



EXERGIE
EXPERTEN IN ENERGIE

Energiestudie

BAT services

Auteur(s): Matijs Geivers

Reviewer: Willem Boeve

Datum: 31 juli 2024





Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	2
AANSPRAKELIJKHEID	3
WIE ZIJN WE	4
OVERZICHT VAN FIGUREN	5
OVERZICHT VAN TABELLEN	6
1 INLEIDING EN KADER	7
1.1 BAT SERVICES	7
1.2 ENERGIEDESKUNDIGEN	7
2 TECHNISCHE BESCHRIJVING	8
2.1 SITUERING	8
2.2 ALGEMEEN	8
2.3 GEBRUIKTE TECHNOLOGIEËN	11
2.3.1 <i>Mesofiele vergisting</i>	11
2.3.2 <i>Scheiden van het digestaat</i>	11
2.3.3 <i>Droger</i>	11
2.3.4 <i>Indamper</i>	12
2.3.5 <i>Omgekeerde osmose (RO)</i>	12
2.3.6 <i>Biothermische droging</i>	12
2.3.7 <i>Luchtwater</i>	12
2.3.8 <i>Biogasbehandeling</i>	13
2.3.9 <i>Warmte-krachtkoppeling</i>	13
2.3.10 <i>Biomethaan productie</i>	13
2.3.11 <i>CO₂-liquefactie</i>	13
2.3.12 <i>Biomethaaninjectie</i>	14
3 ENERGIEVERBRUIK	15
3.1 ENERGIEVECTOREN	15
3.2 PRIMAIR EN FINAAL ENERGIEVERBRUIK	15
3.3 ELEKTRICITEITSVRAAG	16
3.4 WARMTEVRAAG	20
4 ENERGIEPRODUCTIE	23
4.1 WARMTEKRACHTKOPPELING	23
5 ENERGIE-EFFICIËNTIE	24
5.1 ANAEROBE VERGISTING	24
5.2 SCHEIDER	24
5.3 DROGER	25
5.4 INDAMPER	25
5.5 WARMTE-KRACHTKOPPELING	25
5.6 BIOMETHAANPRODUCTIE	26
5.7 CO ₂ -LIQUEFACTIE	27
6 MAATREGELEN	28
6.1 PRIJSBEPALING	28
6.2 ENERGIE-EFFICIËNTE MOTOREN	28
6.3 FREQUENTIESTURING	29
6.4 WARMTERECUPERATIE OP DE COMPRESSOREN T.H.V. HET FLUXYS INJECTIESTATION	29
7 CONCLUSIE	30
8 BIJLAGES	31
BIJLAGE 1 RENDEMENTSFICHE VAN DE GENSETS	31
BIJLAGE 2 TECHNISCHE FICHE VAN DE GENSETS	32



Aansprakelijkheid

Hoewel de analyses in dit document zorgvuldig, met een diepgaande technische bagage en een grondige kennis van de betrokken wetgeving werd uitgevoerd, zijn de conclusies uit deze analyses richtinggevend. Exergie bv kan dan ook op geen enkele manier verantwoordelijk gehouden worden voor de afdwingbaarheid of toepasbaarheid van zijn aanbevelingen, standpunten of adviezen.



In 2017 startte Exergie als een joint venture van Profex en Egeon. De focus ligt op het verder ontwikkelen van de **energie- en duurzaamheidsactiviteiten** van beide moederbedrijven.

Exergie richt zich op overheden en op kleine, middelgrote & grote ondernemingen in zo goed als alle sectoren.

2017



EXERGIE
EXPERTEN IN ENERGIE

EEN GREEP UIT ONS AANBOD

Ontdek nog veel meer diensten op www.exergie.be



ENERGIE

Energieaudits, -plannen en studies

Investeringsadvies, subsidieadvies

Energiecontracten



GEBOUWEN

Studie gebouwtechnieken

Duurzaamheidskaders:

BREEAM; GRO

Condiestaatmetingen



DUURZAAMHEID

CO₂-voetafdruk, CO₂-prestatieladder

Groene mobiliteit

Energieneutrale bedrijven & bedrijventerreinen



Samen ondernemen

Exergie maakt deel uit van de adviesgroep United Experts Group. Binnen dit kennisnetwerk vindt u nog tal van andere spelers die ook bij uw project betrokken kunnen worden. Geen versnippering, maar een complete aanpak in adviesverlening en een partner die meedenkt op lange termijn. Uw aanspreekpunt bij Exergie is uw contactpersoon en brengt op de gepaste manier de verschillende betrokken partners in beweging. Op die manier behoudt u het overzicht en kan u zich verder concentreren op uw eigen onderneming.

ONS NETWERK

+25 jaar ervaring

+400 experten

+10.000 klanten

+20.000 projecten



Overzicht van figuren

FIGUUR 1 VALORISATIEMOGELIJKHEDEN BIOGAS	8
FIGUUR 2: ALGEMEEN PRINCIPIEEL PROCESSHEMA DIGESTAATVERWERKING	9
FIGUUR 3: ALGEMEEN PRINCIPIEEL PROCESSHEMA BIOGASPRODUCTIE EN VALORISATIE	10
FIGUUR 4: BALANS ELEKTRISCHE VERBRUIKERS.....	17
FIGUUR 5 WARMTEVRAAG VERGISTERS	21
FIGUUR 6 WARMTEVRAAG DROOGINSTALLATIE	21
FIGUUR 7: WARMTESTROMEN OP JAARBASIS (MWH)	22



Overzicht van tabellen

TABEL 1 BEDRIJFSGEGEVENS AANVRAGER	7
TABEL 2 BEDRIJFSGEGEVENS ENERGIEDESKUNDIGE	7
TABEL 3 OVERZICHT VERMOGENS	13
TABEL 4 JAARLIJKS ENERGIEVERBRUIK	15
TABEL 5 INSCHATTING LOKALE ELEKTRICITEITSVRAAG PER VERBRUIKERSGROEP	16
TABEL 6 OVERZICHT OMZETTINGEN BIOGAS EN AARDGAS	16
TABEL 7: OVERZICHT ELEKTRISCHE VERBRUIKERS	18
TABEL 8 OVERZICHT VAN DE WARMTEVRAAG IN DE VERSCHILLENDE PROCESSEN	20
TABEL 9 VERGELIJKING CENTRIFUGE EN ZEEFBANDPERS	24
TABEL 10 VERGELIJKING VOORNAAMSTE TECHNOLOGIEËN VOOR OPWERKING VAN BIOMETHAAN (EBA, 2016)	26
TABEL 11: FINANCIËLE PARAMETERS VOOR MAATREGELEN	28
TABEL 12: RENDABILITEIT IE4 MOTOREN (T.O.V. IE3)	29



1 Inleiding en kader

1.1 BAT Services

BAT Services is een bedrijf gespecialiseerd in de valorisatie van organisch afval. Voorliggend project zal door anaerobe vergisting hernieuwbaar biogas recupereren uit organisch biologisch afval (OBA).

Tabel 1 bedrijfsgegevens aanvrager

Bedrijfsgegevens	
Bedrijfsnaam en rechtsvorm	BAT services
Ondernemingsnummer	BE0458.743.682
Adres	Adelaarstraat 26, 9051 Gent
Contactpersoon	Bart de Lathauwer
Functie contactpersoon	Bestuurder

1.2 Energiedeskundigen

De energiestudie is opgemaakt door Willem Boeve & Matijs Geivers van Exergie bv.

Tabel 2 bedrijfsgegevens energiedeskundige

Bedrijfsgegevens	
Bedrijfsnaam en rechtsvorm	Exergie bv
Ondernemingsnummer	BE 0678.913.886
Adres exploitatie	Koolmijnlaan 201 3582 Beringen
Contactpersoon	Willem Boeve – wibo@exergie.be Matijs Geivers – matijs.geivers@exergie.be

2 Technische beschrijving

2.1 Situering

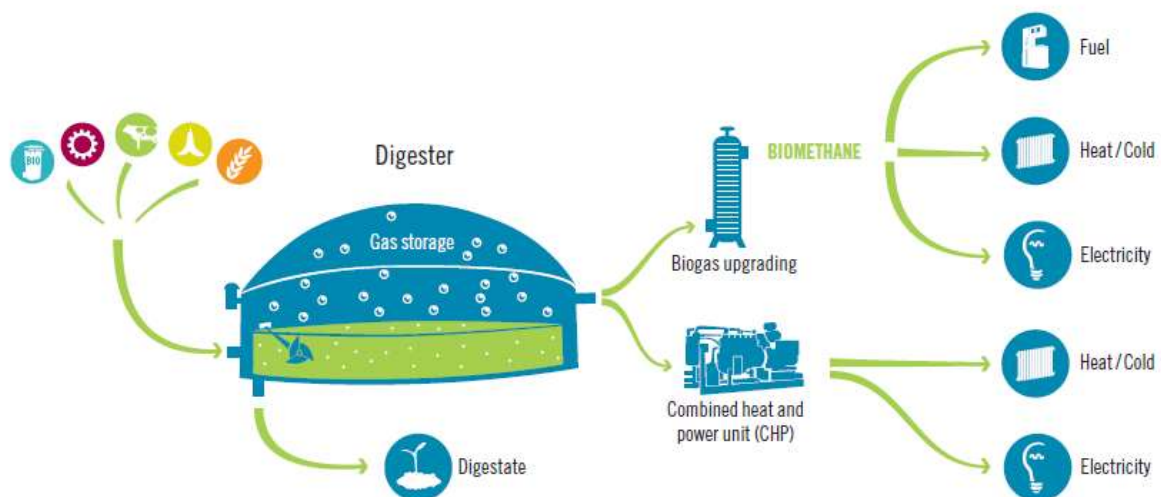
De inrichting is gelegen in het havengebied in Gent in de Willem van Rubroeckstraat.

2.2 Algemeen

De vergistingsinstallatie zal over een verwerkingscapaciteit van 600.000 ton biomassa/jaar beschikken. Co-vergisting van deze biomassa leidt tot een productie van biogas tot ca. 26.667 Nm³ per uur. Het biogas kent ter plaatse twee valorisatiemogelijkheden.

- 1) Het biogas kan lokaal gebruikt worden in energie-efficiënte gensets d.m.v. warmtekrachtkoppeling (WKK);
- 2) Een tweede mogelijkheid is om het biogas op te werken tot aardgaskwaliteit voor injectie op het net van distributie- of transportnetbeheerder

De valorisatiemogelijkheden en belangrijkste types eindverbruik worden weergegeven in volgende figuur.

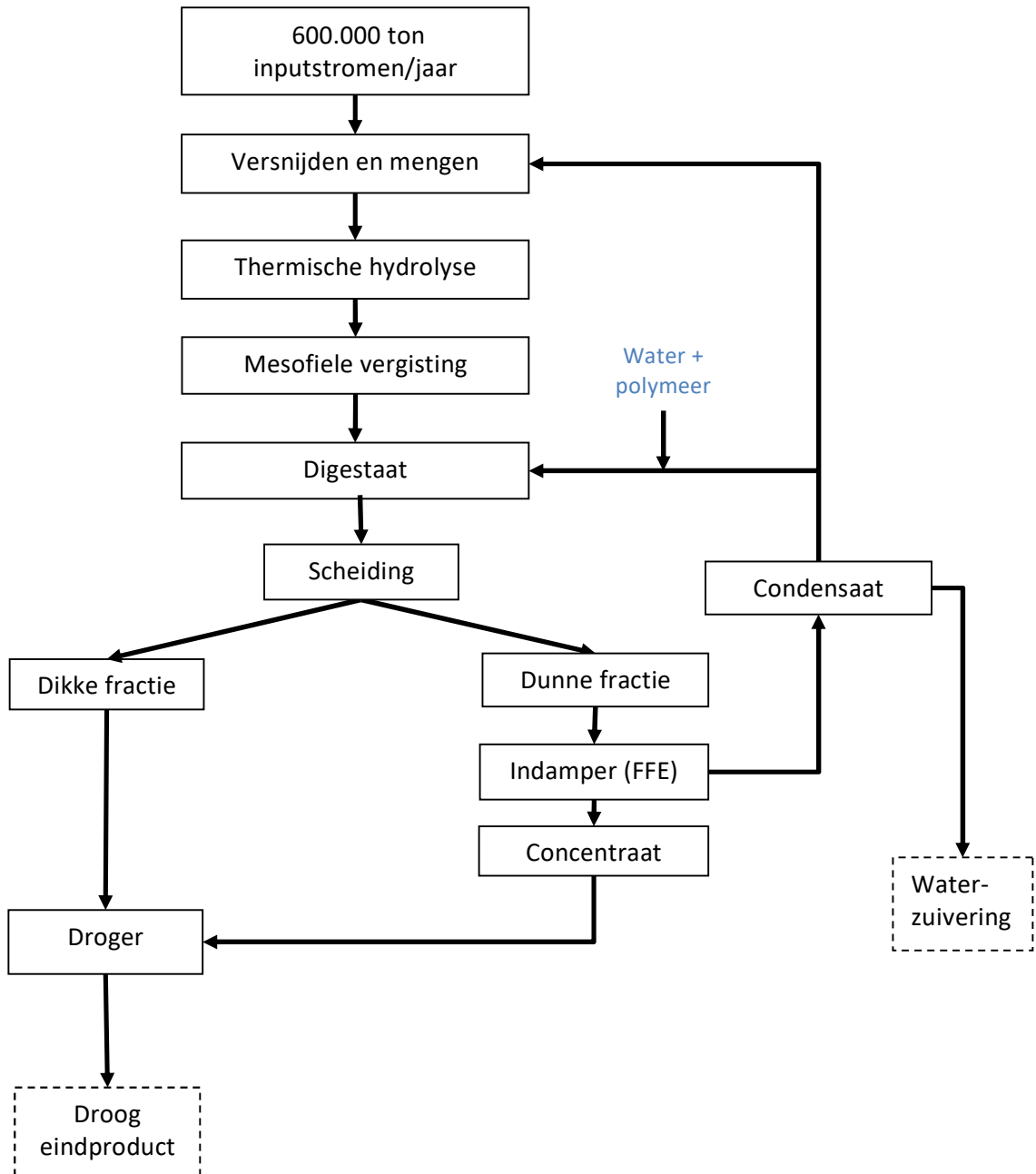


Figuur 1 Valorisatiemogelijkheden biogas

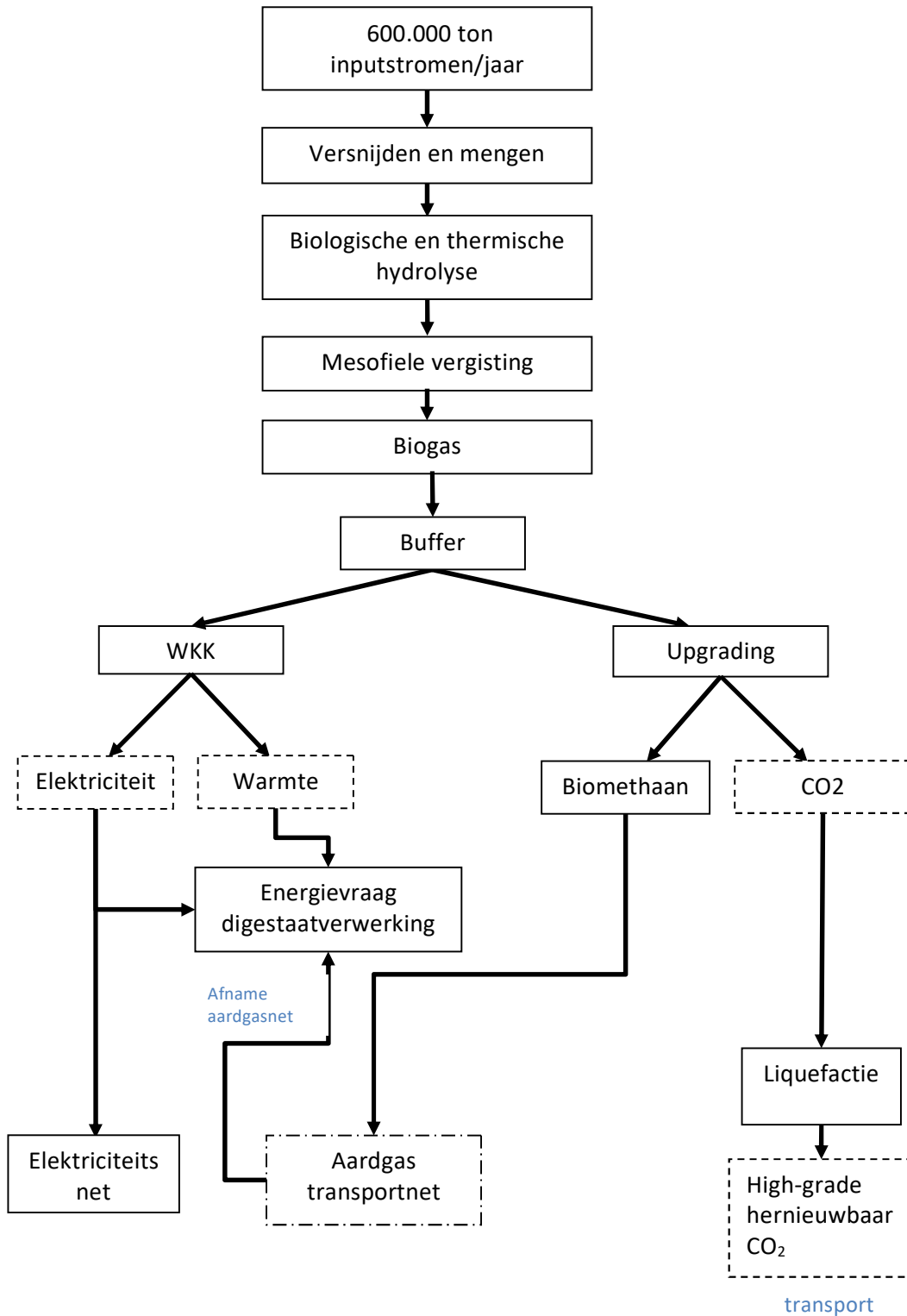
De resterende CO₂ uit het biogas wordt gezuiverd en vervloeid voor afzet.

Het digestaat wordt ter plaatse verwerkt tot een hoogwaardige meststof product. De warmte hiervoor wordt geleverd door de biogaswkk's.

Het digestaat wordt ontwaterd en naar een droger gestuurd, wat resulteert in gedroogd digestaat dat als meststof kan worden gebruikt. De dunne (vloeibare) fractie van het ontwaterde digestaat wordt verdampt, waarbij het concentraat naar de wervelbeddrogers gaat en het condensaat (grotendeels) gerecycleerd wordt. Een deel van het condensaat wordt verwerkt tot losbaar water (via RO). Figuur 2 en Figuur 3 verduidelijken het verwerkingsproces op de site.



Figuur 2: Algemeen principieel processchema digestaatverwerking



Figuur 3: Algemeen principiële processchema biogasproductie en valorisatie



2.3 Gebruikte technologieën

2.3.1 Mesofiele vergisting

Een mengsel van OBA-stromen wordt in een reactor gebracht en opgewarmd tot ca. 38°C – 46°C. In totaal kan de installatie 600.000 ton/jaar inputstromen verwerken.

De reactorinhoud wordt gemengd door middel van acht recirculatiepompen (8x18,5 kW) per reactor.

2.3.2 Scheiden van het digestaat

Het digestaat wordt mechanisch gescheiden in een dunne en een dikke fractie. De scheiding gebeurt door drie en nog eens drie decanters in twee trappen. Het digestaat wordt in een horizontaal geplaatste cilindrische trommelzeef gepompt die met hoge snelheid draait. Binnenin de roterende trommelzeef draait een afzonderlijk aangedreven schroeftransporteur met een enigszins verschoven snelheid. Door de middelpuntvliedende kracht wordt het materiaal naar de binnenste zijwand van de trommelzeef gedrukt, waar water door de zeef kan stromen en er vast materiaal achterblijft. De afgescheiden vloeistof wordt door de zwaartekracht afgevoerd via een overstroompoot aan de tegenoverliggende zijde. De dikke fractie wordt als het ware van de wand afgeschraapt.

De dikke fractie wordt dan overgebracht naar de droger(s), terwijl de dunne fractie naar de indamper wordt geleid.

2.3.3 Droger

Gewoonlijk is het droge stof gehalte van de vaste fractie ongeveer 20-25%. Om de vaste fractie voor transport te optimaliseren, wordt het product gedroogd. Het product wordt gedroogd tot ongeveer 90% droge stof in vier parallelle wervelbeddrogers.

De drooglucht wordt toegevoerd naar het bed door een geperforeerde distributieplaat. De opwaartse luchtstroom zorgt ervoor dat het te drogen materiaal een drijvend bed vormt waardoor lucht stroomt (fluïdisatie). De relatieve oppervlakte van het product is zeer groot doordat alle productoppervlakte volledig in contact komt met de warme lucht. Dit zorgt voor een hoog thermisch rendement en een hoge drogestofgehalte van het eindproduct.



2.3.4 Indamper

De dunne fractie wordt na de decaners verder verwerkt in de indamper.

Het doel van indampen is het concentreren van opgeloste vervuiling en het produceren van gezuiverd water uit afvalwater. De hier beschreven techniek is gebaseerd op het principe van mechanische damp recompressie gecombineerd met vallende-filmverdamping ('falling film evaporator'). Een circulatiepomp transporteert het influent (=dunne fractie) naar het bovenste gedeelte van het vat waar het water verdeeld wordt over de warmte-elementen. Een deel van het afvalwater verdampt op het buitenoppervlak van het warmte-element. De ontstane damp wordt door een compressor geleid om de druk enigszins te verhogen en wordt dan naar de binnenkant van het warmte-element geleid waar het condenseert. Condensatie-energie wordt naar de afvalwaterzijde van het warmte-element getransporteerd en het schone condensaat wordt verzameld.

Het geconcentreerde afvalwater stroomt naar de bodem van het vat waar het door de concentraatpomp wordt afgevoerd.

2.3.5 Omgekeerde osmose (RO)

Indien nodig kan het gecondenseerde voedingsarme water uit het verdampingsproces verder worden behandeld in een omgekeerde osmose-installatie (RO).

Omgekeerde osmose (RO) is een membraanscheidingstechniek, met een semipermeabel membraan en verschillende filters. Het semipermeabel membraan is niet poreus. Water en andere kleine niet geladen moleculen migreren doorheen het membraan via diffusie door de moleculaire structuur. Omdat water de neiging heeft tot osmose, dat wil zeggen zichzelf in evenwicht te brengen in termen van bijvoorbeeld nutriëntenconcentratie, kan het proces worden beïnvloed door druk. Hierdoor kan het osmosegedrag worden omgekeerd met als resultaat dat een nagenoeg volledige scheiding van voedselrijk en schoon water kan worden bereikt. Het permeaat kan geloosd worden, het concentraat wordt mee met de dikke fractie ingedroogd.

2.3.6 Biothermische droging

Om het eindproduct te hygiëniseren wordt er biothermische droging toegepast. Hierbij wordt er via ventilatoren (warme) lucht in tunnels onder de compostering geblazen. De beluchtingsvloer is hier een 'Spigot'-vloer, die bestaat uit beluchtingsbuizen in een betonvloer met gaten in waarin 'spigots' (*tuitjes*) zijn aangebracht. Door de 'spigots' wordt lucht geblazen waardoor een gelijkmatige beluchting bekomen wordt.

2.3.7 Luchtwasser

Een afvoerluchtbehandeling is nodig om vervuilende stoffen te filteren en om geuremissies naar de omgeving te voorkomen. De afvoerluchtbehandeling bestaat uit een serie van verschillende chemische luchtwassers, zuur en (oxidatief) basisch. Hierdoor is een biofilter niet noodzakelijk.



2.3.8 Biogasbehandeling

Om de invloed van drukschommelingen op het totale systeem te minimaliseren is een buffer voorzien tussen de vergisters en de verdere valorisatiestappen van het biogas.

Het ruwe biogas moet worden behandeld om verontreinigingen, voornamelijk waterstofsulfide (H_2S), te verminderen voor verder gebruik.

Voor het gebruik van het gas in de opwerkingseenheid en de WKK-motoren is droog biogas nodig. Om het vocht te verwijderen zijn biogasdrogers geïnstalleerd. Het droogproces vindt plaats door het biogas af te koelen tot 3-4 ° C. Op het dauwpunt bij ca. 4 graden wordt vrijwel al het vocht uit het biogas verwijderd en als condensaat afgevoerd.

Om de drukverliezen van de biogasbehandeling te compenseren en om een optimale bedrijfsdruk te bieden, zijn blowers geïnstalleerd.

Een laatste biogasbehandeling gebeurt door middel van de actieve koolfilters. Op die manier wordt in het gezuiverde biogas nog een rest van H_2S (<100ppm) en eventuele andere verontreinigingen in het biogas uitgefilterd.

2.3.9 Warmte-krachtkoppeling

Een eerste mogelijke valorisatiestap is het gebruik van biogas in warmte-krachtkoppeling (wkk). Het geproduceerde biogas kan worden aangewend in vier gensets van het type Jenbacher 620 of gelijkwaardig. De totale geïnstalleerde vermogens zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Overzicht vermogens

Genset	Brandstofvermogen (OVW) [kW]	Elektrisch vermogen [kW]	Thermisch vermogen [kW]
JMS 620	29.892	13.436	15780

2.3.10 Biomethaan productie

Een tweede mogelijke valorisatiestap is de opwerking van het biogas tot biomethaan. Omdat het biogas ongeveer 35% CO_2 bevat, is het noodzakelijk om deze gasfractie te verwijderen om het in het openbare aardgasnet te injecteren.

Om ongewenste CO_2 uit het biogas te verwijderen en daarmee het methaangehalte te verhogen, wordt het biogas op hoge druk door verschillende membranen in serie gestuurd. Op deze manier wordt een scheiding gemaakt tussen het methaan en de CO_2 . De CO_2 wordt nadien vervloeid.

2.3.11 CO_2 -liquefactie

Naast de productie van biomethaan wordt het CO_2 -rijke afgas van de biogasopwerkingsinstallatie gebruikt om kwaliteitsvolle vloeibare CO_2 te maken (ca. -25°C). Dit CO_2 heeft een zeer hoge zuiverheidsgraad. De CO_2 liquefactie-eenheid comprimeert het CO_2 d.m.v. een compressor en wordt verder volledig ontdaan van vocht door een moleculaire *mesh*-droger. In de volgende filterunits worden alle geurstoffen, verontreinigingen en reststof verwijderd. De gereinigde CO_2 wordt dan in de liquefactie-eenheid geleid, waar alle niet-condenseerbare gassen gasvormig blijven terwijl de CO_2 condenseert.



2.3.12 Biomethaaninjectie

Wanneer het biomethaan geïnjecteerd wordt zal dit op het net van Fluxys gebeuren (60 bar). Er zijn compressoren en drycoolers voorzien, om de het biomethaan te koelen indien nodig. De injectie-installatie (zowel compressoren als drycoolers) is in beheer van Fluxys.

Het biomethaan wordt op een druk van ca. 7 bar aan het injectiestation in beheer van Fluxys aangeleverd, waar het tot de gewenste druk voor injectie (60 of 80 bar) wordt gebracht.



3 Energieverbruik

3.1 Energievectoren

Voor uitbating van de site wordt gebruik gemaakt van volgende energievectoren:

- *Biogas*: afkomstig van de eigen vergistingsinstallatie, verbruikt in de genset(s);
- *Elektriciteit*: afkomstig van de eigen genset(s) en/of het elektriciteitsnet;
- *Aardgas*: afkomstig van het Fluxys net.
- *Warm water*: geproduceerd in de gensets
- *Rookgassen*: geproduceerd door de gensets

3.2 Primair en finaal energieverbruik

De energiebalans vertaalt zich naar 1,672 PJ/jaar finaal energieverbruik. De hulpbranders van de drogers kunnen zowel op biogas als op aardgas draaien. We veronderstellen dat deze in normaal bedrijf op aardgas draaien.

Tabel 4 Jaarlijks energieverbruik

Verbruikscategorie	Verbruik (MWh)	Finaal energieverbruik (PJ)
Elektriciteit van het net	67.932	0,245
Biogasverbruik	265.428	0,956
Aardgasverbruik	131.085	0,472

3.3 Elektriciteitsvraag

De elektriciteitsvraag van de verschillende onderdelen van de installaties werd bepaald op basis van opgegeven vermogenslijsten en geschatte belasting van de leveranciers van de installaties. De totale elektriciteitsvraag wordt geschat op 185.632 MWh, waarvan ca. 67.932 MWh van het elektriciteitsnet afkomstig is. Zie Tabel 5 voor een overzicht.

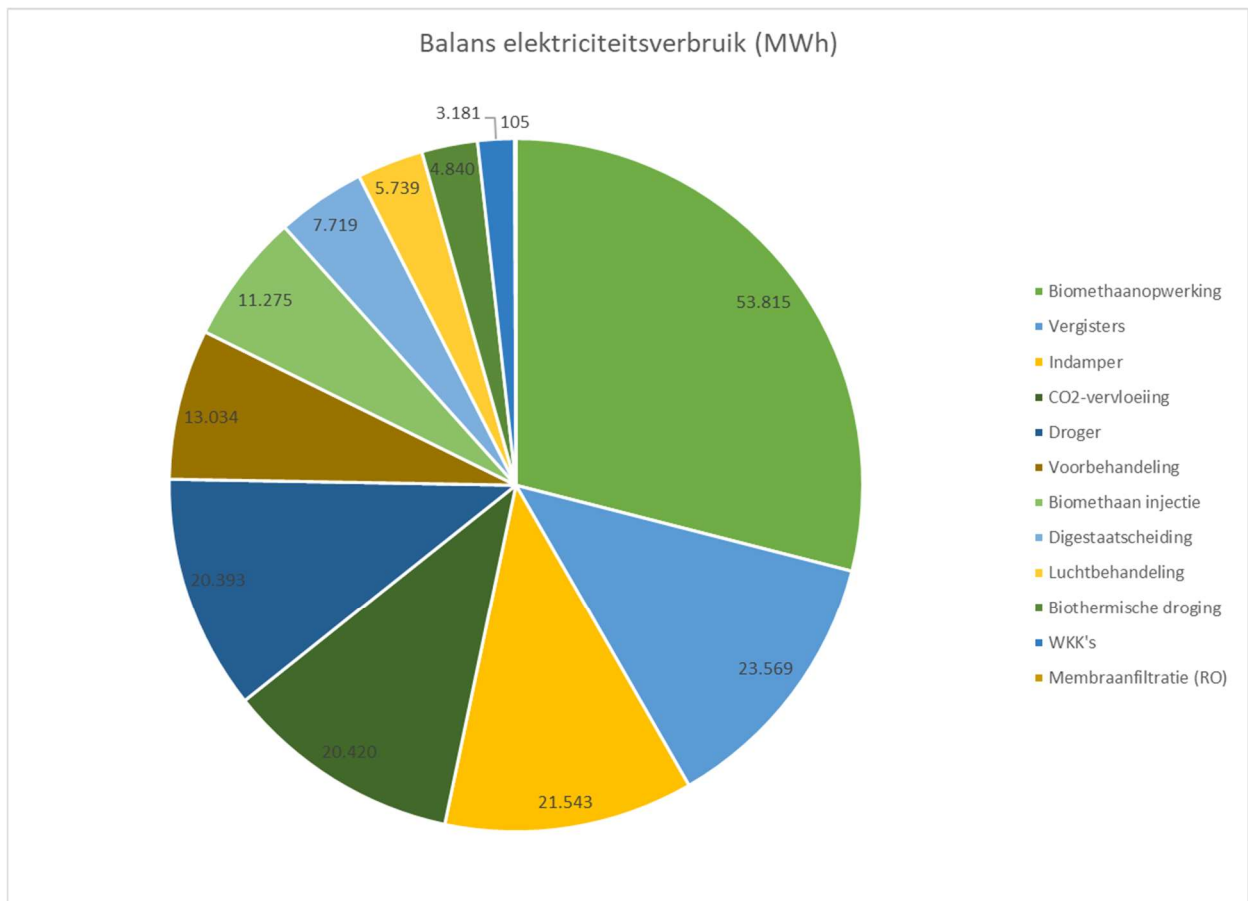
Tabel 5 Inschatting lokale elektriciteitsvraag per verbruikersgroep

Categorie	Verbruik elektrisch (MWh)	Aandeel (%)
Biomethaanopwerking	53.815	29,0%
Vergisters	23.569	12,7%
Indamper	21.543	11,6%
CO2-vervloeing	20.420	11,0%
Droger	20.393	11,0%
Voorbehandeling	13.034	7,0%
Biomethaan injectie	11.275	6,1%
Digestaatscheiding	7.719	4,2%
Luchtbehandeling	5.739	3,1%
Biothermische droging	4.840	2,6%
WKK's	3.181	1,7%
Membraanfiltratie (RO)	105	0,1%

Het grootste elektriciteitsverbruik ligt bij de biomethaanopwerking. Tabel 6 geeft een overzicht van de lokale productie en omzetting van energie in normaal bedrijf. De drogers kunnen zowel op aardgas als biogas werken. In normaal bedrijf zullen deze op aardgas draaien.

Tabel 6 Overzicht omzettingen biogas en aardgas

Parameter	Nm ³ /uur (gemiddeld)	Nm ³ /jaar	MWh/jaar (@60% CH ₄)
Biogasproductie door vergisting	26.667	233.602.920	1.401.618
Biogas omgezet in WKKs	5.050	44.238.000	265.428
Biogas omgezet in warmte	-	-	138.233
Biogas omgezet in elektriciteit	-	-	117.699
Biogas omgezet in biogas upgrading	21.617	189.364.920	1.136.190
Productie biomethaan	12.970	113.618.952	1.136.190
Aardgas omgezet in drogers	1.496	13.108.464	131.085



Figuur 4: Balans elektrische verbruikers

De geplaatste transformatoren zullen voldoen aan Ecodesign 2021 (Tier 2 EU). De geplaatste motoren zullen minstens voldoen aan IE3 of IE4, zoals wettelijk verplicht.

Op alle elektrische verbruikers waar mogelijk wordt frequentiesturing voorzien, tenzij op pompen en motoren die op vast debiet draaien.



Tabel 7: Overzicht elektrische verbruikers

Categorie	Beschrijving	Vermogen (kW)	% equivalente belasting	Elektrisch verbruik (MWh)
Biomethaan injectie	Chiller for Fluxys compressor	165	60%	867
Biomethaan injectie	Compressors Fluxys injection	1.680	70%	10.302
Biomethaan injectie	Drycooler for Fluxys compressor	24	50%	106
Biomethaanopwerking	BMU biogas compressor type 1	5.600	75%	36.629
Biomethaanopwerking	BMU biogas compressor type 2	1.100	75%	7.195
Biomethaanopwerking	Chiller for biogas condenser	880	60%	4.625
Biomethaanopwerking	BMU chiller 1	550	60%	2.891
Biomethaanopwerking	BMU chiller 2	225	50%	986
Biomethaanopwerking	BMU chiller 3	110	50%	482
Biomethaanopwerking	BMU dry coolers	74	50%	324
Biomethaanopwerking	BMU cooling water circuit pumps compressor 1	110	60%	578
Biomethaanopwerking	BMU cooling water circuit pumps compressor 2	15	80%	105
Biothermische droging	Biothermal drying: shredder	250	15%	329
Biothermische droging	Biothermal drying: underwind fans	250	95%	2.081
Biothermische droging	Biothermal drying: biofilter fans	250	95%	2.081
Biothermische droging	Biothermal drying: other equipment	50	80%	350
CO2-vervloeijing	CO2 liquefaction: package	3.330	70%	20.420
Digestaatscheiding	Decanter type 1 @ feed	808	50%	3.539
Digestaatscheiding	Decanter type 1 @ biothermal drying	388	10%	340
Digestaatscheiding	Decanter type 2 @ thermal drying	388	80%	2.719
Digestaatscheiding	Polymer unit decanter type 1	72	40%	252
Digestaatscheiding	Polymer unit decanter type 2	72	40%	252
Digestaatscheiding	Transfer pump thin fraction decanter type 1	88	40%	308
Digestaatscheiding	Transfer pump to decanter type 2	44	80%	308
Droger	Fluidized bed dryer line	2.640	71%	16.469
Droger	HT water circuit pumps	440	80%	3.084
Droger	Heat transfer pump to dryer	90	80%	631
Droger	Transfer pump concentrate to dryer	30	80%	210
Indamper	Falling film evaporator MVR blower	2.200	80%	15.418
Indamper	Falling film evaporator set of pumps	800	80%	5.606
Indamper	Mixers for decarbonisation tank B	6	80%	42
Indamper	Mixers for acidification tank	6	80%	42
Indamper	Mixers for decarbonisation tank A	10	80%	70
Indamper	Pump thin fraction to FFE	22	80%	154
Indamper	Transfer pump to decarbonisation tank A	20	80%	140
Indamper	Feed pump to FFE	10	80%	70
Luchtbehandeling	Fluidized bed dryer line: additional alkaline scrubber	920	71%	5.739
Membraanfiltratie (RO)	WWTP RO: high pressure pumps	18	50%	79
Membraanfiltratie (RO)	WWTP RO: pressure holding pumps	6	50%	26
Vergisters	Biogas blower	750	81%	5.338



Vergisters	Flare blower	110	2%	19
Vergisters	Gas holder air blowers	44	80%	308
Vergisters	Compressors for oxygen generation	110	80%	771
Vergisters	Prechamber gas compressor	16	70%	98
Vergisters	Adiabatic + spray drycoolers	300	35%	920
Vergisters	Active carbon filter - filling and emptying system	100	2%	18
Vergisters	Reactors mixer	2.368	70%	14.521
Vergisters	Cooling water circuit pumps	360	50%	1.577
Voorbehandeling	Moving floor drive system	168	50%	736
Voorbehandeling	Moving floor rake system	32	25%	70
Voorbehandeling	Compressors for instrument air	45	100%	394
Voorbehandeling	Compressors for pulse jet cleaning dust bag house filter	30	35%	92
Voorbehandeling	Conveying equipment dry substrate	100	30%	263
Voorbehandeling	Hammer mill	800	25%	1.752
Voorbehandeling	Hammer mill dust filter fan	44	35%	135
Voorbehandeling	Mixers for biological hydrolysis tank	528	70%	3.238
Voorbehandeling	Mixers for both mixing pits	480	70%	2.943
Voorbehandeling	Mixers for thermal hydrolysis tank	120	80%	841
Voorbehandeling	Macerators	48	33%	139
Voorbehandeling	Pumps	954	29%	2.431
WKK's	HT Drycoolers @ biothermal drying	80	35%	245
WKK's	LT Drycoolers @ biothermal drying	9	35%	27
WKK's	LT water circuit pumps	30	80%	210
WKK's	Engine - own power consumption	440	70%	2.698

3.4 Warmtevraag

De totale (bruto) warmtevraag van de site wordt ingeschat op ca. 289.025 MWh/jaar. Een overzicht van de warmtebalans wordt gegeven in Figuur 7.

Deze warmtevraag wordt ingevuld door de WKK's (139.634 MWh), de hulpbranders van de drogers (131.085 MWh) en door warmterecuperatie ter hoogte van de compressoren (26.280 MWh). De WKK's werden gedimensioneerd op basis van de nodige hoge temperatuurswarmte (HT) voor de thermische hydrolyse en de indamper. De overige HT- en LT-warmte wordt gebruikt in de biothermische droging. De rookgassen van de WKK's worden aan 110°C naar de drogers gestuurd. Daarnaast wordt er ter hoogte van de compressoren van de biomethaan-inuts (BMU) warmte gerecupereerd die naar de drogers wordt gestuurd en/of voor gebouwverwarming kan dienen. De overige warmtevraag van de drogers wordt ingevuld door hulpbranders.

Het condensaat van de indamper gaat naar de mixput, waar het wordt vermeng met inkomend substraat. Zie hoofdstuk 5 voor het warmteverbruik binnen elk proces.

Tabel 8 Overzicht van de warmtevraag in de verschillende processen

Proces	Totale bruto warmtevraag (MWh/jaar)	Warmterecuperatie naar andere processen (MWh/jaar)	Warmterecuperatie van andere processen (MWh/jaar)	Totale netto warmtevraag (MWh/jaar)
Drooginstallatie	165.249		34.164	131.085
Indamping	40.471	23.751		40.471
Thermische hydrolyse	35.180			35.180
Warmteverliezen vergisters en leidingen	9.728			9.728
Biothermische droging	38.417			38.417
Totaal	289.045	23.751	34.164	254.881

**Mesofiele vergisters**

Dimensies	
aantal tanks	16 stuks
inhoud	13119 m ³
hoogte	29,0 m
opp grondvlak	452,4 m ²
diameter	24,0 m
omtrek grondvlak	75,4 m
opp wand	2186,5 m ²
totale opp.	3091,3 m²

Berekenen warmtebehoefte	
tankdiameter	24,0 m
tankhoogte	29 m
mediumtemperatuur	35 °C
buitentemperatuur	10 °C
windsnelheid buitenkant tank	5 m/s
isolatiedikte	4,0 cm
isolatiemateriaal	
thermische geleidbh. (λ)	0,028 W/m.K
α_{binnen} (overdracht binnen)	400,00 W/m ² .K
α_{buiten} (overdracht buiten)	27,20 W/m ² .K
U-waarde (via isolatie)	0,68 W/m ² .K
Warmteverlies per m²	17,03 W/m²
Warmtebehoefte per tank	52,65 kW
Totale warmtebehoefte	842,41 kW
Bedrijfsuren	8760 uren
Nodige energie per jaar	7379,47 MWh

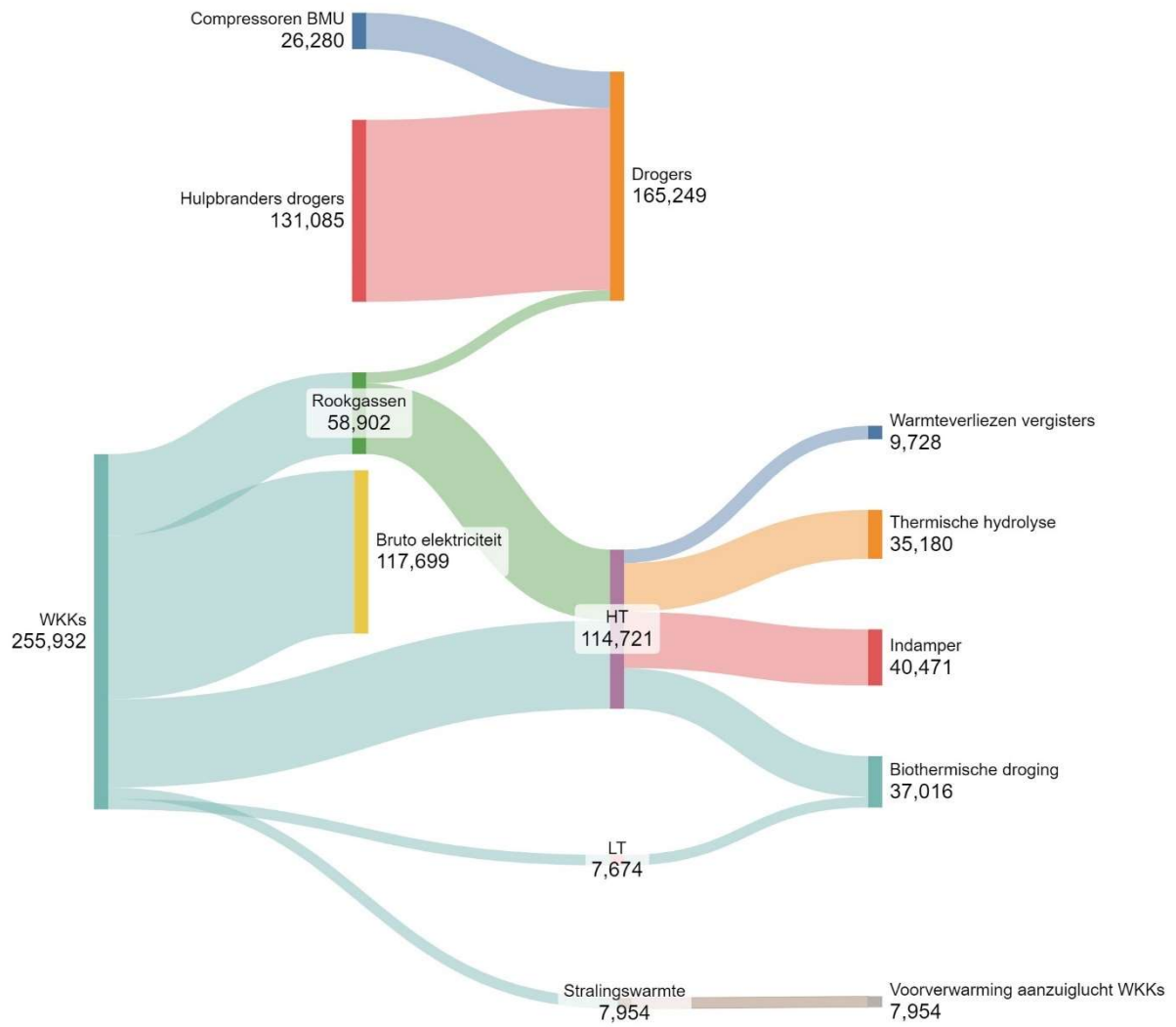
Figuur 5 Warmtevraag vergisters

Droging dikke fractie na scheiding

Warmtebehoefte drooginstallatie			
Drooginstallatie	Dikke fractie (ton)	DS (ton)	DS-gehalte (%)
Input dikke fractie na scheiding	151.583	33.348	22,0%
Concentraat evaporator	157.899	38.369	24,3%
	Gedroogd product (ton)	DS (ton)	DS-gehalte
Totaal	80.000	71.718	89,6%
	Hoeveelheid verdampt water (ton)		
Verdampt water	229.482		
	Vereiste hoeveelheid warmte (MWh)		
Warmte nodig	165.249		

Totale warmte nodig voor droging: 165.249 MWh

Figuur 6 Warmtevraag Drooginstallatie



Figuur 7: Warmtestromen op jaarbasis (MWh)



4 Energieproductie

4.1 Warmtekrachtkoppeling

In de huidige opzet is het totaalrendement van de gensets ca. 97,74% (elektrisch: 44,95%; thermisch: 52,79%).

De elektriciteit kan ter plaatse worden gebruikt of aan het openbare net worden geleverd.

De warmte van het verbrandingsproces wordt gerecupereerd en via warmtewisselaars overgedragen aan het hoge temperatuur watercircuit en in mindere mate aan een lage temperatuur watercircuit. De rookgassen worden gekoeld tot 110°C en worden vervolgens naar de droger gestuurd. De stralingswarmte wordt gebruikt om de aanzuiglucht van de WKK-motoren voor te verwarmen.

De WKK's werden gedimensioneerd op basis van de nodige HT-warmtevraag voor de thermische hydrolyse en de indamper. Alle warmte wordt zo nuttig mogelijk ingezet. De WKK's werken in normaal bedrijf op biogas. De rookgassen van de WKK's worden gereinigd.

De rendementsfiche en de technische fiche van een gelijkwaardige genset worden weergegeven in de bijlage.

5 Energie-efficiëntie

In onderstaande paragrafen wordt de energie-efficiëntie van de inrichting besproken voor de belangrijkste processen.

5.1 Anaerobe vergisting

Een groot deel van het condensaat van de indamper wordt gebruikt om de inkomende stromen op te warmen. De overige warmteverliezen worden gecompenseerd met HT-warmte van de WKK's.

5.2 Scheider

Het verbruik bij scheiden is erg afhankelijk van het initiële drogestofgehalte en de instellingen van de machine, waardoor er een behoorlijk grote spreiding zit op de verbruiksgegevens die teruggevonden kunnen worden in de literatuur.

Zowel de vijzelpers als centrifuge wordt binnen de vergistingssector in Vlaanderen courant gebruikt om de scheiding van het digestaat te bewerkstelligen. Het is duidelijk dat de kwaliteit en samenstelling van het digestaat en de gewenste scheidingsefficiëntie van doorslaggevend belang zijn. Afhankelijk van de input en de kwaliteitseisen van de output is de ene dan wel de andere technologie energetisch efficiënter.

In dit geval kiest de exploitant voor een centrifuge. Door gebruik van de centrifuge als scheidingsmethode, kan een hoger scheidingsrendement voor droge stof behaald worden, t.o.v. het te behalen DS-gehalte van een vijzelpers. Dit is wenselijk voor de opeenvolgende behandlungsstappen van het digestaat. De dikke fractie – die gedroogd wordt – is best reeds van zoveel mogelijk water ontdaan om de warmtevraag voor het droogproces zoveel mogelijk te beperken.

Onderstaande tabel geeft enkele verbruiken die in de literatuur^{1,2,3} gemeld worden. Voor de eenvoud nemen we aan dat 1 m³ digestaat een gewicht heeft van 1 ton.

Tabel 9 Vergelijking centrifuge en zeefbandpers

Elektrisch verbruik - scheiden				
Centrifuge		Zeefbandpers		Referentie
[kWh/ton]	[kWh/ton DS]	[kWh/ton]	[kWh/ton DS]	
12- 18	100 - 150	2,4 - 3	20 -25	3
15	122	10	87	4
2 - 2,5	25 - 31	0,25 - 0,40	3,1 - 5	5

Het verbruik bij scheiden is erg afhankelijk van het initiële drogestofgehalte en de instellingen van de machine, wellicht daarom zit er zo'n spreiding op de verzamelde gegevens.

¹ <https://edepot.wur.nl/280449>

² <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202012/STOWA%202012-46.pdf>

³ https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/migrated/bbt_mestverwerking.pdf



5.3 Droger

In de droger wordt de gescheiden dikke fractie verder ingedroogd. In het ontwerp zijn vier wervelbeddrogers voorzien.

De rookgassen van de WKK's worden aan 110°C naar de wervelbeddrogers gestuurd. Daarnaast wordt de warmte ter hoogte van de compressoren van de biomethaanopwerking gerecupereerd naar de drogers.

De overige warmtevraag wordt ingevuld door 'hulp'-branders, die in normaal bedrijf op aardgas werken, maar ook op biogas of biomethaan kunnen draaien.

De drogers hebben een verwacht thermisch verbruik van ca. 720 kWh/ton verdampt water.

5.4 Indamper

Uit de gegevens van de constructeur blijkt een verwacht thermisch verbruik van 51,6 kWh/ton water.

Het condensaat wordt gerecirculeerd naar de 'mixing pit'. Het condensaat heeft een temperatuur van ca. 76°C en zorgt voor opwarming van de inkomende inputstroom.

5.5 Warmte-krachtkoppeling

De relatieve primaire energiebesparing (RPE) is een maat voor de toename in energie-efficiëntie door de toepassing van warmte-krachtkoppeling. Ze is gelijk aan de verhouding tussen de bespaarde energie in de warmte-krachtinstallatie en de energie die bij gescheiden opwekking gebruikt zou worden en wordt als volgt berekend:

$$RPE = \left[1 - \frac{1}{\frac{E_{\eta}}{\text{Ref } E_{\eta}} + \frac{W_{\eta}}{\text{Ref } W_{\eta}}} \right] \cdot 100\%$$

met:

- E_{η} , het netto elektrisch rendement van de warmte-krachtinstallatie;
- W_{η} , het netto thermisch rendement van de warmte-krachtinstallatie;
- $\text{ref}E_{\eta}$, de rendementsreferentiewaarde voor gescheiden elektriciteitsproductie;
- $\text{ref}W_{\eta}$, de rendementsreferentiewaarde voor gescheiden warmteproductie.

De RPE op basis van de fiches is 44,4%. Dit wordt beschouwd als een kwalitatieve wkk.

5.6 Biomethaanproductie

Volgens de European Biogas Association (EBA) maakt een kwart van de opwerkingsinstallaties gebruik van chemische scrubbing. De technologiekeuze is echter sterk afhankelijk van parameters die lokaal kunnen verschillen (op te werken volume, kwaliteitseisen voor eindgebruik, energieverbruik, milieuvorwaarden, ...). (Pressurized) Water Scrubbing (PWS) is de meest gebruikte technologie. Membraantechnologie is de laatste jaren aan een opmars bezig. Dit is ook wat BAT Services wenst toe te passen op de site.

Bij membraanscheiding worden de verschillende gascomponenten gescheiden door een verschil in permeabiliteit doorheen het membraan. De membranen zijn zeer beperkt doorlaatbaar voor CH₄, maar zijn dit wel voor CO₂, H₂O en NH₃. Om voldoende opzuivering te bewerkstelligen worden verschillende membranen achter elkaar geplaatst. Het biogas wordt er doorheen 'geduwd' met behulp van compressoren. De opgevangen CO₂ wordt vervloeid.

De biomethaanunits hebben volgens de constructeur een elektrisch verbruik van 0,240 kWh/Nm³ ruw biogas of 0,399 kWh/Nm³ geïnjecteerd biomethaan. Dit gaat uit van biogas aangeleverd aan 70 mbarg. Dat biogas is al ontdaan van H₂S als het aangeleverd wordt. Dit verbruik is inclusief de verdere voorbehandeling van het biogas (twee in serie geschakelde actief koolfilters voor verdere verwijdering van H₂S en VOC), twee compressoren in de biomethaanunit, de bijhorende drycoolers en chillers, pompen en gebouwventilatie.

Tabel 10 Vergelijking voornaamste technologieën voor opwerking van biomethaan (EBA, 2016)

Technologie	Elektrisch verbruik (kWh/m ³ biogas)	Thermisch verbruik (kWh/m ³ biogas)	Zuiverheid biomethaan (vol%)	Methaan-slip ⁽¹⁾ (vol%)
Chemische scrubbing (bvb. Amines)	0,06 – 0,17	0,4 – 0,8	>99%	~0,1%
(Pressurized) water scrubbing (PWS)	0,2 – 0,3	-	>99% ⁽³⁾	0,5 – 2%
Membraanscheiding	0,18 – 0,33	-	>99% ⁽³⁾	0,5 – 2%
Pressure Swing Adsorption (PSA)	0,15 – 0,35	-	> 98%	1,5 – 2,5%
Cryogene scheiding	⁽²⁾	-	~99,9%	<0,1%

⁽¹⁾ De methaanslip is voor de meeste technologieën vandaag lager dan door EBA in 2016 beschreven is, bovendien is een nabehandeling van het "lean gas" mogelijk om de verder terug te brengen, tot quasi 0%.

⁽²⁾ Er zijn slechts een paar installaties in Europa waar gebruik gemaakt wordt van de meer innovatieve cryogene scheiding. Zonder concrete cijfers mee te geven noemt het EBA het energieverbruik van deze techniek "extreem hoog".

⁽³⁾ Op basis van leveranciersgegevens wegens ontbreken in publicatie EBA.



5.7 CO₂-liquefactie

Volgens de constructeur bedraagt het verbruik van de CO₂-liquefactie: 145 kWh/ton vloeibaar CO₂. Een recente publicatie inzake cryogene CO₂ captatie vermeldt een verbruik van 1055 kWh/ton CO₂.⁴

De voornaamste verbruikers zijn de compressoren voor CO₂ (ca. 25 bar) en de koeling op basis van ammoniak, die temperaturen tot onder de -25°C bereikt.

⁴ Review of cryogenic carbon capture innovations and their potential applications, Journal of carbon Research (2021)

6 Maatregelen

De installatie zal gebouwd en geëxploiteerd worden volgens de geldende best beschikbare technieken (BBT). De potentiële verbetermogelijkheden zijn hieronder onderzocht. De voorgestelde maatregelen zijn reeds te beschouwen als verfijning van een 'by design' energie-efficiënte opstelling.

6.1 Prijsbepaling

De elektriciteitsprijs werd bepaald door het gemiddelde van de cal-25, -26 en -27 te nemen (op 5/7). Aangezien ca. 35% van de verbruikte elektriciteit van het net zal worden afgenomen, wordt er voor 35% van de prijs 30 euro/MWh bijgerekend voor netkosten, heffingen, etc. Het overige deel van de elektriciteit wordt door een lokale WKK geproduceerd.

Tabel 11: Financiële parameters voor maatregelen

Parameters berekeningen maatregelen	#	eenheid
Elektriciteitskost	95,2	EUR/MWh
Levensduur investering	10	jaar
Afschrijvingstermijn	5	jaar
Vennootschapsbelasting	25%	%

6.2 Energie-efficiënte motoren

De Europese richtlijn IEC 60034-30-1:2017 stelt o.a. dat nieuw te installeren motoren, vanaf 1 juli 2021, met een nominaal vermogen gelegen tussen 0,75 kW en 1000 kW moeten voldoen aan het IE3-efficiëntieniveau. Vanaf 1/7/2023 moeten nieuwe elektromotoren tussen 75-200 kW voldoen aan de IE4-norm.

Bepaalde motoren zijn niet onderworpen aan de richtlijn. Dit is van toepassing voor o.a. motoren die volledig geïntegreerd zijn in een product waardoor de energie-efficiëntie niet onafhankelijk van dit product kan bepaald worden (pompen, ventilatoren) en motoren met 10 polen of meer.

Zowel de rendementen als investeringskosten van de elektromotoren zijn afhankelijk van het aantal polen per spoelgroep, die het toerental van de elektromotor mee bepalen. De mogelijke toename in rendement bij indienstneming van hoogrendementmotoren is veelal groter indien het gaat om motoren met lagere vermogens.

Het rendement bij vollast ligt bij een IE4 motor enkele procenten hoger dan bij een standaardmotor. Bij deellast is de rendementswinst nog hoger.

Een hoogrendementmotor komt pas goed tot zijn recht als deze voldoende wordt belast en goed wordt aangestuurd. Als men hier geen rekening mee houdt, heeft men slechts een beperkte rendementswinst.

Voor enkele van de grotere verbruikers die buiten de IE4-norm vallen, wordt een analyse gedaan.

Tabel 12: Rendabiliteit IE4 Motoren (t.o.v. IE3)

Toepassing	Besparingsmogelijkheden door aanpassingen van aandrijvingen naar IE4 motoren									
	P	#	Verbruik	Verbruik	Verbruik IE4	Besparing	Besparing	Investering	TVT	IRR
Fluidized bed dryer line	660	4	16.468.800 kWh	16.468,8 MWh/jaar	16.366,8 MWh/jaar	102,0 MWh/jaar	9.703 euro/jaar	84.400 euro	9 jaar	2,2%
Reactors mixer	18,5	126	14.520.576 kWh	14.520,6 MWh/jaar	14.275,2 MWh/jaar	245,3 MWh/jaar	23.343 euro/jaar	170.478 euro	7 jaar	5,2%
Compressors Fluxys injection	560	3	10.301.760 kWh	10.301,8 MWh/jaar	10.238,0 MWh/jaar	47,0 MWh/jaar	4.472 euro/jaar	63.000 euro	14 jaar	-4,9%
BMU biogas compressor type 2	220	5	7.195.008 kWh	7.195,0 MWh/jaar	7.150,5 MWh/jaar	47,0 MWh/jaar	4.472 euro/jaar	40.000 euro	9 jaar	1,8%
Pumps	22,5	44	2.431.139 kWh	2.431,1 MWh/jaar	2.390,1 MWh/jaar	41,1 MWh/jaar	3.908 euro/jaar	42.240 euro	11 jaar	-1,2%
Fluidized bed dryer line: additional	230	4	5.739.127 kWh	5.739,1 MWh/jaar	5.703,6 MWh/jaar	35,5 MWh/jaar	3.381 euro/jaar	21.200 euro	6 jaar	8,1%
Chiller for biogas condenser	220	4	4.625.280 kWh	4.625,3 MWh/jaar	4.596,6 MWh/jaar	28,6 MWh/jaar	2.725 euro/jaar	21.200 euro	8 jaar	4,1%
Falling film evaporator set of pump	400	2	5.606.400 kWh	5.606,4 MWh/jaar	5.571,7 MWh/jaar	34,7 MWh/jaar	3.303 euro/jaar	28.600 euro	9 jaar	2,3%
Hammer mill	200	4	1.752.000 kWh	1.752,0 MWh/jaar	1.741,2 MWh/jaar	40,0 MWh/jaar	3.806 euro/jaar	28.000 euro	7 jaar	5,1%
Mixers for biological hydrolysis tar	22	24	3.237.696 kWh	3.237,7 MWh/jaar	3.183,0 MWh/jaar	54,7 MWh/jaar	5.205 euro/jaar	37.248 euro	7 jaar	5,6%
Mixers for both mixing pits	15	32	2.943.360 kWh	2.943,4 MWh/jaar	2.896,1 MWh/jaar	47,3 MWh/jaar	4.498 euro/jaar	49.664 euro	11 jaar	-1,5%
HT water circuit pumps	55	8	3.083.520 kWh	3.083,5 MWh/jaar	3.061,0 MWh/jaar	22,5 MWh/jaar	2.144 euro/jaar	15.200 euro	7 jaar	5,7%

6.3 Frequentiesturing

Er konden geen bijkomende mogelijkheden voor het toepassen van frequentiesturing worden vastgesteld.

6.4 Warmterecuperatie op de compressoren t.h.v. het Fluxys injectiestation

Er bestaat een mogelijkheid om warmte te recupereren op de compressor(en) of drycoolers ter hoogte van het injectiestation van Fluxys. Dit zorgt voor een energiebesparing ten opzichte van de verwarming van dit water met warmte uit de WKK en/of externe warmtelevering.

De compressoren en drycoolers worden echter geplaatst en uitgebaat door Fluxys zelf en vallen onder hun beheer, waardoor warmterecuperatie operationeel erg moeilijk te regelen valt. Daarbovenop is de warmte laagwaardig (50°C), waardoor de benuttingsmogelijkheden beperkt zijn.

De maatregel wordt niet uitgevoerd.



7 Conclusie

De vooropgestelde installatie is reeds state-of-the-art, er werd maximaal ingezet op het nuttig gebruik van warmte. De installatie moet sowieso voldoen aan de RED II wetgeving inzake de productie van biobrandstoffen zoals biomethaan. Niettemin wil de installatie alle toepassingspistes van biogas openhouden.

Er konden geen maatregelen geïdentificeerd worden om een bijkomende verdere energiebesparing in het design te bewerkstelligen. Er is reeds rekening gehouden met energie-efficiëntie en potentiële energiebesparing.

De keuze voor de diverse installaties en technologieën werd beschreven met inachtneming van de energie-efficiëntie en kwaliteitseisen die aan de eindproducten gesteld moeten worden.

8 Bijlages

Bijlage 1 Rendementsfiche van de gensets

INNIO Jenbacher J620J325				
Energiestroom	Vermogen (kW)		Rendement t.o.v. het brandstofgebruik	Rendement t.o.v. de totale warmteproductie
	Maximaal	Benut		
Brandstof	7.473	7.473	100,00%	
Mechanisch			0,00%	
Elektrisch	3.359	3.359	44,95%	
Warmte	3.945	3.945	52,79%	
Totaal HT	3.274	3.274	43,81%	82,99%
Totaal LT	219	219	2,93%	5,55%
Totaal Rookgassen	225	225	3,01%	5,70%
Totaal Straling	227	227	3,04%	5,75%
Totaalrendement			97,74%	

Detail HT	Vermogen (kW)		Rendement t.o.v. brandstofgebruik	Rendement t.o.v. warmteproductie
	Maximaal	Benut		
HT water	1.818	1.818	24,33%	46,09%
RG-koeling (tot 180°C)	1.062	1.062	14,21%	26,92%
RG-koeling (180 - 110°C)	394	394	5,27%	9,98%

Detail LT	Vermogen (kW)		Rendement t.o.v. brandstofgebruik	Rendement t.o.v. warmteproductie
	Maximaal	Benut		
LT water	219	219	2,93%	5,55%

Detail Rookgassen	Vermogen (kW)		Rendement t.o.v. brandstofgebruik	Rendement t.o.v. warmteproductie
	Maximaal	Benut		
Rookgassen (110°C - 70°C)	225	225	3,01%	5,70%

Detail Stralingswarmte	Vermogen (kW)		Rendement t.o.v. brandstofgebruik	Rendement t.o.v. warmteproductie
	Maximaal	Benut		
Genset	227	227	3,04%	5,75%
Transformator	0	0	0,00%	0,00%



Bijlage 2 Technische fiche van de gensets

0.01 Technische Gegevens (aan de module)

			100%	75%	50%
Toegevoerd vermogen	[2]	kW	7.473	5.761	4.048
Gasverbruik	*)	Nm³/h	1661	1280	900
Mechanisch vermogen	[1]	kW	3.431	2.573	1.715
Electrisch vermogen	[4]	kW el.	3.359	2.514	1.669
Nuttig thermisch vermogen					
~ Mengselkoeler 1ste trap	[9]	kW	895	497	196
~ Smeerolie		kW	385	321	275
~ Cilinderwater		kW	538	431	361
~ uitlaat tijdens het afkoelen 363 °C -> 363 °C		kW	0	0	0
Som van het nuttige thermische vermogen	[5]	kW	1.818	1.249	832
Som van het afgegeven vermogen		kW totaal	5.177	3.753	2.487
Af te voeren warmte (gecalculeerd met Glycol 37%)					
~ Mengselkoeler 2de trap		kW	219	149	99
~ Smeerolie		kW	---	---	---
~ Stralingswarmte	ca. [7]	kW	227	~	~
Specifiek brandstofverbruik van de motor elektrisch	[2]	kWh/kWel.h	2,23	2,30	2,45
Specifiek brandstofverbruik van de motor	[2]	kWh/kWh	2,18	2,24	2,36
Smeerolieverbruik	ca. [3]	kg/h	0,69	~	~
Electrisch rendement			44,9%	43,6%	41,2%
Thermisch vermogen			24,3%	21,7%	20,5%
Totaalrendement	[6]		69,3%	65,2%	61,7%
C.V. Circuit:					
Aanvoertemperatuur		°C	90,0	85,3	81,9
Retourwatertemperatuur		°C	75,0	75,0	75,0
C.V.-water debiet		m³/h	104,1	104,1	104,1
Drijfgas Ho		kWh/Nm³	4,5		

*) als richtwaarde voor dimensionering van de leidingen
 [] Toelichtingen: zie 0.10 - technische parameters

Alle warmtegegevens zijn gebaseerd op normcondities volgens bijlage 0.10. Afwijkingen van deze normcondities kunnen leiden tot verschuivingen in de warmtebalans, waarmee rekening moet worden gehouden met de dimensionering van de koelapparatuur (mengselkoeling, noodkoeling, ...).

**Hoofdafmetingen en gewichten (aan de module)**

Lengte	mm	~ 8.900
Breedte	mm	~ 2.200
Hoogte	mm	~ 2.800
Leeg gewicht	kg	~ 34.200
Gevuld gewicht	kg	~ 35.300

Aansluitingen

C.V.-water in- en uittrede [A/B]	DN/PN	100/10
Rookgas uittrede [C]	DN/PN	600/10
Drijfgas (aan de module) [D]	DN/PN	100/10
Warmwateraftap ISO 228	G	½"
Kondensaataftap	DN/PN	~
Veiligheidsventiel-Motorkoelwater ISO 228 [G]	DN/PN	2x1½"/2,5
Veiligheidsventiel-C.V. water	DN/PN	80/10
Smeeroliesuppletie (Pijp) [I]	mm	28
Smeerolieaftap (Pijp) [J]	mm	28
Motorkoelwater-vulaansluiting (slang) [L]	mm	13
Mengselkoelwater-intrede/uitrede 1ste trap	DN/PN	100/10
Mengselkoelwater-intrede/uitrede 2de trap [M/N]	DN/PN	65/10

Vermogen / verbruik

ISO standaardvermogen ICFN	kW	3.431
Middel eff. druk bij nom. vermogen en toerental	bar	22,00
Gassoort		Biogas
Referentie methaangehalte Laagste methaangehalte	MZ	135 117 d)
Compressieverhouding	Epsilon	12,5
Min. Gasstromingsdruk voor de voorkamer	bar	3,86
Min/max. gasstromingsdruk aan de intrede in de gasstraat	mbar	120 - 200 c)
Max. toelaatbare veranderingssnelheid van de gasstromingsdruk	mbar/sec	10
Max. toelaatbare koelwatertemperatuur 2de trap mengselkoeler	°C	50
Specifiek brandstofverbruik van de motor	kWh/kWh	2,18
Specifiek smeerolieverbruik	g/kWh	0,20
Maximale olietemperatuur	°C	~ 80
Cilinderwatertemperatuur max.	°C	~ 95
Vulcapaciteit smeerolie (olie hervulling)	lit	~ 765

c) Lagere gasdruk op aanvraag

d) volgens methaangehalte-berekeningsprogramma AVL 3.2



0.02 Technische gegevens van de motor

Fabrikant		JENBACHER
Motortype		J 620 GS-J325
Werkingsprincipe		4-Takt
Bouwwijze		V 60°
Aantal cilinders		20
Boring	mm	190
Slag	mm	220
Cilinderinhoud	lit	124,75
Nominaal toerental	1/min	1.500
Gemiddelde zuigersnelheid	m/s	11,00
Lengte	mm	5.542
Breedte	mm	1.900
Hoogte	mm	2.540
Droog gewicht (motor)	kg	15.000
Gevuld gewicht (motor)	kg	16.000
Massatraagheidsmoment	kgm ²	69,21
Draairichting (gezien op het vliegwiel)		links
Radio interferentieniveau tot VDE 0875		N
Startmotor vermogen	kW	20
Startmotor spanning	V	24

Warmtevermogens

Toegevoerd vermogen	kW	7.473
Mengsel	kW	1.114
Smeerolie	kW	385
Cilinderwater	kW	538
uitlaat tijdens het afkoelen 180 °C	kW	1.062
uitlaat tijdens het afkoelen 100 °C	kW	1.512
Stralingswarmte	kW	134

Rookgasgegevens

Rookgastemperatuur bij vollast	[8]	°C	363
Rookgastemperatuur bij p _{me} = 13,5 [bar]	[8]	°C	~ 432
Rookgastemperatuur bij p _{me} = 11 [bar]	[8]	°C	~ 489
Rookgassen massa debiet, nat		kg/h	18.917
Rookgassen massa debiet, droog		kg/h	17.750
Rookgassen volumestroom, vochtig		Nm ³ /h	14.759
Rookgasvolume, droog		Nm ³ /h	13.308
Maximale rookgastegendruk na motorbroekstuk		mbar	50

Verbrandingsluchtgegevens

Verbrandingslucht massa debiet	kg/h	17.630
Verbrandingslucht volume	Nm ³ /h	13.643
Max. toelaatbare drukverlies bij het luchtfilter	mbar	10

Basis gegevens: Biogas 65% CH₄, 35% CO₂
Biogas met 50% CH₄ -> verhoging van de uitlaatgastemperatuur met ca. 25 tot 40°C



0.03 Technische gegevens van de generator

Fabrikant		TDPS e)
Type		TD125-F2K6 e)
Type vermogen	kVA	4.400
Aandrijfvermogen	kW	3.431
Nominaal effectief vermogen bij $\cos \phi = 1,0$	kW	3.359
Nominaal effectief vermogen bij $\cos \phi = 0,8$	kW	3.338
Nominaal schijnbaar vermogen bij $\cos \phi = 0,8$	kVA	4.173
Nominale reaktief vermogen bij $\cos \phi = 0,8$	kVar	2.504
Nominale stroom bij $\cos \phi = 0,8$	A	229
Frequentie	Hz	50
Spanning	kV	10,5
Toerental	1/min	1.500
Max. overtoeren	1/min	1.800
Vermogensfaktor (ind. - cap.) (UN)		0,8 - 0,95
Rendement bij $\cos \phi = 1,0$		97,9%
Rendement bij $\cos \phi = 0,8$		97,3%
Massatraagheidsmoment	kgm ²	342,50
Massa	kg	17.100
Radio interferentieniveau tot EN 55011 Class A (EN 61000-6-4)		N
Kabelaansluiting		links
I _k " Aanvangs kortsluit-wisselstroom	kA	1,09
I _s Maximale asymmetrische kortsluit stroom	kA	2,79
Isolatieklasse		F
Temperatuur stijging (bij aandrijfvermogen)		F
Max. toelaatbare omgevingstemperatuur	°C	40

Reaktanties en tijdconstanten bij nominaal schijnbaar vermogen (verzadigd)

x _d Synchronische langsreactantie	p.u.	1,754
x _d ' transiënte langsreactantie	p.u.	0,307
x _d " suntransiënte langsreactantie	p.u.	0,228
x ₂ de negatieve sequence reactantie	p.u.	0,296
T _d " suntransiënte kortsluiting-tijdconstante	ms	40
T _a Tijdconstante directstroom	ms	160
T _{do} ' transiënte nullast-tijdconstante	s	2,18

e) JENBACHER behoudt zich het recht voor van generatorleverancier en -type te veranderen. De overeengekomen data van de generator zullen daardoor slechts gering wijzigen. Het opgewekte elektrische vermogen blijft onveranderd.

0.04 Technische gegevens van de warmteterugwinning

Algemene gegevens - C.V. circuit

Som van het nuttige thermische vermogen	kW	1.818
Retourwatertemperatuur	°C	75,0
Aanvoertemperatuur	°C	90,0
C.V.-water debiet	m³/h	104,1
Nominale druk C.V. water	PN	10
Minimale bedrijfsdruk	bar	3,5
Maximale bedrijfsdruk	bar	9,0
C.V. waterdrukverlies	bar	1,30
Toelaatbare retourwatertemperatuurverandering	°C	+0/-5
Max. toelaatbare veranderingssnelheid van de retourwatertemp.	°C/min	10

Algemene gegevens - koelwatercircuit

Af te voeren warmte (gecalculeerd met Glycol 37%)	kW	219
Retourwatertemperatuur	°C	50
Koelwaterflow	m³/h	45
Nominale koelwaterdruk	PN	10
Minimale bedrijfsdruk	bar	0,5
Maximale bedrijfsdruk	bar	5,0
Koelwaterdrukverlies	bar	~
Toelaatbare retourwatertemperatuurverandering	°C	+0/-5
Max. toelaatbare veranderingssnelheid van de retourwatertemp.	°C/min	10

De definitieve drukval zal worden gegeven na definitieve afstemming en zal worden over genomen van de finale order P&ID documentatie.

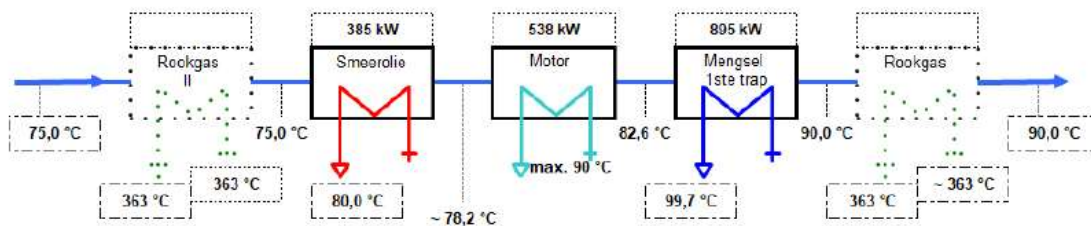
JENBACHER

Inpassingsvariant H
J 620 GS-J325

C.V. Circuit

Nuttig thermisch vermogen = 1.818 kW

(+12/-8% tolerantie)
C.V.-water debiet = 104,1 m³/h



LT-circuit (gecalculeerd met Glycol 37%)

Af te voeren warmte = 219 kW

(+12/-8% tolerantie)
Koelwaterflow = 45,0 m³/h

