	9	0,07	126.356
noorderzijlvest	1	2,5 / 0,08	375.000
reest en wieden	3	0,07	99.053
regge en dinkel	4	0,04	188.934
rijn en ijssel	4	0,06	214.166
rijnland	6	0,07	127.167
rivierenland	3	0,17	267.333
schieland en krimpenerwrd	1	0,05	360.000
stichtse rijnlanden	3	0,05	349.283
vallei en eem	6	0,05	196.500
velt en vecht	1	0,06	233.000
veluwe	4	0,04	195.000
waternet	7	0,06	226.257
zeeuws vlaanderen	1	0,04	129.693
zeeuwse eilanden	2	0,07	150.000
zuiderzeeland	2	0,05	79.536
som / gemiddelde / gemiddelde	86	0,07	236.555

Tabel 4.2 laat zien dat in totaal 86 communale gistinginstallaties zijn opgegeven. Wanneer er wordt uitgegaan van in totaal 368 RWZI's² dan zijn ongeveer 24% van de zuiveringen in Nederland uitgerust met een gistinginstallatie. De gemiddelde slibbelasting voor de RWZI's varieert van 0,015 (rwzi Drachten) tot maximaal 0,52 (rwzi Land van Cuijk) kg BZV/kg ds.dag, in totaal is de landelijke slibbelasting gelijk aan 5,89 kg BZV/kg ds.dag. De ontwerpbelasting van de rwzi's met gisting varieert tussen 23.800 i.e. (rwzi Maarssen) en 1.300.000 i.e. (rwzi Harnaspolder).

¹ Waterschap Delfland heeft 4 rwzi's met een vergistingsinstallatie. rwzi Houtrust is niet opgenomen in de tabel en inventarisatie omdat deze recentelijk verbouwd is en nog niet representatief operationeel is.

² totaal aantal RWZI's 6 juni 2009

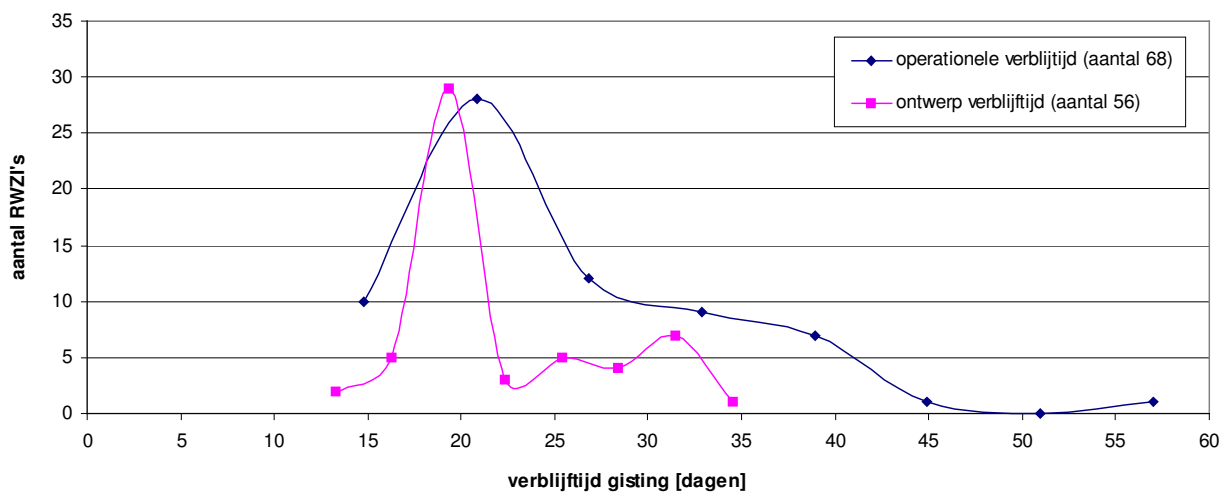
4.2. Inrichting gistingsinstallatie

De gistingsinstallaties zijn in 85% van de gevallen uitgerust met een WKK-installatie en in 87% van de gevallen is de tank geïsoleerd om warmteverlies tegen te gaan. In Afbeelding 4.2 is de operationele- en ontwerp verblijftijd gegeven tegen het aantal bijbehorende gistingsinstallaties. Over het algemeen varieert de operationele verblijftijd van ongeveer 12 tot 45 dagen met een gemiddelde verblijftijd van rond de 27 dagen. De gemiddelde ontwerpverblijftijd ligt rond de 22 dagen, wat neerkomt op een reserveverblijftijd van circa 5 dagen.

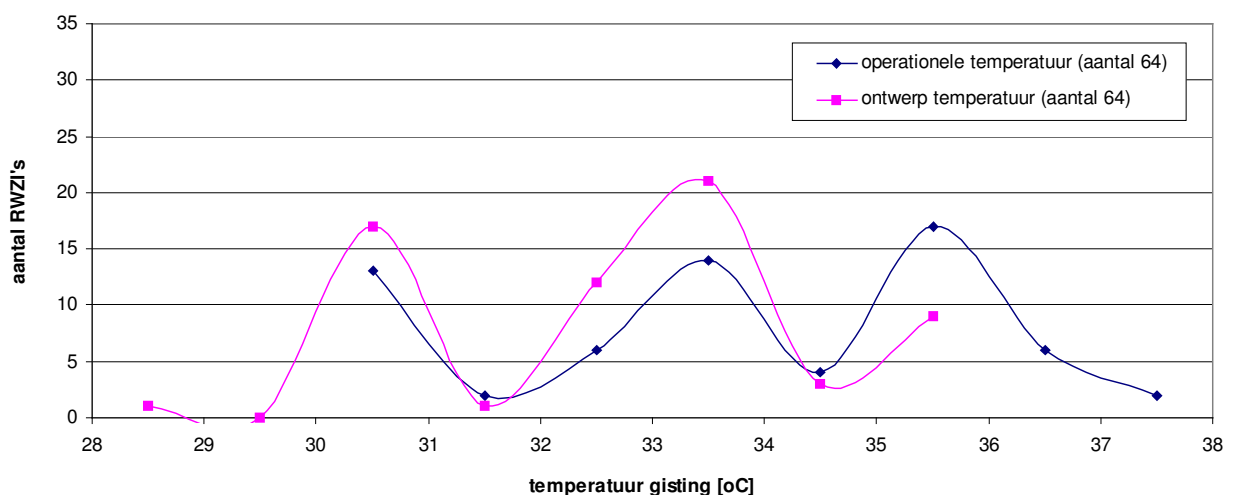
De temperatuur in de gisting varieert over het algemeen van 30 tot 36 °C. Deze temperatuurrange komt overeen met mesofiele gisting. Slechts in enkele gevallen wordt warme, koude of gemengde gisting toegepast.

Voor de meest gistingsinstallaties (61) geldt dat de menging plaats vindt door middel van gasinblazing. Andere mogelijkheden zijn systemen als BIMA, Heatmix en mechanisch mixen.

Afbeelding 4.2 verblijftijd in de gisting



Afbeelding 4.3 temperatuur in de gisting



4.3. Operationele aspecten

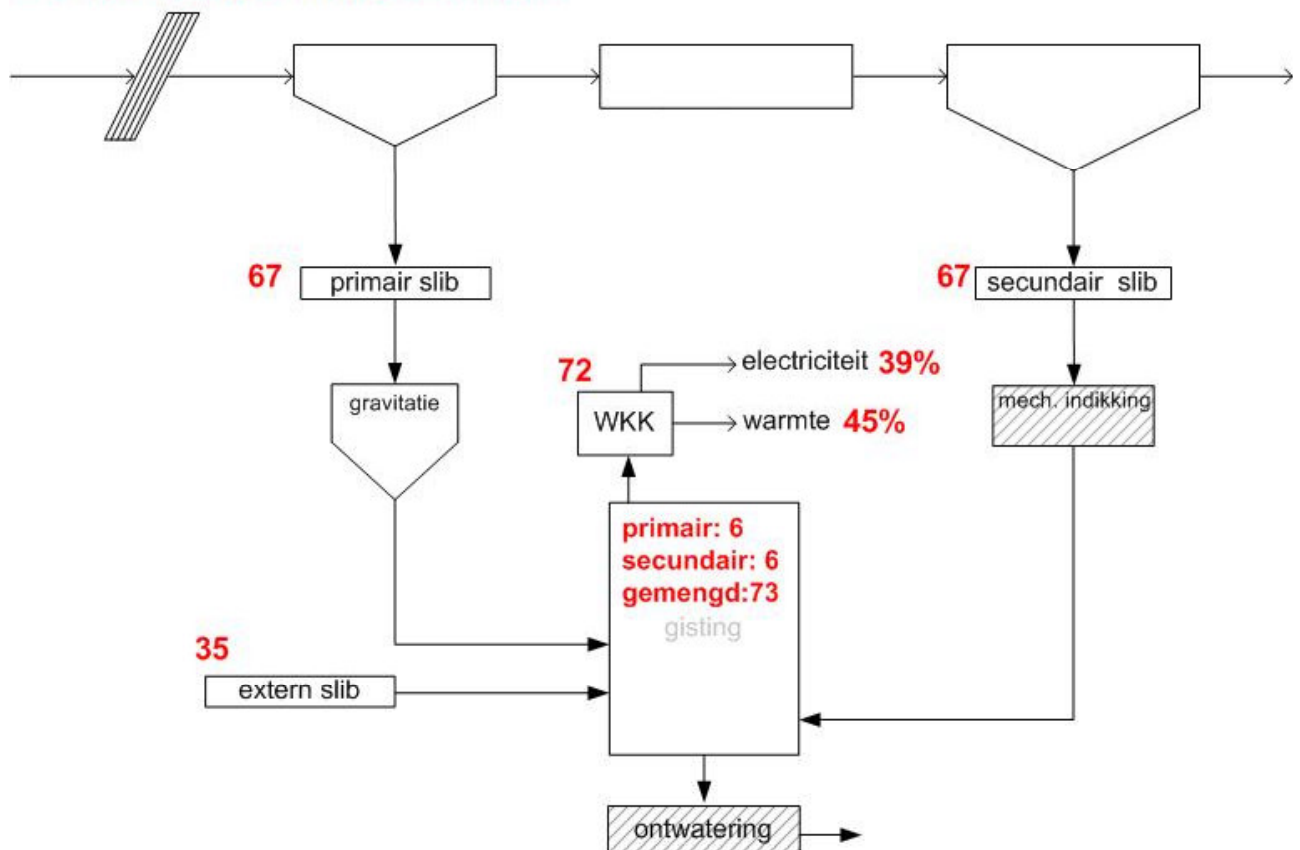
Problemen als schuimvorming of zandaccumulatie komt in respectievelijk 24% en 40% van de gevallen voor. Schuimvorming is mogelijk een resultaat van het toevoegen van externe stromen met een andere organische samenstelling. Hierdoor kan beschadiging van het gassysteem inclusief leidingen optreden. Ook is het mogelijk dat schuim uit de tank stroomt waardoor niveaumetingen verstoord worden. Schuimvorming kan tegengegaan worden door antischuimproducten. Zandaccumulatie en het volume ervan zijn over het algemeen moeilijk te bepalen, omdat de gistingsinstallatie alleen in hele uitzonderlijke gevallen leeggehaald wordt.

Veelal wordt het vergisten van externe slibstromen verward met het proces co-vergisting. In enkele gevallen (Waalwijk, Nieuwe Waterweg, Apeldoorn, Tilburg en Beilen) wordt co-vergisting specifiek benoemd en toegepast. In de desbetreffende gevallen worden veelal vetstromen of andere stromen met een hoog CZV-gehalte toegepast ter co-vergisting.

4.4. Slib- en biogasproductie

In Afbeelding 4.4 zijn de aantallen in gistingsinstallaties gegeven die in het bezit zijn van de desbetreffende slibstromen, gisting en productie. Afbeelding 4.4 geeft aan dat er 67 gistingsinstallaties zijn die primair slib produceren, 67 gistingsinstallaties die secundair slib produceren en 35 gistingsinstallaties die tevens extern slib van bijvoorbeeld andere rwzi's vergisten. Van deze geproduceerde slibstromen zijn er 73 gistingsinstallaties die deze slibstromen gemengd behandelen. Er zijn 6 rwzi's (rwzi Boxtel, Meppel, Arnhem Zuid, Weesp, Elburg en s'Hertogenbosch) die slechts primair slib vergisten en 6 rwzi's (rwzi Burgum, Heemstede, Leiden Noord, Leiden Zuid West, Harderwijk en Asten) die slechts secundair slib vergisten. Van de 80 gistingsinstallaties zijn er 68 uitgerust met een WKK installatie waarna het biogas wordt omgezet in gemiddeld 45% warmte en 39% elektriciteit

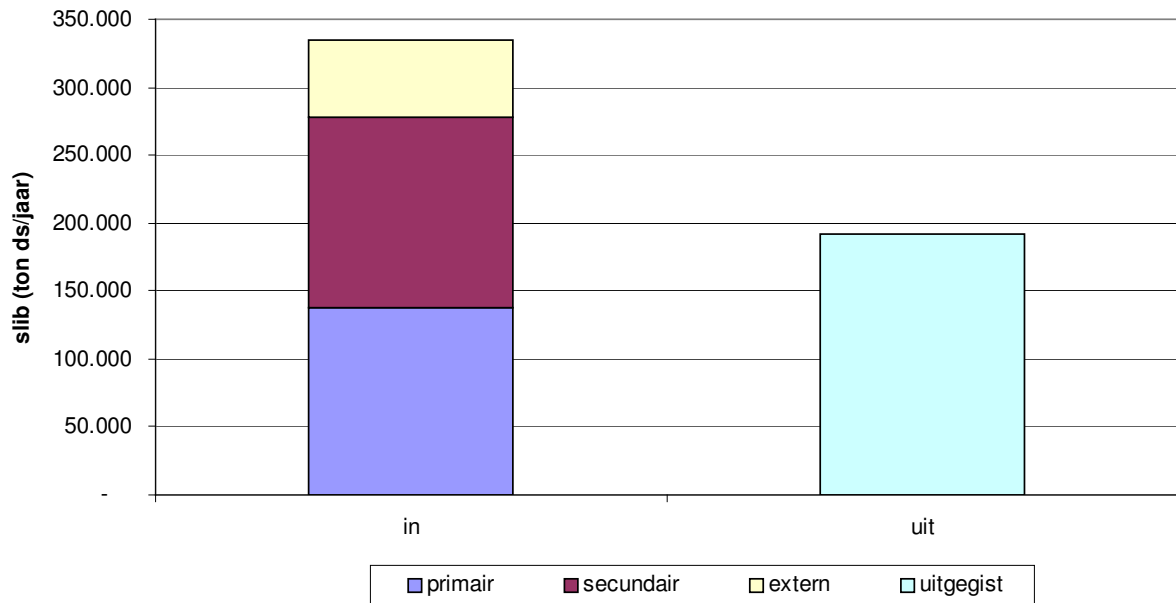
Afbeelding 4.4 aantallen configuratie van de slibstromen en gisting



Het is aannemelijk dat het externe slib veelal afkomstig is van andere rwzi's die niet zijn uitgevoerd met een slibgistingsinstallatie.

Naast de aantallen die weergegeven zijn in Afbeelding 4.4, is de totale slibproductie en uitgegiste slib hoeveelheid weergegeven in Afbeelding 4.5. De paarse balk geeft de totale primaire slibproductie weer, de rode balk geeft de totale secundaire slibproductie weer en de gele balk duidt op de extern toegevoegde slibstroom. De totale ingaande slibproductie is op deze manier gelijk aan 335.000 ton ds/jaar. De totale uitgegiste slibproductie is gelijk aan 192.000 ton ds/jaar (74 antwoorden).

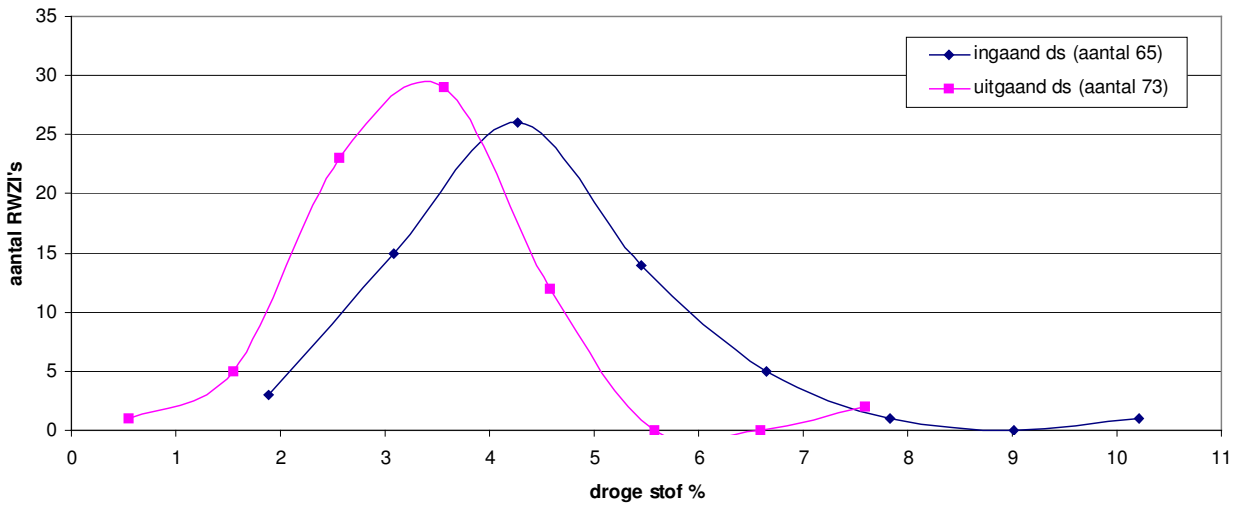
Afbeelding 4.5 Slibproducties



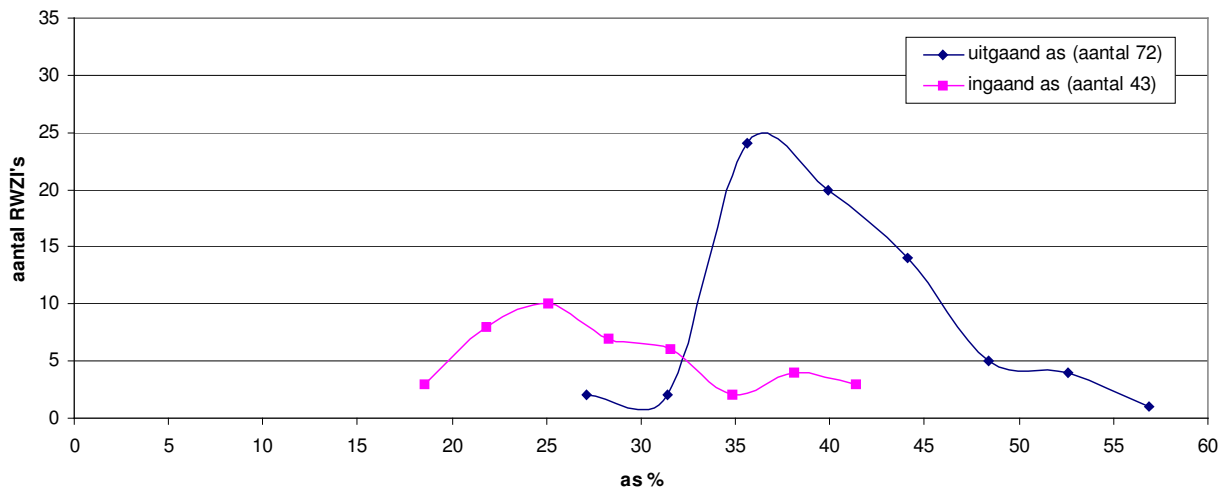
De hoeveelheid drogestof die omgezet is in biogas is gelijk aan het verschil tussen het totaal ingaande ton ds/jaar minus het totaal uitgaande ton ds/jaar, gelijk aan 143.000 ton ds/jaar, wat gelijk is aan een ds-afbraakpercentage van 42%. De gemiddelde ds-afbraak die apart benoemd is in de inventarisatie is gelijk aan 33% (voor 58 antwoorden). Het is dus mogelijk dat een deel van het verschil te wijten is aan ontbrekende antwoorden ten opzichte van de hoeveelheid antwoorden voor de berekening.

Het in- en uitgaande slib heeft een bepaald ds- en asgehalte welke aangegeven zijn in Afbeelding 4.6 en Afbeelding 4.7. In deze grafieken is het percentage droge stof respectievelijk asgehalte uitgezet tegen het aantal gistinginstallaties waarvoor de bijbehorende waarde geldt.

Afbeelding 4.6 Ingaande en uitgaande drogestofgehaltenes



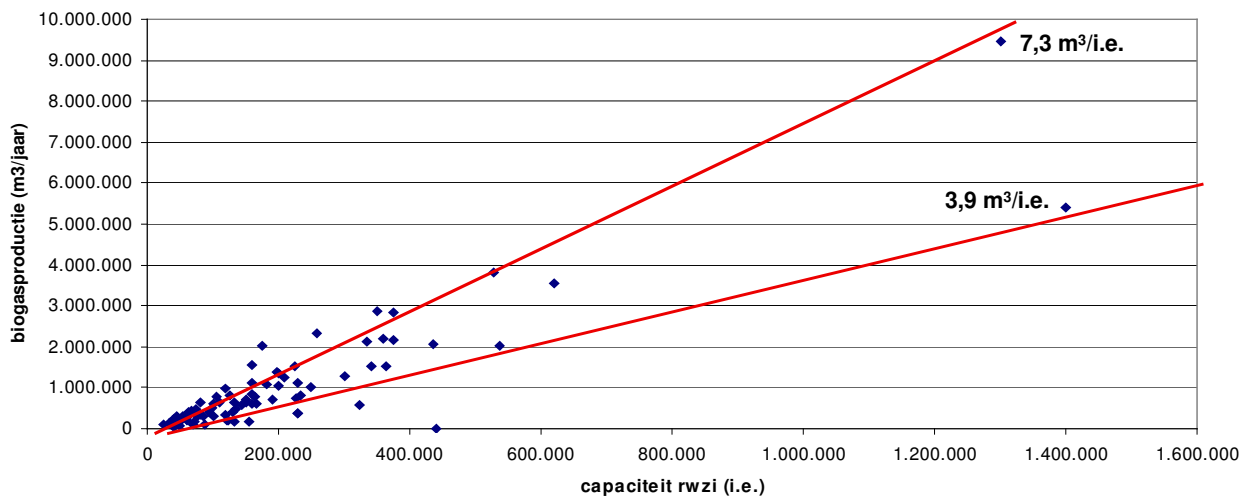
Afbeelding 4.7 Ingaande en uitgaande asgehalte



In de grafieken is te zien dat het ingaande drogestofgehalte met gemiddeld 4,5% hoger ligt dan het uitgaande drogestofgehalte van gemiddeld 3,3% wat duidt op een omzetting van organische stof naar biogas. Het ingaande asgehalte ligt met gemiddeld 28% lager dan het uitgaande asgehalte van gemiddelde 40%, dit percentage is gestegen als gevolg van het dalende drogestofgehalte.

In Afbeelding 4.8 is de opgegeven biogasproductie voor de gistinginstallaties aangeven in een grafiek waarin deze is uitgezet tegen de bijbehorende capaciteit in i.e. Per rwzi is dus niet nader toegelicht in hoeverre de biogasproductie bepaald wordt door externe slibstromen.

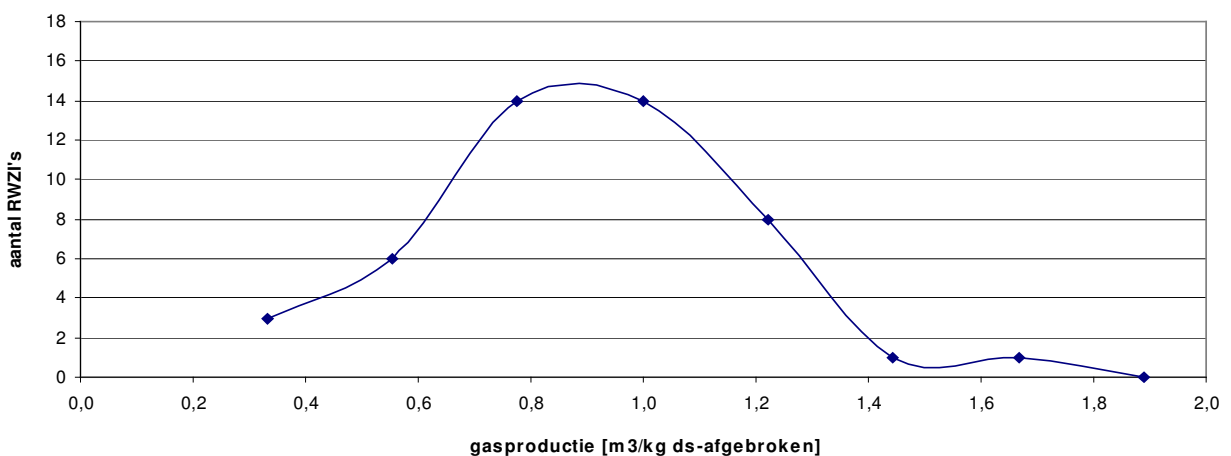
Afbeelding 4.8 Biogasproductie per capaciteit slibverwerking/rwzi



In de grafiek is de range waarbinnen de productie van de verschillende gistingsinstallaties ligt, gegeven met een maximale range van 7,3 m³/i.e (slibverwerking van 1,3 miljoen i.e. op rwzi Amsterdam West) en 3,8 m³/i.e (slibverwerking van 1,4 miljoen i.e. op rwzi Harnaspolder). De som van de biogasproductie is daarbij gelijk aan 85 miljoen m³/jaar voor 86 opgegeven installaties.

De gemiddelde biogasproductie per hoeveelheid afgebroken drogestof voor een gistingsinstallatie is weergegeven in Afbeelding 4.9. De grafiek is geconstrueerd met behulp van 54 gegeven antwoorden.

Afbeelding 4.9 Aantal rwzi's met hun volume gasproductie per kg ds



De grafiek geeft duidelijk weer dat de gasproductie ligt tussen 0,3-1,5 m³/kg afgebroken drogestof met een gemiddelde rond 0,95 m³/kg afgebroken drogestof. Een dergelijke gasproductie wordt vaak enigszins beïnvloed door de verschillende seizoenen. Door enkele Waterschappen is in totaal voor 21 gistingsinstallaties aangegeven dat de biogasproductie wordt beïnvloed door een piek/dip in de zomer of in de winter. Voor de gegeven antwoorden varieerde de factor voor de zomerpiek/dip tussen de 0,7 en 2 met een gemiddelde van 1,18. De factor voor de winterdip ligt tussen de 0,5 en 1,5 met een gemiddelde van 0,96.

rekenvoorbeeld

De gasproductie in m³/jaar kan ook worden berekend met behulp van de gegevens uit Afbeelding 4.5 en Afbeelding 4.9. Uit Afbeelding 4.9 kan worden afgeleid dat de gemiddelde gasproductie gelijk is aan

0,95 m³/kg ds-afgebroken. Uit Afbeelding 4.5 blijkt dat er tijdens de gisting minstens 143.000 ton ds/jaar wordt afgebroken. Wanneer deze waarden met elkaar worden vermenigvuldigd resulteert dit in 135.900.000 m³ biogas/jaar. Deze berekende waarde is beduidend hoger dan de som van de opgegeven waarde van 85.000.000 m³/jaar. Volgens de gegevens van het CBS, zie Afbeelding 4.1, is de gemiddelde landelijke gasproductie over 2007 gemiddeld 95 miljoen m³/jaar.

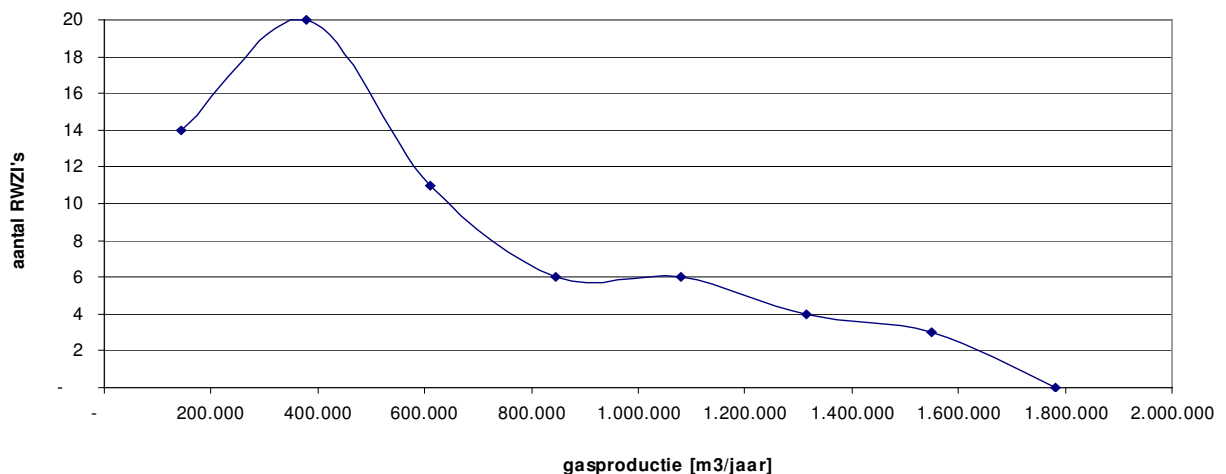
Het verschil tussen de opgegeven biogasproductie en de gegevens van het CBS valt mogelijk te verklaren doordat er een foutenmarge in de opgegeven en de berekende waarde. Ook is de kans op een foutenmarge redelijk groot aangezien de desbetreffende producties moeilijk te meten zijn en niet door alle rwzi's nauwkeurig gemeten en/of gelogd wordt.

4.5. Energie

In Afbeelding 4.10 is de biogasproductie weergegeven voor het aantal bijbehorende gistingsinstallaties. Deze grafiek is gebaseerd op 86 beantwoorde en toegelichte vragen. Om deze grafiek te construeren zijn er echter 8 maximale waarden tussen 1.800.000 en 5.400.000 m³/jaar weggelaten zodat het mogelijk werd om duidelijk de waarde weer te geven die geldt voor de meeste afvalwaterzuiveringen.

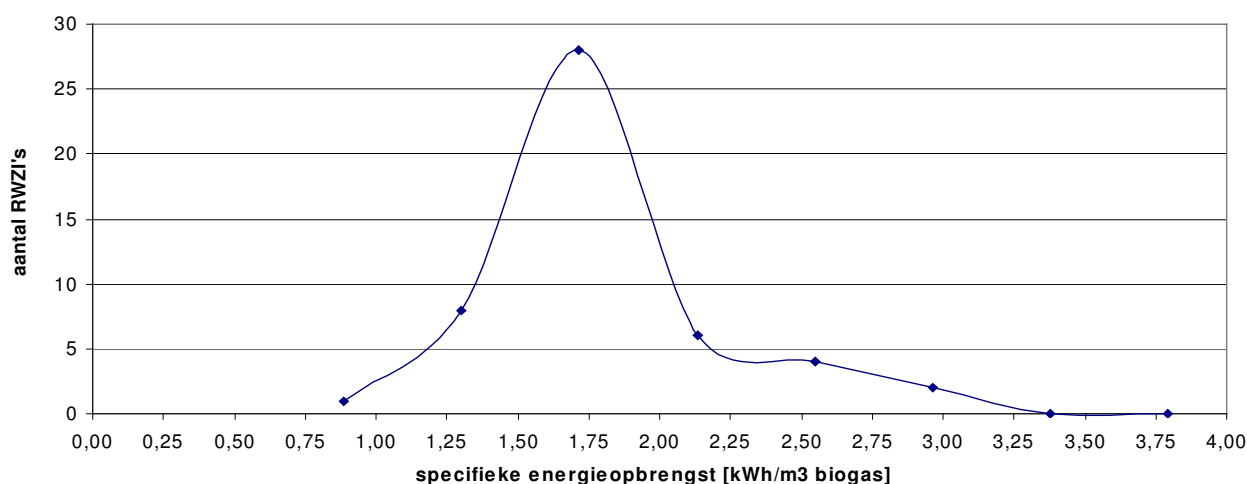
De opgegeven biogasproductie per gistingsinstallatie is gemiddeld gelijk aan 1.020.000 m³/jaar. De meeste gistingsinstallaties hebben echter een lagere biogasproductie.

Afbeelding 4.10 Biogasproductie per installatie



In Afbeelding 4.11 is de opgegeven specifieke energieopbrengst uitgezet tegen het bijbehorende aantal gistingsinstallaties. Voor het construeren van deze grafiek zijn 49 van de 52 antwoorden gebruikt. De energieopbrengst per gistingsinstallatie bedraagt gemiddeld 1,75 kWh/m³ biogas.

Afbeelding 4.11 Specifieke elektrische energieproductie



De specifieke energieopbrengst is de energetische waarde van één m³ biogas dat wordt omgezet in elektriciteit. Dit, het rendement van de WKK, is ongeveer 30% van de totale basis energie-inhoud van een m³ biogas. De rest van de energetische waarde wordt omgezet in warmte en overige energieverliezen.

In totaal hebben 83 rwzi's opgegeven dat het geproduceerde biogas nuttig wordt gebruikt. In Tabel 4.3 en Tabel 4.4 is de toepassing van zowel biogas als warmte nader toegelicht. Niet alle rwzi's die aangegeven hebben het geproduceerde biogas nuttig te gebruiken hebben aangegeven voor welke toepassing dit wordt gebruikt waardoor het totale aantal niet overeenkomt.

Tabel 4.3 Toepassing biogas

toepassing biogas	aantal rwzi's
WKK	36
WKK en CV/verwarming	18
gasinblazing en verwarming	3
terugleveren aan elektranet	2
terugleveren aan gasnet	3
voeden van stoomketels	1
gasinblazing	1

Tabel 4.4 Toepassing warmte

toepassing warmte	aantal
verwarming gisting en gebouwen	33
verwarming gisting	15
verwarming van gebouwen	2
verwarming en slibontwatering	1
verwarming gisting en afvalwater AT	1
verwarming gisting en stadswarmte	1

In 82% van de gevallen is aangegeven dat er gebruikt wordt gemaakt van een gashouder voor de opslag van biogas, waarbij de capaciteit van een dergelijke gashouder varieert tussen 100 en 3.000 m³ met een verblijftijd van 1,5 tot 12 uur.

Voor de vergisting van slib wordt in 33% van de gevallen extra aardgas toegepast. Naast het nuttig gebruik van het biogas wordt door 81% van rwzi's nog regelmatig biogas afgefakkeld en gespuid door een tekort aan opslag en/of toepassingsmogelijkheden. De hoeveelheden van affakkelen variëren van 2-20% met een gemiddelde van 9,8% van het totaal geproduceerde biogas per rwzi.

rekenvoorbeeld

Met behulp van de informatie uit Afbeelding 4.10 en Afbeelding 4.11 kan worden berekend dat de gemiddelde energieopbrengst gelijk is aan: $1.020.000 \text{ m}^3 \text{ biogas/jaar} * 1,75 \text{ kWh/m}^3 \text{ biogas} = 1.785.000 \text{ kWh/jaar}$ per rwzi. In Nederland wordt de theoretische biogasproductie gelijk gesteld aan $85.000.000 \text{ m}^3 \text{ biogas/jaar} * 1,75 \text{ kWh/m}^3 \text{ biogas} = 148.750.000 \text{ kWh/jaar}$.

In theorie wordt doorgaans een waarde aangehouden van 22-23 MJ/m³ zijnde de totale calorische waarde van een m³ biogas. Deze waarde komt nauwgezet overeen met de gemiddelde opgegeven waarde van de verschillende rwzi's ($1,75 \text{ kWh/m}^3 / 0,3 * 3,6 \text{ Mj} = 21 \text{ MJ/m}^3 \text{ biogas}$).

Wanneer de gemiddelde energieopbrengst wordt vermenigvuldigd met de calorische waarde van een m³ biogas, dan is de totale calorische waarde gelijk aan: $1.000.000 \text{ m}^3/\text{jaar} * 22 \text{ MJ/m}^3 = 22 \text{ TJ/jaar}$

Het elektrische rendement van de energieopbrengst is circa 30%, dit komt overeen met $1,74 \text{ kWh/m}^3$. De elektrische benutting is dan gelijk aan: $1.020.000 \text{ m}^3/\text{jaar} * 1,75 \text{ kWh/m}^3 = 1,79 \text{ MWh/jaar} \rightarrow 6,5 \text{ TJ/jaar}$

Er wordt gesteld dat de warmteproductie een rendement heeft van 50%, dit is gelijk aan $3 \text{ kWh/m}^3 \text{ biogas}$. Waarmee de bijkomende warmteproductie is gelijk is aan: $1.020.000 \text{ m}^3/\text{jaar} * 3 \text{ kWh/m}^3 = 3060 \text{ MWh/jaar} \rightarrow 10,1 \text{ TJ/jaar}$

Ervan uitgaande dat elk geproduceerde kWh 0,12³ euro cent waard is, kan gesteld worden dat een elektriciteitsproductie van 6,5 TJ/jaar EUR 215.000 /jaar kan opleveren.

Op basis van de inventarisatie is bepaald dat de gemiddelde warmtevraag van een gistinginstallatie gelijk is aan 5,2 TJ/jaar. Wanneer er voor deze warmtevraag de beschikbare en geproduceerde warmte gebruikt wordt kan hiermee EUR 170.000 /jaar bespaard worden. De overige warmte kan, in plaats van affakkelen en indien mogelijk, gebruikt worden voor toepassingen elders.

4.6. Slibdesintegratie

Slibdesintegratie leek enige tijd een veelbelovende techniek waarmee werd beoogd de slibafbraak in gistingtanks te verbeteren. Recentelijk onderzoek heeft echter uitgewezen dat de haalbare resultaten minimaal zijn. Via de inventarisatie hebben twee gistinginstallaties aangegeven slibdesintegratie toe te passen. De eerste, rwzi Enschede gaf tevens aan het een onderdeel van een STOWA onderzoek betref en dat de desintegratie reeds stop gezet is. Bij de tweede rwzi met slibdesintegratie, Willem Annapolder, had het echter ook niet het gewenste effect waardoor de desintegrator uit bedrijf is genomen.

4.7. Plannen biogasbenutting

Naast alle inhoudelijke vragen naar de productie en gebruik/verbruik van slib en biogas zijn er ook vragen gesteld met betrekking tot de toekomstige plannen. Bijvoorbeeld tot het plaatsen van nieuwe vergisters, het opwerken naar aardgaskwaliteit van het biogas en het plaatsen van nieuwe gasmotoren. Uit de response is gebleken dat de helft van alle rwzi's plannen hiertoe heeft. De plannen variëren van het vernieuwen van de WKK installatie tot het opwerken van het biogas naar LBG of groengas. Verder specificaties zijn te lezen in de bijlage.

³ Deze waarde is in ieder geval van toepassing voor rwzi's met gisting van 237.000 i.e

5. EVALUATIE EN CONCLUSIE

De respons van de Waterschappen op de inventarisatie was 100%. Als meest belangrijke knelpunt in deze inventarisatie bleek echter het gebrek aan metingen en vastlegging van data binnen de slibstromen waardoor er voor bepaalde rwzi's een substantieel deel van de vragen niet beantwoord kan worden. De complete inventarisatie met de antwoorden van de rwzi's is bijgevoegd in bijlage I (digitaal bijgevoegd).

Op basis van de beantwoorde vragen uit de inventarisatie kan geconcludeerd worden dat gemiddeld 25% (86 gistinginstallaties van de 368 rwzi's) van de rwzi's in Nederland zijn uitgerust met een slibgistinginstallatie. Er wordt gesteld dat in ieder geval 17 van de 35 externe slibtoevoeren afkomstig zijn van andere rwzi's waardoor het totale percentage rwzi's dat slib vergist gelijk is aan circa 28%. Van dit percentage geeft 96% aan dit gas nuttig toe te passen met behulp van, onder andere, een WKK-installatie.

Uit de inventarisatie kwamen enkele mogelijkheden duidelijk naar voren. Uit de resultaten voor de operationele- en ontwerpverblijftijd bleek dat er gemiddeld 4 dagen over blijven die nog benut kunnen worden voor bijvoorbeeld een vorm van co-vergisting. Een andere mogelijkheid is het verhogen van het drogestofgehalte wat uiteindelijk resulteert in een grotere slibstroom die een langere verblijftijd behoeft. Uiteindelijk zullen beide mogelijkheden resulteren in een hogere biogasproductie.

Gemiddeld wordt er nog bijna 10% van de biogasproductie afgefakkeld of gespuid. De meest efficiënte mogelijkheden voor dit biogas is het intern of lokaal benutten, bijvoorbeeld het verwarmen van bepaalde water- en/of slibstromen en gebrouwen in de omgeving. Andere (minder efficiënte) mogelijkheden zijn bijvoorbeeld opslag van biogas, het opwerken van biogas naar aardgas kwaliteit en overgaan tot levering aan het net.

Van enkele rwzi's zijn er enkele praktijktips ontvangen voor verbetering van het vergistingsproces m.b.t. het afbraakpercentage en de energiehuishouding, deze praktijktips luiden als volgt:

1. Verblijftijd in de gisting verhogen: bijvoorbeeld door middel van een bandindikker (hoger drogestofgehalte bereiken); (nieuwe) ontsluitingsmethodes toepassen; het verhogen van het drogestofgehalte in de gisting (door recirculatie of sequentieel mengen);
2. Voorverwarmen ingaande slibstromen;
3. Optimalisatie van verschillende processen zoals het mengmechanisme (gasmenging vervangen door mechanisch menging);
4. Het maximaal benutten van het beschikbare gistvolume, bijvoorbeeld door middel van een extra externe slibaanvoer in het geval deze ruimte beschikbaar is, of toepassing van co-vergisting;
5. In het geval er noodzaak is tot affakkelen, spuien of wegkoelen is het gunstiger om de warmte te gebruiken voor het verder opwarmen van de gistingstank of het zuiveringsproces. Toepassen van warmte op externe locaties (zie voorbeeld rwzi Apeldoorn) heeft energetisch het grootste voordeel;
6. Opwerking van biogas tot hoogwaardigere brandstof is alleen energetisch verantwoord indien lokale toepassing (van energie en warmte via een WKK) niet mogelijk is en opwerking kosteneffectief en energetisch neutraal is;
7. Het verlagen van de slibleeftijd door het toevoegen van extra voeding, bijvoorbeeld externe slibstromen of door middel van co-vergisting;
8. Meer kansen benutten voor co-vergisting en externe energie- en warmtebenutting.

Met betrekking tot de co-vergisting vergisting werd benoemd dat het belangrijk is alleen over te gaan tot co-vergisting wanneer er vet of CZV stromen over zijn. Een concurrentie op commerciële vergisters van organischestofstromen is ongewenst.

De uiteindelijke mogelijkheden en kansen met betrekking tot biogas die het gebruik ervan tot een succes maken zijn afhankelijk van verscheidene factoren zoals de locatie, beschikbaar gistingvolume en slibstromen, overschotten en tekorten en mogelijkheden tot energieopslag.

In verband met de verwachte toekomstige schaarste aan fossiele brandstoffen en de gewenste reductie van de CO₂-uitstoot, wordt energiebesparing en de toepassing van duurzame energie gestimuleerd.

Tijdens de bijeenkomst biogas van 10 maart 2009 is de inventarisatie gepresenteerd, de presentatie is toegevoegd aan de bijlage. Naar aanleiding van deze bijeenkomst zijn er verschillende kansen en onderwerpen aan het licht gekomen die verder kunnen worden uitgewerkt/toegelicht voor een gebruikersgroep biogas.

BIJLAGE I Database Biogas

Digitaal bijgevoegd

BIJLAGE II Presentatie Inventarisatie Biogas

