

DANKERS VASTGOED BV

MTI ENGINEERING BV

EINDRAPPORTAGE

BIOMASSA ONTWIKKELINGSPROGRAMMA BORGERCOMPAGNIE



Plaats : Borgercompagnie
Datum : 20-01-2014
Referentie : 4100005323168
Relatienummer : 202384792



Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling: Europa investeert in zijn platteland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	DOELSTELLING	5
3	UITGEVOERDE ACTIVITEITEN	6
3.1	EVALUATIE ONTWERP	6
3.1.1	Ontwerp droogstelsel.	7
3.2	BOUW INSTALLATIE	16
3.3	“KOUDE” IN BEDRIJFSNAAM	17
3.4	“WARME” IN BEDRIJFSNAAM	17
3.5	RESULTAAT VERZAMELING	21
4	KENNIS EN INFORMATIE	25

 INLEIDING

Het project biomassa ontwikkelingsprogramma Borgercompagnie is tot uitvoering gebracht. Het project is een vervolg van het ontwikkelingstraject “*Ontwikkeling Digestaat droger*” In het project heeft de bouw en implementatie van de SHS droger plaatsgevonden.

In 2010 hebben Dankers Vastgoed BV en Mosch Thermische Installaties BV de handen ineen geslagen om te komen tot de gezamenlijke ontwikkeling van een innovatieve oplossing voor de restproducten uit de biomassa recovery unit. De restproducten worden samengevoegd en vormen na behandeling in het nieuwe droogproces één product waarin de mineralen N-P-K zijn samengebracht. Hiervoor is in juli 2010 bij het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een subsidie aangevraagd in het kader van het subsidieprogramma ‘Samenwerking bij Innovatieprojecten’. Op 15 november 2010 is de subsidieverleningsbeschikking afgegeven onder aanvraagnummer 4100005323168. Op basis van de standaardvoorwaarden heeft er jaarlijks een tussenrapportage plaatsgevonden waarin een omschrijving is gegeven van de stand van zaken van de activiteiten binnen het project. Met dit schrijven zal de inhoudelijke eindrapportage van het project worden gepresenteerd. Het rapport is als volgt opgebouwd:

- doelstelling;
- uitgevoerde activiteiten;
- kennis en informatie.

Met navolgend rapport wordt een beeld geschetst van het gehele project, hoe het tot stand is gekomen, de resultaten en hoe het project in de toekomst voortgezet wordt.

Bij de biomassa vergistingsinstallatie van Dankers te Borgercompagnie is al geruime tijd een BRU (**B**iomassa **R**ecovery **U**nit) in bedrijf. Het doel van deze installatie is om met behulp van membraantechniek het volume aan digestaat te verminderen, waardevolle organische reststoffen terug te winnen en mineralen in geconcentreerde vorm terug te winnen. De restproducten van deze installatie bestaan uit een RO (reverse osmose) concentraat en een vaste fractie. Het RO concentraat is een vloeibare stroom met circa 7% droge stof, deze heeft het membraan gepasseerd. De vaste (stapelbare) fractie heeft het membraan niet gepasseerd, het heeft circa 25% droge stof. Hierin bevinden zich de moeilijk verteerbare organische stoffen en de asresten (bv. zand). Beide reststromen afzonderlijk hebben zo hun voor- en nadelen en specifieke kenmerken.

Het RO concentraat is vloeibaar is en kan daarom eenvoudig dienen als meststof waarbij met bestaande technieken het concentraat op het land gebracht kunnen worden. Het product is met een erkenning van het VWA exportwaardig omdat na een RO membraanpassage geen ziektekiemen of virussen meer in het product zitten.

Het nadeel van RO concentraat is dat het weinig geconcentreerd is, circa 7 % ds. Hierdoor vervoer je nog steeds veel water waardoor de afzetradius zeer beperkt is vanwege de transportkosten, terwijl de

elementen op zich zeer waardevol zijn. Daarnaast bevat het geen organische stof dat nodig is voor een goed bodemleven.

Het voordeel van de vaste fractie is met name het aandeel organisch materiaal, het product is stapelbaar en het bevat alle elementen (N-P-K). De afzet over grotere afstanden is beter mogelijk. Het bevat echter nog steeds een groot deel vocht bevat (circa 75%) waardoor bij opslag van dit product nog steeds processen zoals broei en schimmelvorming optreden. Het product is niet vrij van ziektekiemen en/of virussen omdat het geen thermische behandeling heeft ondergaan en niet de membraanpassage heeft ondergaan.

In het ontwikkeltraject is uitvoerig onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om met een innovatief droogproces de nadelen van de bijproducten uit de BRU installatie weg te nemen. In het droogproces worden de twee stromen samengevoegd en gedroogd tot een eindproduct met 85% droge stof, dat vrij is van ziektekiemen. In het droogproces wordt een technische installatie voorgesteld waarin de drooglucht, met behulp van de rookgassen, op een veel hogere temperatuur wordt gebracht (circa 300 graden) en waarin deze drooglucht steeds recirculeert. Het streven is hierbij om 70 a 80% van de warmte te benutten in het proces. Het opwarmen van de drooglucht gebeurt via een lucht/lucht warmtewisselaar. Deze lucht circuleert men door het te drogen product waarbij het vocht uit het product wordt opgenomen. Zo ontstaat er uiteindelijk een circulatie stroom van oververhitte stoom, ook bekend bij SHS drogers (super heated steam). Door het opnemen van vocht daalt de temperatuur, echter niet tot condensatie punt. Door de circulatiestroom door een condensor te leiden waarbij de temperatuur verder afneemt, condenseert het vocht wel. Daarna wordt de drooglucht weer opgewarmd door de lucht/lucht wisselaar tot de 300 graden Celsius zodat het weer vocht kan opnemen. Het gedroogde product is minimaal 85% droge stof en stabiel. Het product bevat alle mineralen in een droge vorm. Het condensaat wordt door de RO unit van de BRU geleid zodat het zuiver water wordt. Op deze manier is de kringloop gesloten en zijn er praktisch geen emissies naar de buitenlucht omdat het een geheel gesloten proces is. De warmte die verbruikt wordt voor de verdamping kan grotendeels via de condensor worden teruggewonnen en zal voor het proces weer beschikbaar zijn. Het eindproduct van de biogas installatie in deze configuratie is een hoogwaardige droge fractie (slechts 10 % van het ingaande volume) geschikt voor export / meststof of alternatieve grondstof voor biomassa verbrandingsinstallaties.

De conclusie van het ontwikkeltraject is dat het technisch mogelijk moet zijn om met de beschikbare warmte het overgrote deel van het vocht in de restproducten te verdampen in een SHS droger.

In dit project heeft, op basis van de resultaten uit het vooronderzoek, de bouw en implementatie van de SHS droger plaatsgevonden. In deze rapportage worden achtereenvolgens het doel, de uitgevoerde activiteiten, het resultaat, de verworven kennis en de deelbare informatie besproken.

DOELSTELLING

Hoofddoel is de implementatie van een SHS droogstelsel in het huidige BRU concept waarbij de restproducten worden gedroogd tot circa 85% ds. Het eindproduct moet geschikt zijn voor export.

Daarnaast is het de wens om zoveel mogelijk mineralen in het eindproduct te krijgen zodat het product een meerwaarde heeft ten opzichte van andere organische restproducten.

De output van de installatie bestaat uit alleen het droge materiaal. De warmte wordt teruggewonnen.

UITGEVOERDE ACTIVITEITEN

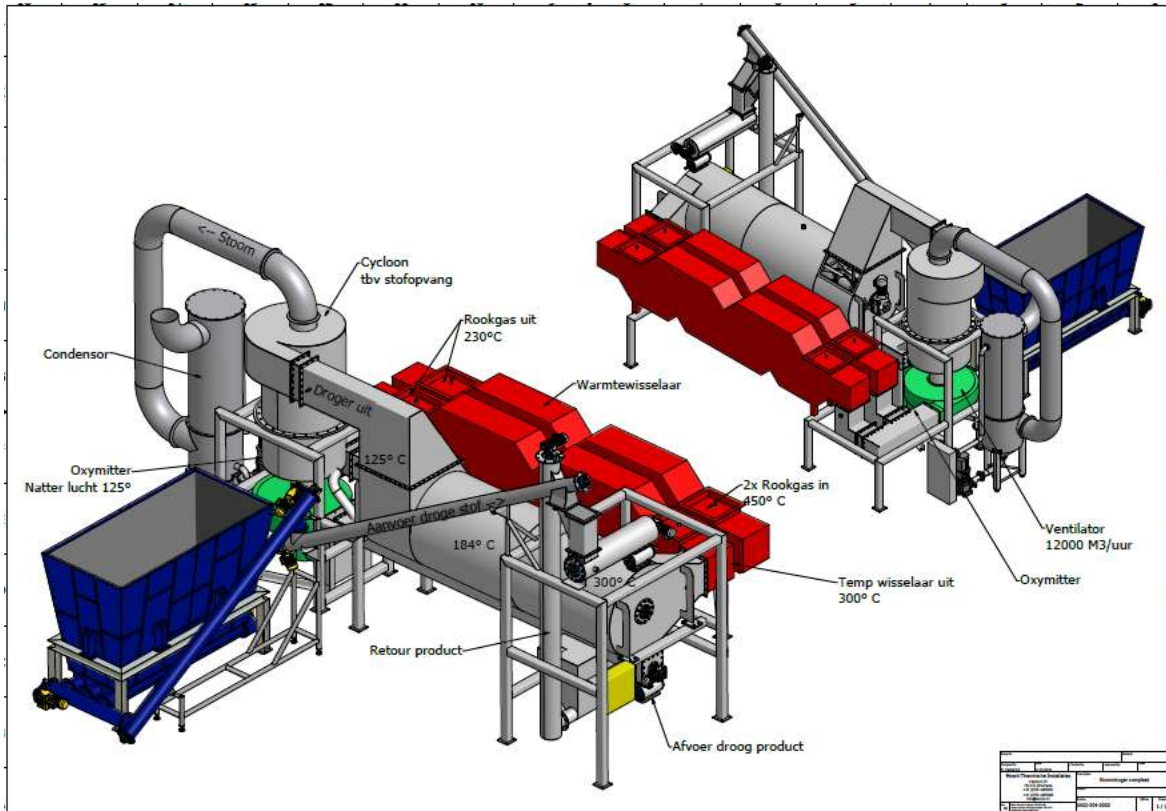
Om de doelstellingen van het project te kunnen realiseren is het project opgedeeld in een aantal fases.

1. Evaluatie ontwerp
2. Bouw installatie
3. "Koude" in bedrijf name
4. "Warme" in bedrijf name
5. Resultaat verzameling
6. Evaluatie

Er is in overleg met verschillende partijen een tijdsplan opgesteld waarbinnen het project uitgevoerd wordt. Aangezien het een *full scale* installatie betreft zijn er in de tijd verschillende evaluatiemomenten opgenomen om de voortgang van het project te kunnen bewaken en eventueel bij te sturen.

3.1 EVALUATIE ONTWERP

De installatie bestaat uit een aanname bunker voor vaste stof met invoer systeem, de drooginstallatie, een systeem met warmtewisselaars, een condensorsysteem en een afvoersysteem voor droog materiaal. In figuur 1 wordt het ontwerp van het droogstelsel weergegeven.



Figuur 1: Aanzichten droogstelsel

3.1.1 ONTWERP DROOGSYSTEEM.

Massabalans

Voor het opstellen van de massabalans is over een periode van een maand gekeken naar de input van verschillende grondstoffen in de biogas installatie, de gasproductie en de stroomproductie. Op basis van deze getallen is te bepalen hoeveel organisch materiaal is afgebroken in het proces en hoeveel er uiteindelijk overblijft. Het digestaat uit de vergister wordt in de BRU installatie ingevoerd en door middel van diverse scheidingstechnieken behandeld waarbij de te drogen media ontstaan zoals RO-concentraat en de vaste fractie met veelal de asresten. Deze output moet gedroogd worden tot 85% droge stof. In tabel 1 is de balans weergegeven met de verschillende stromen met de gemiddelde waarden van 1 maand.

Tabel 1: Gemiddelde waarden over 1 maand

Omschrijving	Hoeveelheid	Eenheid
Hoeveelheid vaste stof invoer inclusief reflux en kippenmest	42094	Kg/dag
Hoeveelheid Co producten	23450	Kg/dag
Hoeveelheid drijfmest	41023	Kg/dag
Biogas verbruik	16227	m3/dag
Stroomproductie	42364	kW/dag

Het gemiddelde biogas verbruik per dag ligt op 16227 m³, dit is gelijk gesteld aan de gemiddelde biogas productie per dag. De gemiddelde afbraak OS per dag is berekend op 19472 kg/dag.

Deze afgebroken hoeveelheid wordt omgezet naar biogas, het overige wordt niet afgebroken en wordt in de vorm van digestaat uit het vergistingsproces gevoerd. Dit is de input voor de BRU installatie.

In de BRU installatie wordt het digestaat gescheiden in diverse stromen en ontstaat er uiteindelijk loosbaar water, vaste fractie en RO concentraat.

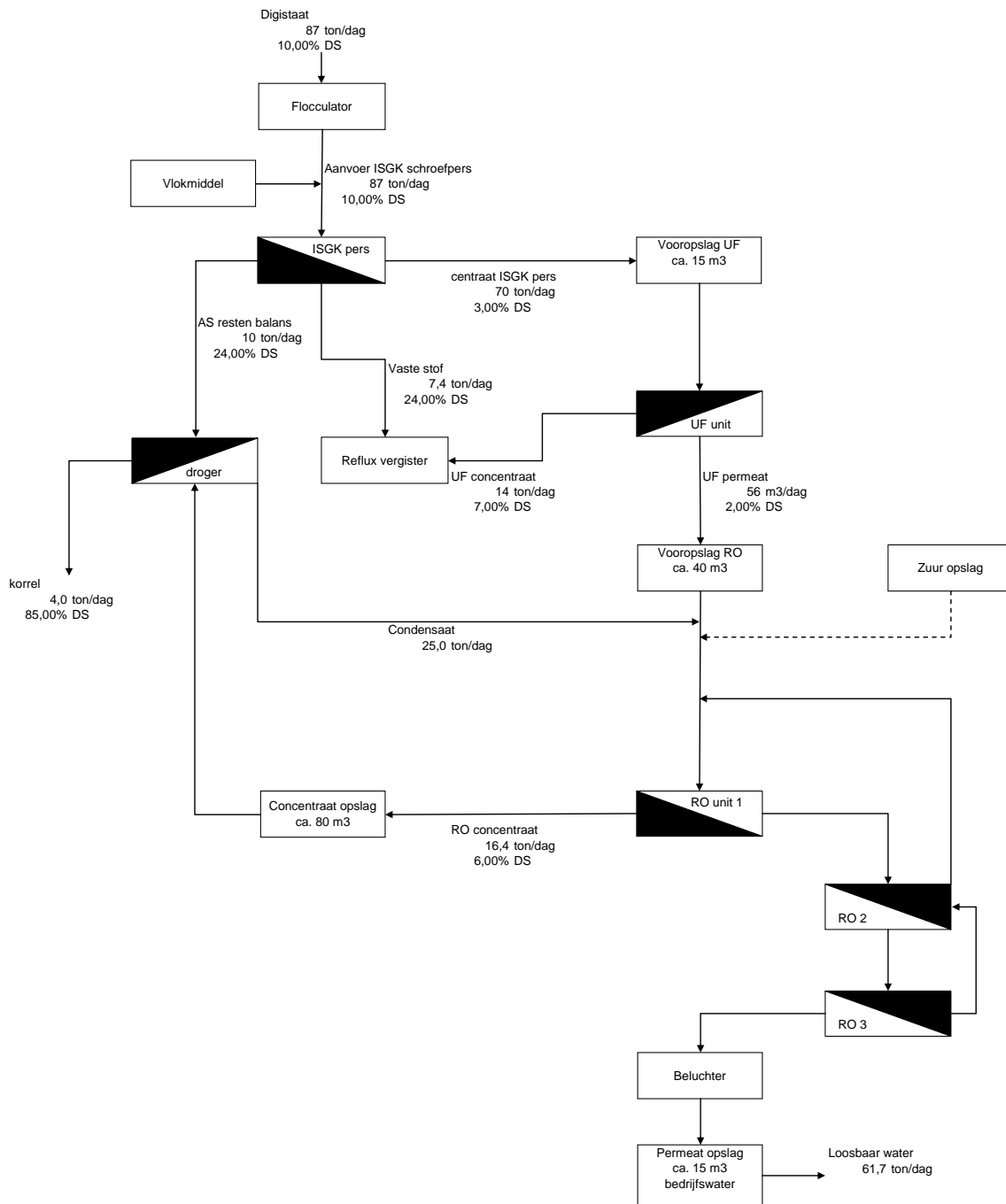
Uit de gegevens van tabel 1 en de berekening van de afbraak aan organische stof kan berekend worden hoeveel digestaat er wordt "geproduceerd".

Het overschot in de vorm van digestaat is:

Input vaste fractie + input Co-producten + input drijfmest – afbraak organisch stof.

42094 kg + 23450 kg + 41023 kg – 19472 kg = 87095 kg/dag, deze hoeveelheid wordt door de BRU als volgt verwerkt.

PROCES SCHEMA



Figuur 2: PFD installatie

Het residu van de BRU installatie is RO concentraat en vaste fractie dat afgevoerd zal worden naar de nieuw te bouwen droger. In tabel 2 zijn de hoeveelheden weergegeven met daarbij de berekening voor de benodigde verdampingscapaciteit.

Tabel 2: Residu BRU installatie

Omschrijving	Ton/dag	Ds%	Ton ds (85%)	Ton water
RO- concentraat	16.4	6	1.15	15.25
Vaste fractie	10	24	2.8	7.2
Totalen	26.4		3.95	22.45

Beschikbare warmte

Voor het droogproces is warmte op een hoge temperatuur nodig. De biogas installatie van Dankers Vastgoed BV heeft een opgesteld vermogen van 2 MWe, bestaande uit 2 GE Jenbacher motoren type J 320. Dit betekent dat bij vollast van de motoren er 2000 kW elektriciteit wordt geproduceerd bij een rendement van de motoren van 42%.

De rest van de energie wordt omgezet in warmte in de vorm van motor koelwater en rookgassen. In tabel 3 wordt de verdeling van de energie weergegeven per motor.

Tabel 3: Energiegegevens motor (Bron: GE Jenbacher)

Omschrijving	Hoeveelheid	Eenheid
Mechanische energie	1095	kW
Motorkoelwater	310	kWh
Temperatuur koelwater	95	Graden Celsius
Rookgas totaal	740	kWh
Overige	461	kWh
Rookgas temperatuur	450	Graden Celsius
Rookgas volume stroom	4387	Nm ³ /h

Het principe van oververhitte stoom is dat stoom op een hogere temperatuur wordt gebracht waardoor er oververhitte stoom ontstaat. De techniek is er op gebaseerd dat het te drogen product in direct contact komt met de oververhitte stoom. De oververhitte stoom levert daarbij de warmte voor verdamping en vormt het medium om de geproduceerde stoom af te voeren dat is ontstaan als gevolg van de verdamping. De oververhitte stoom circuleert in een gesloten systeem en alleen de hoeveelheid stoom die geproduceerd wordt door de verdamping wordt uit de circulatiestroom verwijderd.

Om het bovenstaande principe toe te kunnen passen kunnen de rookgassen tot maximaal 180 graden Celsius worden terug gekoeld, de beschikbare warmte is dan 479 kWh per motor er zijn twee motoren opgesteld wat resulteert in een thermisch vermogen van $2 \times 479 \text{ kWh} = 958 \text{ kWh}$.

Warmtewisselaar

Voor het droogproces is gekeken naar lucht/lucht wisselaars en hun efficiëntie. Er zijn verschillende vormen van lucht/lucht wisselaars op de markt. De lucht/lucht wisselaar moet voor het proces aan een aantal essentiële eisen voldoen. De belangrijkste eisen zijn:

1. De toename van de weerstand in het rookgaskanaal mag met maximaal 8 mbar stijgen. Indien deze waarde hoger wordt zal dit gevolgen hebben voor de werking van de motoren (richtwaarden Jenbacher).
2. rookgassen mogen niet terugstromen naar een andere motor.
3. De uitgaande temperatuur van de rookgassen moet boven de 180 graden Celsius blijven in verband met corrosie van de uitlaten.
4. De wisselaar moet afgekoppeld kunnen worden als een motor niet in bedrijf is.
5. De wisselaar moet eenvoudig te reinigen zijn als er verontreinigingen optreden zowel aan de primaire zijde als aan de secundaire zijde.
6. De wisselaar moet bestand zijn tegen hoge temperatuurverschillen.

Op basis van deze eisen is, in samenwerking met de leverancier, een lucht/lucht wisselaar geselecteerd met de specificaties zoals weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: dimensie wisselaar

Omschrijving	Eenheid	Rookgas	Circulatie stroom
Volumestroom in	Nm ³ /h	8775	10480
Temperatuur in	Graden Celsius	450	120
Temperatuur uit	Graden Celsius	229.4	300
Soortelijke warmte inlaat	Kcal/N m ² °C	0.321	0.321
Soortelijke warmte uitlaat	Kcal/N m ² °C	0.314	0.316
Efficiëntie	η ₁	54.5	
Warmte recovery	η ₂		47.5
Drukverlies	Pa	6.44	7.11
Snelheid medium	m/sec	6.89	8.23
Vervuilingswaarde	Rh	0.0008	0.0004
Warmtelevering	kW	700	
Oppervlakte nodig	m ²	202.73	
Materiaal wisselaar		1.4571	1.4571
Materiaal mantel		1.4404	

In combinatie met de berekening voor de wisselaar en de massabalans van de BRU installatie kan een ontwerp gemaakt worden van de droger met daaraan een condensor om het vocht te verdampen en te condenseren.

De uitgangpunten voor het ontwerp worden primair bepaald door de toevoer en afvoerstromen naar en van de droger:

DROGER		Nat	Water	DS
Input droger	DS%	Mass flow	Mass flow	Mass flow
		[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
Vaste fractie	28	660	475	185
RO concentraat	6	540	508	32
Totaal		1200	983	217

Output droger		Nat	Water	DS
	DS%	Mass flow	Mass flow	Mass flow
		[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
Vaste fractie	85	217	33	185
RO concentraat	85	38	6	32
Totaal		256	38	217

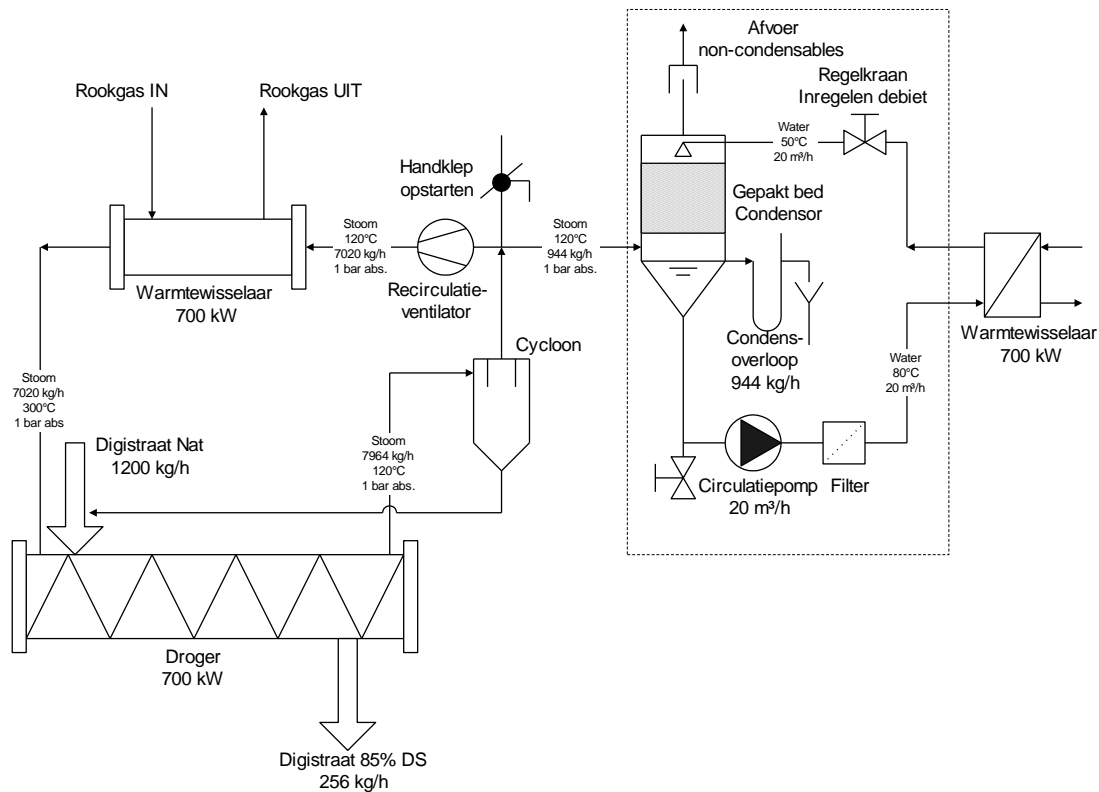
De product gebonden warmtevraag van de droger (excl. verliezen) is dan als volgt opgebouwd:

Vermogen opwarmen droge stof	5 kW
Vermogen opwarmen residu water	2 kW
Vermogen opwarmen, verdampen en oververh. damp	641 kW
Totale vermogensvraag droger	647 kW

Van dit vermogen komt een deel, 625 kW, weer vrij bij de condensatie van de gevormde damp.

Condensator

In figuur 3 is een schematische weergave van de droger en condensator afgebeeld.



Figuur 3: Opzet condenser

CONDENSOR

Aanbod damp	944 kg/h
Aanvoertemperatuur damp	120 °C
Specifiek volume dampstroom	1.769 m ³ /kg
Debiet damp	1671 m ³ /h

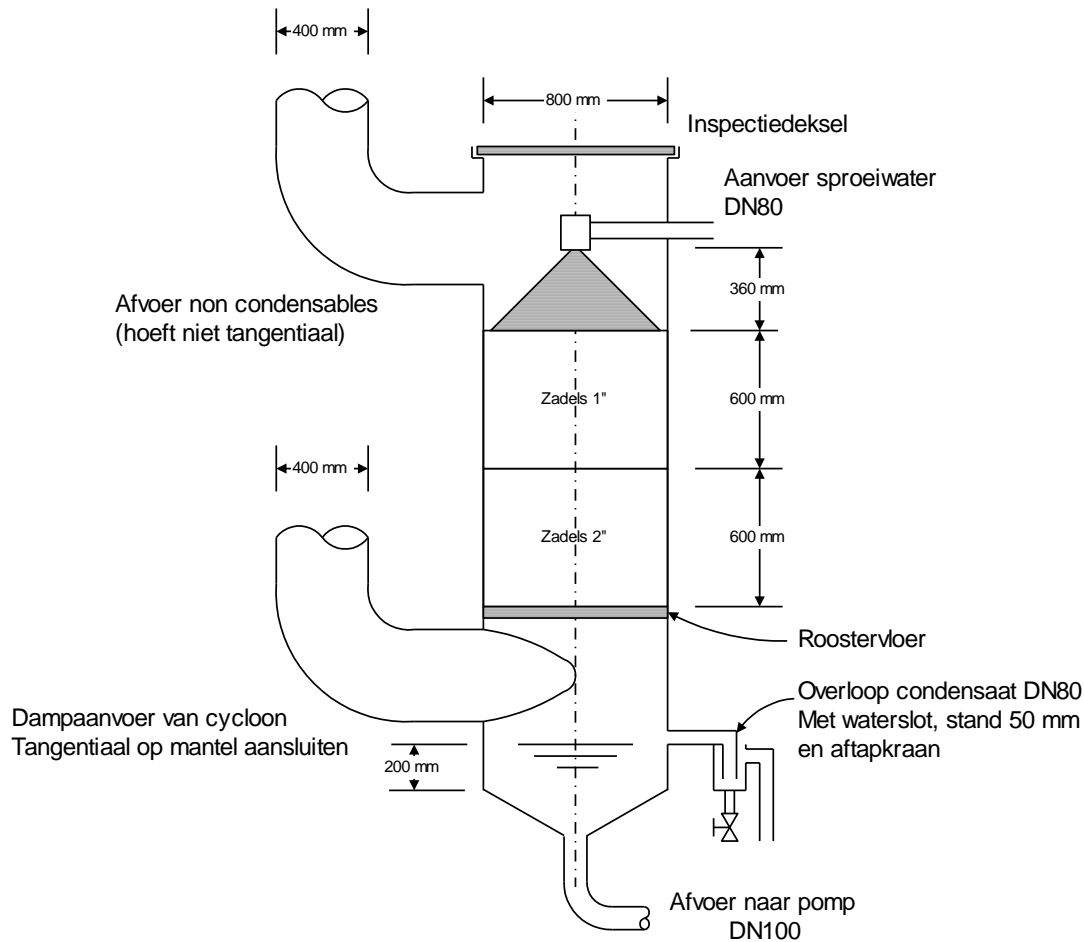
Verder wordt voor de condenser het volgende gehanteerd als uitgangspunten:

Debiet water	: 20 m ³ /h
Ontwerpvermogen	: 700 kW
Water aanvoertemperatuur	: 50°C

Bij volledige condensatie van de aangeboden dampstroom, is de afvoertemperatuur van het water ca. 80°C.

Basisontwerp condensor

Een principeschets van de gepakt bed condensor is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: Principeschets condensor

Uittredeconditie non condensables:

Temperatuur : 75°C

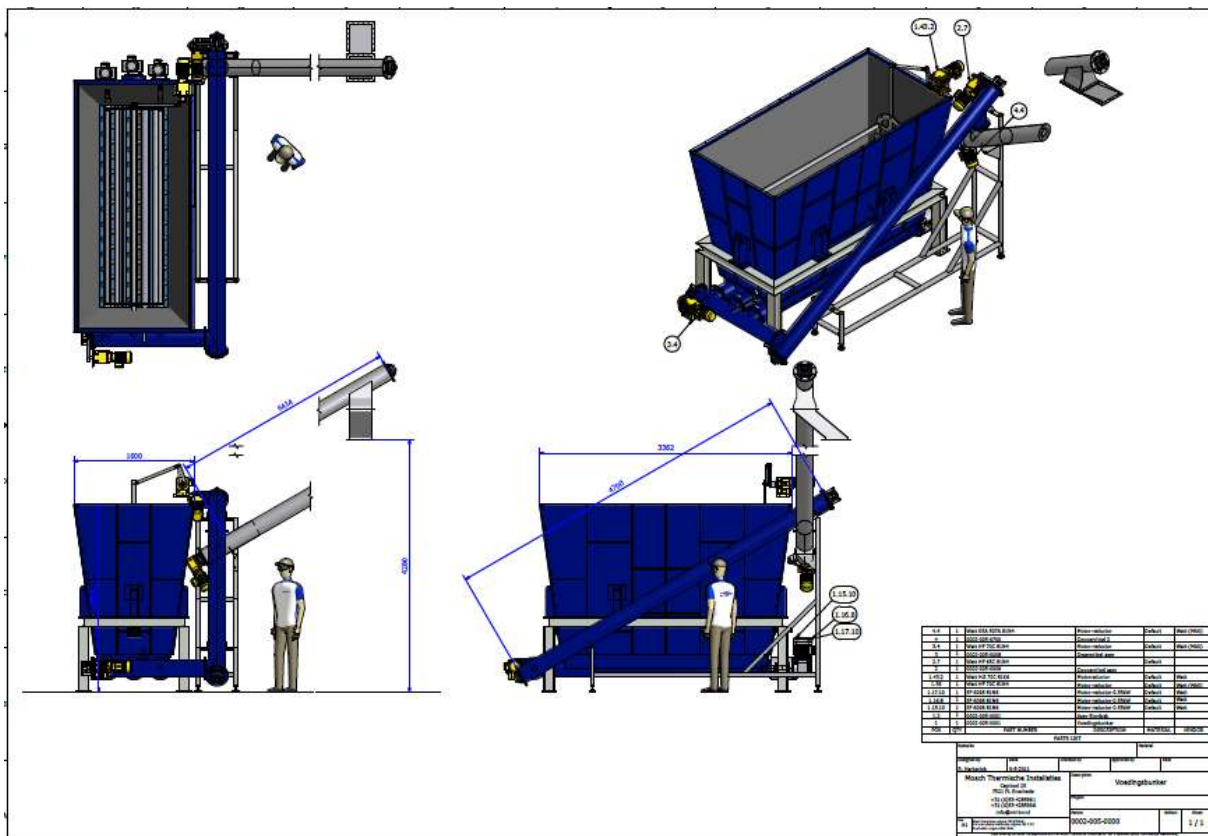
Vochtgehalte : 0.4 kg/kg

De drukval over het gepakte bed is maximaal (worst-case situatie, zonder condensatie, met besproeiing door water): 400 Pa. Bij normale bedrijfsvoering < 200 Pa.

Voor de opvang van deze hold-up is 200 mm extra hoogte voorzien onder de damp toevoer aansluiting.

Aanvoerbunker

Uit de massabalans berekening volgt dat er circa 10 ton rulle fractie vanuit de BRU installatie verwerkt wordt in het droogproces. Deze 10 ton komt vrij tijdens de voorfiltratie en wordt opgevangen in een betonnen bunker. Om tijdens de nachtelijke uren het droogproces te kunnen voeden is een tussenbuffer noodzakelijk. Bij een gelijkmatige voeding van de droger betekent dit dat de inhoud van de tussenbuffer minimaal $(10 \text{ ton} / 24 \text{ uur}) * 12 \text{ uur} = 5 \text{ ton}$ inhoud moet hebben. De aandrijfmotoren van de afvoervijzels moeten frequentie gestuurd zijn om de voeding naar het droogproces te kunnen regelen. In figuur 5 is het ontwerp van de bunker weergegeven.



Figuur 5: Tussenbunker

Droogstelsysteem

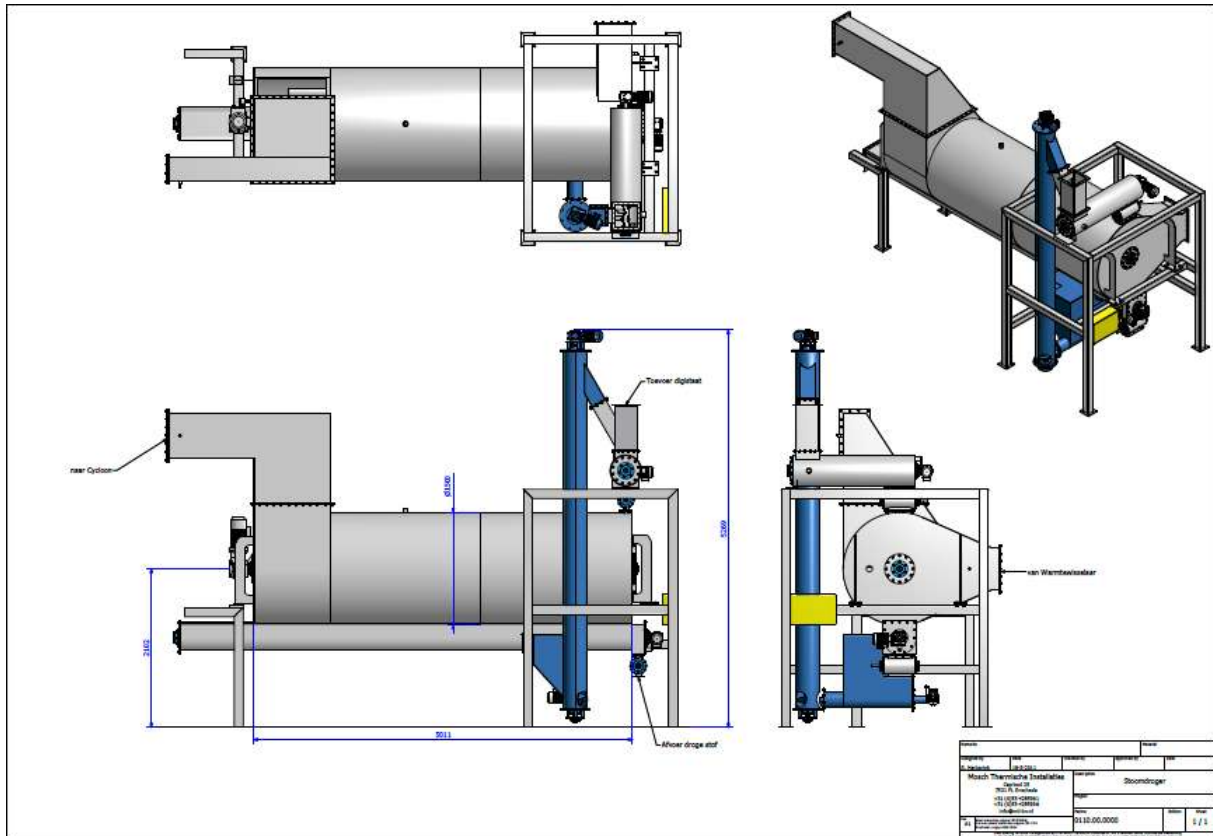
Het droogstelsysteem bestaat uit een cilindrische buis met een langzaam roterende paddelmenger met meenemers. Aan de droogtrommel is een cycloon met blower gemonteerd. De cycloon dient ervoor om het stof af te vangen, de blower zorgt voor circulatie van stoom in het systeem. De in- en uitlaat van de droogtrommel zijn voorzien van roterende sluisen. De snelheid in de droogtrommel is variabel met een maximum van 2,5 m/s. Het rendement van de drooginstallatie wordt bepaald door een aantal factoren, hierna volgt een opsomming van de belangrijkste parameters:

- Warmte overdacht in de lucht/lucht wisselaar
- Intrede temperatuur droger
- Uittrede temperatuur droger
- Intrede temperatuur condensor
- Watertemperatuur condensor
- Watertemperatuur condensaat
- Luchtsnelheid
- Druk in de droger
- Vullinggraad droger
- Verdeling te drogen product in de droger

Het meten van deze parameters op de verschillende posities is van belang voor een goede proces sturing. Omdat het systeem pas goed werkt bij hoge temperaturen moeten de meetsensoren en overige componenten bestand zijn tegen temperaturen van minimaal 450 graden. In tabel 1 worden de verschillende meetsystemen weergegeven.

Tabel 5: Meetsensoren

Componenten meet en regeltechniek			
Aantal	Leverancier	Omschrijving	Art. nummer
9	Endress+Hauser	Temperatuur sensor	TC10-GBA8CASCGE100
1	Endress+Hauser	Draaivleugel schakelaar	FTE30-EA11
1	Belimo	Regelafsluiter motor	NV24-MFT+UNV-002
1	Belimo	3-weg afsluiter	H764N
1	Emerson	Zuurstof meter	OXTC-4-0-1-4-12-2-1-00-00-00-00



Figuur 6: Droogtrommel

Per onderdeel is met de leverancier afgestemd of de volumes en capaciteiten toereikend zijn en hoe de onderdelen op locatie het beste ingepast kunnen worden. Na deze evaluatie en na overeenstemming over de prijzen zijn de verschillende onderdelen per december 2010 in opdracht gegeven aan de leverancier.

3.2 BOUW INSTALLATIE

Deze fase bestond uit het vervaardigen van de drooginstallatie bij de leverancier. De hoofdcomponenten werden op locatie aangeleverd en geassembleerd. De leverancier heeft ook zorg gedragen voor de aanpassingen aan het rookgaskanaal. Op locatie is het leidingwerk aangebracht om het RO concentraat te kunnen doseren en zijn de aanpassingen aan de opslagbunker voor vaste stof gereed gemaakt.

Alvorens de gehele installatie werd geïsoleerd is eerst de "koude" inbedrijfname uitgevoerd om de dichtheid van het systeem te controleren. Dit onderdeel is in april 2011 gereed gekomen.



3.3 “KOUDE” IN BEDRIJFNAME

Alvorens het systeem met product te voeden is een IO test uitgevoerd. Hierin zijn alle motoren, meetinstrumenten en programmering getest op werking en functionaliteit. Volgens een stappenplan is begonnen met de eerste testruns. Het systeem is hierbij op temperatuur gebracht en getest op dichtheid. In deze test is water in de drooginstallatie gebracht zodat er stoom ontstond en zo het systeem op dichtheid getest kon worden.

De gekozen componenten waren bestand tegen de hoge temperaturen en de rek en krimp van de installatie is vastgesteld. Na deze eerste functionaliteit testen is de installatie geïsoleerd en kon begonnen worden met het inbrengen van het product. Dit traject is in juni 2011 afgerond.

3.4 “WARME” IN BEDRIJFNAME

In deze fase is gescheiden product uit de BRU installatie in het droogproces gebracht. De aansturing van het droogproces werd in deze beginfase manueel gedaan. Belangrijk is om de waarden uit het vooronderzoek te vertalen naar de praktijksituatie. De in- en uitgaande temperatuur van de drooginstallatie zijn hierbij de belangrijkste parameters. Deze temperatuur kan geregeld worden door de aanvoersnelheid van het product en de snelheid van de blower te regelen. In de opstartfase werd al snel duidelijk dat de in- en uitvoersluizen voor de nodige problemen zorgde.

De sluisen die voor het afsluiten van de installatie dienen bleken wel stoom door te laten. Dit probleem was dermate ernstig dat de droger regelmatig stoppen moest en moest afkoelen. Er is besloten om

deze twee punten aan te laten passen. Er is een nieuwe afdichtingstechniek ontwikkeld waarbij de afdichting wel door het product plaats vond maar waarbij de doorlaat ruim voldoende was zodat er geen verstoppingen konden optreden. Dit was een noodzakelijke aanpassing omdat er anders niet stabiel gewerkt kon worden. Het aanpassen van het systeem heeft enkele weken in beslag genomen, omdat de isolatie e.d. weer hersteld moest worden. Na de aanpassing is in juli 2011 opnieuw gestart met de droger en het bleek dat de aanpassingen het beoogde resultaat hadden.

Het volgende probleem deed zich voor in de aanvoerbunker van de droger. Het ontwerp met steile wanden en een vijzelbodem leken op zicht goed te kunnen werken, echter door de compactheid van de vaste fractie en de structuur van het materiaal bleek de afvoer verstopt te raken als gevolg van brugvorming op diverse plekken van het aanvoer systeem. Indien de aanvoer richting de droger niet constant is of soms zelfs helemaal niet plaats vond kon er niet stabiel gewerkt worden met de droger en was men constant bezig met het vrij maken van de aanvoerlijn. Er is voor de aanvoerbunker een woelmechanisme ontwikkeld om het product in beweging te houden. Dit leek in het begin goed te werken alleen in de langere test bleek ook hier een constante aanvoer het probleem te zijn.

Uiteindelijk is besloten om toch te kiezen voor een andere aanvoerlijn welke robuuster en bedrijfszekerder was. Er is hiervoor een proefbunker gemaakt en op locatie getest met het product. Deze test is geslaagd en daarop is besloten om het systeem in te bouwen. Dit is een zeer lang traject van proberen en bijstellen geweest waardoor de doorontwikkeling van de droger eigenlijk stil kwam te liggen. De feitelijke start kon pas beginnen nadat de nieuwe bunkerbak was geïnstalleerd. Uiteindelijk was dit onderdeel in november 2011 gereed.

Als gevolg van de technische problemen in de aanvoerlijn werd al snel duidelijk dat het beoogde resultaat voor het project niet binnen de gestelde termijn van 12 maanden kon worden gerealiseerd. Er is om die reden ook verlenging aangevraagd voor het project omdat de resultaten tijdens perioden van draaien wel bemoedigend waren.

In de nieuwe configuratie is het systeem weer opgestart, nu de aanvoer van product geregeld kon worden kwamen de eerste resultaten beschikbaar. In deze periode is druk gewerkt aan de besturing en regeling van het droogproces. Doordat er nu constant gedraaid kon worden met het systeem werden de diverse componenten in het systeem ook getest op stand tijden. In deze fase zijn een aantal technische aanpassingen gedaan aan de compensatoren van de installatie. Deze bleken door de wisselende omstandigheden al snel lekkage te vertonen. Dit was terug te voeren op het product en de temperatuur. In het ontwerp was gerekend met lagere temperaturen rondom de compensatoren. In de praktijk was de temperatuur echter vaak veel hoger. Het proces is met een leverancier van compensatoren onderzocht en op basis van deze resultaten is een nieuwe compensator ontwikkeld en in de praktijk getest.

Naast de compensatoren waren er ook problemen met het condenseren van de stoom op ongewenste locaties in het proces. Doordat in het basisontwerp een verblijftijd van het product van minimaal 1 uur moest worden gerealiseerd om het product exportwaardig (cf VWA eis) te krijgen kregen we problemen met het afkoelen van het product. Door de lange verblijftijd daalde de temperatuur tot

onder condensatie punt van de stoom met als gevolg dat het product weer vochtig werd. Om dit te voorkomen moest het concept hierop aangepast worden. Door de afvoerlijn te ontkoppelen van het droogproces kon voorkomen worden dat de stoom in het product zou condenseren. Vanwege de omvang van de aanpassing heeft het ontwikkeltraject hierdoor weer vertraging opgelopen.

Na deze aanpassing kon men in januari 2012 weer doorgedaan worden met het ontwikkelen van de besturing en het testen van de installatie.

Tijdens deze periode is ook de paddelmenger van de droger gebroken als gevolg van rek en krimp, dit kan ook als oorzaak hebben dat de installatie veel aan en uit is geweest. Dit probleem werd relatief snel verholpen.

Een ander aandachtspunt in de installatie was het condensatorsysteem. Het aanbod aan stoom werd onvoldoende verwerkt door de gepakt bed condensor. Bij inspectie van het systeem bleek deze vervuild te zijn waardoor er kanaalvorming in het gepakt bed optrad. Hierdoor werkte het systeem niet goed. Besloten is om het ontwerp van de gepakt bed condensor te herzien, het systeem is omgebouwd naar een spray bed condensor. In de nieuwe situatie mochten er geen problemen meer zijn met verstopping van het systeem en de capaciteit moest ruim voldoende zijn. Na de herstart bleek het probleem met verstopping verholpen te zijn, echter de temperaturen in het systeem kwamen nog steeds niet overeen met de berekeningen. Dit traject liep tot maart 2012. Hierop is opnieuw naar het totale systeem gekeken en heeft er overleg plaats gevonden met een externe deskundige. Uit deze analyse kwam al vrij snel naar voren dat er enorm veel *non condensables* in het systeem waren. De oorzaak werd gezocht in de afdichting van het systeem. Vermoedelijk wordt er op sommige plaatsen valse lucht in het systeem gezogen waardoor het probleem van de hoge temperaturen verklaard kon worden. In de aanpassing van het systeem is de invoer van materiaal dusdanig aangepast dat via deze weg er geen lucht in het systeem kon treden. De afvoer van droog materiaal is destijds ook omgebouwd, via dit kanaal kon er op momenten wel lucht in het systeem komen. Hiervoor is gezocht naar een technische oplossing bestaande uit sensoren in de afvoerbunker. Al snel bleek dat deze aanpassing niet het gewenste resultaat gaf. De sensoren die waren ingebouwd waren niet betrouwbaar en zorgden eigenlijk voor meer problemen. Dit is dan ook weer uit bedrijf genomen. Zolang hiervoor geen doelmatige oplossing werd gevonden is het systeem manueel bediend. Met de juiste instellingen en beperkte capaciteit kon op deze manier wel worden gewerkt, maar het probleem in de condensor bleef bestaan. In diverse testen die daaropvolgend zijn uitgevoerd kon de problematiek van het aanzuigen van lucht via lekkages worden uitgesloten maar bleef de condensor problemen geven. Dit betekende dat het of via het product werd ingebracht of dat er een ander probleem was. Door verder te zoeken viel de aandacht al snel op de lucht / lucht warmtewisselaar. Bij een inspectie van deze wisselaar werd ontdekt dat de afdichting vergaan was.

**Figuur 7: Oorspronkelijk****Figuur 6: Vergane afdichting**

Hierdoor konden er hete uitlaatgassen in het systeem van de droger terecht komen. De druk in het uitlaatsysteem is hoger als in de droger. De reden waarom de afdichting vergaan was is waarschijnlijk terug te voeren op het agressieve milieu. Daarvoor waren er ook problemen met de compensatoren, dit is destijds opgelost door andere materiaal te kiezen. Om de afdichting van de wisselaar te herstellen is nieuw pakingsmateriaal besteld en zijn er wat technische aanpassingen aan de wisselaar gemaakt. Deze aanpassing bleek het gewenste effect te hebben op het condensor systeem. De temperaturen konden nu wel ingeregeld worden en liepen niet meer sterk op. Met deze aanpassing dachten we het systeem onder controle te hebben zodat de duurtest kon worden voortgezet. Dit vond plaats in juni 2012. Helaas bleek na een aantal weken de problematiek weer de kop op te steken. Uit ervaring wisten we dat het probleem waarschijnlijk weer terug te voeren was op de afdichting van de wisselaar en na inspectie bleek deze weer slijtage te vertonen waardoor er kleine scheuren waren ontstaan. Hierop is opnieuw contact geweest met de leverancier van het afdichtingsmateriaal en de oplossing moest gezocht worden in de bescherming van het materiaal tegen zowel de uitlaatgassen als de drogerlucht. Hiervoor moest een compleet nieuwe afdichting worden ontwikkeld waarbij de afdichting buiten het systeem gebracht werd. Dit heeft enige tijd in beslag genomen. Het resultaat was positief en door deze aanpassing is het onmogelijk dat er zich rookgassen vermengen met de drooglucht. Nu deze aanpassing gedaan was kon het systeem veel makkelijker bedreven worden zonder problemen met non condensables. Eigenlijk was het hele systeem pas na deze aanpassing in staat om langdurig onafgebroken te draaien. Dit speelde in juli 2012.

In deze test bleek dat het afvoersysteem van de droge fractie nog verbeterd kon worden. Hiervoor is al omschreven dat de afdichting hier niet optimaal was, er kon hier echter wel mee gedraaid worden.

Gezien alle aanpassingen en het tijdsbestek is besloten om het systeem in eerste instantie voor een langdurige periode te laten draaien om zo meer ervaring op te doen. De problematiek met de afvoer heeft op dat moment een wat lagere prioriteit gekregen.

In deze langdurige test bleek dat het systeem technisch goed functioneerde. De meeste storingen waren afkomstig van het vijzelsysteem en de voorraad product.

De proefbunker die in het verleden was ontworpen bleek te weinig inhoud te hebben om gedurende de nacht de droger te voeden. Aangezien de techniek wel goed was is besloten om de proefbunker te vervangen door een grotere bak met dezelfde techniek. Dit systeem is voor de installatie gebouwd en werkt na behoren. Dit traject kon in oktober 2012 worden afgerond.

In de langdurige test bleek ook dat het vijzel afvoersysteem niet bestand was tegen het zeer abrasieve materiaal. Het systeem was door de vele ombouw acties niet meer in de meest optimale staat en het bleek dat het technisch wel functioneerde maar de materiaal keuze te licht was gekozen. Omdat al bekend was dat het afvoersysteem beter kon en gezien de slijtage en staat van het vijzel systeem is besloten om dit systeem aan te passen. De afvoer is hiervoor opnieuw ontworpen en voorzien van een betere afdichttechniek, enigszins vergelijkbaar met het invoersysteem. Dit systeem is ingebouwd en blijkt goed te werken. De afvoer van droog product is vervangen door transport banden omdat deze veel minder gevoelig zijn voor slijtage.

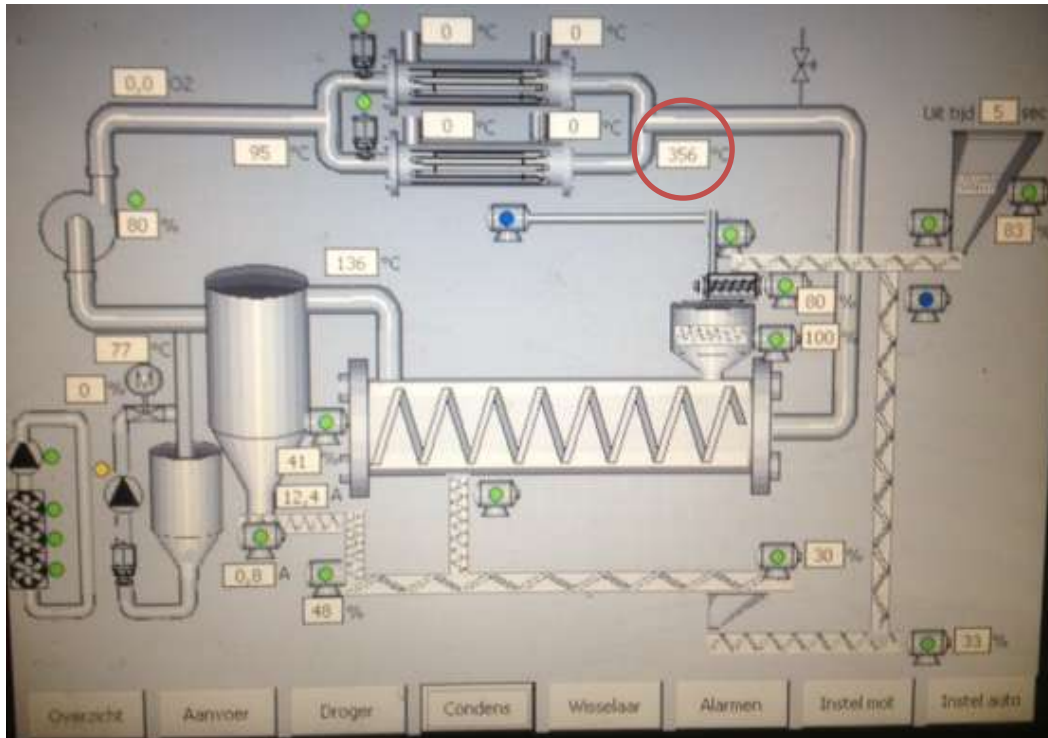
In feite is met deze laatste aanpassing bijna het hele systeem aangepast met als resultaat een werkende installatie met relatief weinig storingen meer. Dit was in januari 2013.

Het systeem is nu volcontinu in bedrijf, ondanks enkele kleine storingen kan nu ervaring worden opgedaan met het inregelen van het systeem en de effecten van het product uit de BRU installatie worden zichtbaar. In de planning van het project was de koppeling met de overige installaties nog opgenomen maar dit heeft als gevolg van diverse aanpassingen tot op heden nog niet volledig plaats gevonden.

3.5 RESULTAAT VERZAMELING

Uit voorgaande paragraaf is duidelijk geworden dat het nog niet zo eenvoudig was om tot een betrouwbare procesvoering te komen. De oorzaak was niet zozeer het concept van drogen, dit bleek al snel een prima methode te zijn. De problemen deden zich met name voor op het technische vlak, waarbij het product zelf voor de meeste problemen zorgde. Het laat zich in verschillende stadia moeilijk transporteren en is daarnaast ook vrij abrasief. Door de goede samenwerking en het doorzettingsvermogen bij de verschillende partijen is voor het overgrote deel van de problemen een succesvolle oplossing gevonden. Daarmee kan gesteld worden dat het hoofddoel; "Implementatie van een SHS droger in het concept BRU" geslaagd is.

Naast de implementatie was ook de erkenning als exportwaardig product een speerpunt. Omdat het droogstelsel een nieuwe ontwikkeling is kon niet uitgegaan worden van de standaard regelgeving waarin gesteld wordt dat het product minimaal 1 uur op +70 °C wordt gehouden. We moesten aantonen dat dit systeem ook voldeed. Aangezien de temperaturen in de droogtrommel extreem hoog zijn (+350 °C) en het proces alleen goed werkt bij deze temperaturen verwachten we dat het product vrij is van ziektekiemen.



Om het systeem gecertificeerd te krijgen is het NVWA uitgenodigd om het proces te beoordelen. Zij hebben de installatie uitvoerig bekeken, omdat dit de eerste installatie was, en uiteindelijk een erkenning afgegeven. Deze is als bijlage toegevoegd. Hiermee is ook deze doelstelling van het project gerealiseerd.

Een nadeel van het droge product is wel de stofvorming. Omdat het product in veel gevallen meer dan 90% droge stof bevat en dit vrij in de loods terecht komt, ontstaat er veel stof rondom de opslag. Dit stof draagt ook een geur uit. Op dit moment worden diverse opties bekeken om het stof en de geur te controleren.

Ondanks de aanpassingen aan het systeem heeft de installatie periodes lang wel kunnen draaien. In deze periodes is ervaring opgedaan met het proces. Gedurende de looptijd van het project is ook enkele malen gedraaid met een mengsel van rulle fractie en RO concentraat. De twee stromen die aanvankelijk verwerkt dienden te worden. Doordat het systeem niet optimaal was kon niet op 100% capaciteit gedraaid worden. De stromen zijn daarom ook in verhouding toegevoegd aan het droogproces. Duidelijk was dat het toedienen van RO concentraat duidelijk van invloed was op de mineralenbalans van het droge product. Met name het Kali gehalte van het droge product kon hiermee verhoogd worden. De aanwezige stikstof in het RO concentraat werd als gevolg van de hoge temperaturen volledig teruggevonden in het condensaat. Dit condensaat wordt door de RO installatie van de BRU weer verwerkt. Dit leidt tot een kringloopstroom van Stikstof. Dit is niet gewenst. De oplossing voor Stikstof moet daarom op een andere manier gerealiseerd worden. Aangezien de warmte vanuit het droogproces op een hoge temperatuur teruggewonnen wordt is het mogelijk om met deze warmte de stikstof te gaan strippen of het RO concentraat separaat te gaan behandelen. Dit is

geen onderdeel van dit project en er worden gesprekken gevoerd met verschillende partijen om te kijken naar een alternatieve manier voor de stikstof terugwinning of RO concentraat behandeling. Voor wat betreft de doelstellingen van dit project kan geconcludeerd worden dat het indampen van RO concentraat via de SHS droger niet is gehaald. Een andere reden dat dit traject niet is doorgezet is het feit dat gedurende het project ook meegedaan kon worden aan de pilotproef “mineralen concentraat”. Hierdoor was de behandeling van RO concentraat minder urgent.

In de afgelopen periode is er op het gebied van input vergistingsinstallaties ook het nodige veranderd. Doordat bepaalde grondstoffen minder interessant werden om te vergisten werd er ook gezocht naar alternatieve producten. Veelal waren deze grondstoffen gezien biogas opbrengst van mindere kwaliteit waardoor er meer van nodig is en daardoor de output van de vergistingsinstallatie ook toeneemt. Omdat met behulp van de drooginstallatie een droog en exportwaardig product gemaakt kon worden, was het geen probleem om meer vaste stof aan te voeren. Dit kon goed verwerkt worden in de installatie en omdat het RO concentraat niet wordt toegediend was er ruimte in het droogproces. Dit heeft feitelijk geleid tot een andere bedrijfsvoering waarmee de rendabiliteit van de gehele installatie verbeterd. Het gevolg is wel dat de hoeveelheid mineralen in het droge product zijn afgenomen. Bekeken wordt nog hoe dit enigszins verhoogd kan worden door mineraal rijke producten aan te nemen en te gaan drogen. Of dit interessant is zal ook afhankelijk zijn van de markt. Het is wel gebleken dat de afzet van het gedroogde materiaal toch moeilijker is dan vooraf gedacht. De bulkmarkt wordt gecontroleerd door een paar partijen waardoor de prijzen onder druk staan. Er wordt daarom ook meer gekeken naar de niche markten. Hiervoor zal aanvullend onderzoek verricht moeten worden. Dit is echter geen onderdeel van dit project maar wel belangrijk voor de toekomstige ontwikkelingen.

Naast implementatie en een export waardig product is een ander belangrijk aspect van het project de capaciteit van de drooginstallatie. Doordat de benodigde warmte voor het droogproces geleverd worden door de twee opgestelde WKK installaties moet de capaciteit van de droger gerelateerd worden aan de geproduceerde stroom. Als een WKK niet in bedrijf is zal er minder warmte beschikbaar zijn voor het droogproces en daardoor ook minder gedroogd kunnen worden. Zijn beide WKK vol in productie, dan kan ook de maximale capaciteit bepaald worden. Omdat dit een samenspel is tussen vergistingsinstallatie (productie biogas), energie management (APX prijs voor stroom) en instellingen droger is dit een moeilijk proces. Het inregelen van de droger voor 1 WKK of 2 WKK's is een langdurig proces geweest, daarnaast werd er soms niet op 100% capaciteit van de WKK gedraaid waardoor de temperaturen van de rookgassen varieerden met als gevolg veranderende omstandigheden in het droogproces. Door de vele variabelen kan de maximale capaciteit van de droger alleen behaald worden als een operator het systeem begeleid. Nu is dit niet de bedoeling, aangezien het systeem 's nacht onbemand moet kunnen draaien. Dit betekent dat de capaciteit van de droger niet is bepaald op maximale capaciteit maar op optimale capaciteit. Hierin reageert de droger zelfstandig op veranderingen in het proces zonder tussenkomst van een operator.

Uit deze proef is bepaald wat de capaciteit van het droogproces is en dit is afgezet tegen de stroomproductie. De onderzochte periode bedroeg 6 aaneengesloten dagen. De productie tijd van de droger en de productie tijd van de WKK installatie is geregistreerd.

Productie tijd WKK 1	144 uur
Productie tijd WKK 2	12 uur
Totale productie tijd	156 uur = 54% van maximum

Productietijd droger	96 uur = 66% van maximum
----------------------	--------------------------

Kg waterverdamping	53.111 kg
Kg verdamping per uur	553 kg bij 54% van het beschikbare vermogen, omgerekend naar 100% vermogen komt de verdamping uit op $553/54\% = 1024$ kg verdamping per uur. In het ontwerp is gerekend met een verdampingscapaciteit van 944 kg/uur. Geconcludeerd mag worden dat het droogproces voldoet aan de verwachtingen.

Hierbij moet opgemerkt worden dat als twee WKK installaties in bedrijf zijn de aangeboden warmte uit de rookgassen niet volledig benut worden door het droogproces. Dit is terug te voeren op het ontwerp van de wisselaars. In de praktijk blijkt dat de warmte overdracht niet zo groot is als verondersteld. Om de capaciteit van de wisselaars uit te breiden moeten deze compleet vervangen worden. Besloten is om deze aanpassing niet uit te voeren gezien de kosten van een wisselaar.

Zoals in voorgaande hoofdstuk is aangegeven heeft het project veel vertraging opgelopen als gevolg van technische tegenslag. Naast deze technische tegenslag is ook de partner in het project in financiële problemen gekomen door marktomstandigheden, zij waren genooddaakt om drastisch te saneren waardoor de ontwikkeling en ondersteuning vanuit hun kant niet kon worden voortgezet. Dit heeft een behoorlijke invloed gehad op het project. Omdat er nog een aantal aanpassingen van het systeem op het programma stonden moest er noodgedwongen gezocht worden naar een alternatief. Aangezien een aantal personen zelfstandig een nieuwe zaak waren begonnen is contact met hen gezocht om te kijken naar een mogelijke samenwerking in het lopende project. Met deze firma zijn afspraken gemaakt om het project vlot te trekken en te komen tot een volwaardig project. Dit is uiteindelijk bijna helemaal gelukt. Door deze omstandigheden is de integratie met de besturing in het totale systeem nog niet volledig tot stand gekomen.

Door de technische tegenslagen en het wegvallen van een partner is de begroting van het systeem ook anders uitgevallen. De begrote uren in het project zijn ruimschoots overschreden. Dit heeft te maken met de voortdurende aanpassingen aan het systeem. De inkoop aan materialen is beperkt kunnen worden door veel hergebruik van onderdelen en slim aanpassen. Dit had wel tot gevolg dat de tijd die nodig was voor de aanpassingen veel langer was als bij de productie van nieuwe onderdelen het geval zou zijn geweest.

KENNIS EN INFORMATIE

Het gehele project is een leerzaam proces geweest en tot op heden wordt er nog steeds geleerd van de installatie. Ook zal de toekomst nog moeten uitwijzen wat de stand tijden van de verschillende onderdelen zijn. Wel kan geconcludeerd worden dat een groot aantal van de doelstellingen zijn behaald. Gedurende de looptijd van het project is ook de vergistingsmarkt drastisch veranderd. Dit heeft ons tot nieuwe inzichten gebracht en gedurende het project is hier ook meteen op ingespeeld. Zo is de afzet voor RO concentraat gewijzigd, dit wordt nu niet meer toegevoegd aan de drooginstallatie. Deze stroom kan in vloeibare vorm afgezet worden, wel wordt er gekeken naar de mogelijkheden om deze stroom verder te concentreren met de restwarmte van het droogproces. Deze wordt via het condensorsysteem teruggewonnen. De condenswater temperatuur is circa 80 °C en is daarom nog nuttig toepasbaar.

De installatie heeft een erkenning ontvangen van het NVWA, ook voor deze instantie was het een nieuw procedé en zij hebben door middel van het bezoek en de gegeven informatie kennis kunnen nemen van deze ontwikkeling en kunnen dit in de toekomst dan ook weer gebruiken. Daarnaast komt de installatie ook in aanmerking voor een warmte bonus. Ook hier geldt weer dat de bevoegde autoriteit niet op de hoogte was van deze droogtechniek en daarom is in samenwerking met E-Kwadraat en het meetbedrijf een nieuw meetprotocol opgesteld. Mede door het bezoek en de uitleg van de installatie is dit proces succesvol doorlopen en kan het toegepast worden voor andere projecten.

De zoektocht naar afzet voor het gedroogde materiaal lopen ook nog steeds door. Hiervoor zijn een aantal interessante kanalen gevonden. Om deze afzet naar de toekomst vast te kunnen leggen zal er nog nader onderzoek en ontwikkeling moeten plaatsvinden. Opvallend is wel dat de afzet moeilijker verloopt dan vooraf gedacht. In de ontwikkelfase van het droogsysteem was de markt nog vrij enthousiast maar als je daadwerkelijk product in redelijke hoeveelheden gaat leveren valt het tegen. Er is wel gedacht aan pelletiseren van het droge materiaal maar dit is een kostbaar proces en moet daarom een behoorlijke meerwaarde aan het product geven wil het uit kunnen.

De oorspronkelijk aangenomen doorlooptijd van het project is niet gehaald. De bouw en montage van de installatie verliep voorspoedig maar door technische problemen in o.a. de aanvoerlijn en sluisen van de droger is de installatie uiteindelijk compleet nieuw opgebouwd. Achteraf gezien moet je dit soort zaken meenemen in de planning want als je problemen hebt in de aanvoer van je product, staat de rest van het proces stil. Er is wel geprobeerd door te draaien maar dit heeft in sommige gevallen weinig bijgedragen aan de ontwikkeling en misschien had deze tijd beter in de ombouw van de installatie gestoken kunnen worden.

De installatie is inmiddels al door een groot aantal geïnteresseerden bezocht. Ook vanuit Duitsland zijn er al verschillende collega's wezen kijken naar het droogproces. Voor vergistingsinstallaties die hun warmte al efficiënt inzetten bestaat er de mogelijkheid om toch een deel van hun rulle fractie in te

drogen omdat de warmte grotendeels op een hoge temperatuur wordt teruggewonnen. Deze kan dan nog steeds efficiënt worden ingezet voor andere doeleinden. Hierdoor ontstaan er nieuwe mogelijkheden voor deze bedrijven.

Significante wijzigingen

Zoals ook uit voorgaande beschrijving van de uitgevoerde activiteiten naar voren komt, zijn tijdens de realisatie van het project enkele zaken anders verlopen dan vooraf was begroot.

Gedurende het project hebben er op basis van voortschrijdend inzicht een aantal aanpassingen plaatsgevonden. Onder andere door het zoeken naar oplossingen voor gedurende het project ontstane complicaties heeft veel tijd gekost. Daarnaast het proces rondom de partner die in financieel weer terecht is gekomen ook vertragend gewerkt op de realisatie van het project. Deze beide aspecten hebben ertoe geleid dat voor het project gedurende de looptijd een verlengingsverzoek ingediend is. Dit verzoek is gehonoreerd waarmee de einddatum van het project is verschoven van 15 november 2011 naar uiteindelijk 15 november 2013. Tussentijds is nog een keer een verlenging gehonoreerd tot 15 mei 2012.

Met name door meerdere technische complicaties is in de praktijk veel meer uren door de partners in het project gestoken dan vooraf was beoogd. Hier tegenover zijn de uiteindelijke investeringen / materiaalkosten in de praktijk lager uitgevallen.

Tevens is gedurende het project MTI BV in financiële problemen gekomen. MTI Engineering heeft op haar beurt de plaats van MTI BV binnen het project overgenomen. Zij zijn net zo deskundig en vaardig als hun voorganger. Hierover is uitgebreid gecommuniceerd met Dienst Regelingen en hiertoe is tevens een machtigingsformulier opgesteld.

In de rapportages van 13 februari 2012 en 30 april 2013 is ook uitgebreid stilgestaan bij voornoemde zaken die ertoe hebben geleid dat de realisatie van het project op enkele punten iets anders heeft gelopen dan vooraf bedacht. Echter in alle gevallen zijn de oorspronkelijke doelstellingen van het project overeind gebleven en zijn deze leidend geweest in de gemaakte keuzes.

Om een vooruitblik naar de toekomst te geven, het volgende.

Inmiddels is de testfase voorbij en is het product uitontwikkeld en zijn de laatste testen uitgewerkt en verwerkt in een voorlopig definitief ontwerp. Het project heeft geresulteerd in een uniek product dat in een vergaande samenwerking tot stand is gekomen.

Met betrekking tot de publiciteit en disseminatie kan het volgende gemeld worden.

Daar waar mogelijk is in de publiciteit melding gemaakt van het feit dat het project mede dankzij subsidies is gerealiseerd. Daarnaast zijn met betrekking tot de disseminatie activiteiten opgezet om

het project uit te dragen naar de sector. Tevens wordt gekeken of op korte termijn een publicatie in een vakblad gerealiseerd kan worden om de ervaringen en kennis te delen.