

Energimyndighetens titel på projektet – svenska DualCat – demonstration av energieffektiv metod för rening av gaser från rötrest	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska DualCat – demonstration of energy efficient method for cleaning of digestate gases	
Universitet/högskola/företag Centriair AB	Avdelning/institution Katalytiska System
Adress Industrivägen 39, 433 61 Sävedalen	
Namn på projektledare Tarras Delin	
Namn på ev övriga projektdeltagare Catator AB, KTH VA-teknik	
Nyckelord: 5-7 st Katalysator, rötrest, vätesulfid, metan, reningsutrustning	

Förord

Projektgruppen har bestått av Centriair AB, Catator AB, KTH VA-teknik. Projektet har finansierats av ReSource, Centriair AB och Catator AB. Centriair har främst stått för projektledning, kontakter med användare och fälttester. Catator har ansvarat för utveckling av systemet. KTH har bidragit med viktig kunskap kring applikationen, gassammansättning och mätningar. Referensgruppen utgjordes av Värmdö Kommun, Stockholm Vatten och Avfall samt Uppsala Vatten.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning/Bakgrund	2
Genomförande	3
Resultat	4
Diskussion.....	5
Publikationslista.....	5
Referenser, källor.....	5
Bilagor	6

Sammanfattning

Syftet med projektet var att vidareutveckla och utvärdera DualCat™, ett energieffektivt system för rening av gaser från anaerob nedbrytning av organiskt avfall. Systemet bygger på regenerativ katalytisk oxidation och kan hantera

svavelföreningar, aromater och metanslip. Målsättningen var att ta fram ett system som är direkt tillämpbart i industriella applikationer.

Summary

The purpose of the project was to develop and evaluate DualCat™, an energy efficient system for cleaning of gases from anaerobic digestion of organic waste. The system is based on regenerative catalytic oxidation and can manage difficult compounds such as mercaptans, H₂S, aromatics and methane. The objective was to develop a system that is directly applicable in industrial applications.

Inledning/Bakgrund

Vid anaeroba processer bildas under vissa förutsättningar metan. Metan är en potent växthusgas. Utsläpp av ett ton metan har samma påverkan på klimatet som 25 ton CO₂. Antropocena metanutsläpp beräknas bidra till ca 28% av den globala uppvärmningen. Redan små metanutsläpp kan ha betydande miljöeffekter och i många fall helt eller delvis eliminera miljönyttan av biobränslen framställda genom anaerob nedbrytning av organiskt avfall.

I många fall (i synnerhet vid lägre gasflöden och låga koncentrationer av metan och reducerade svavelföreningar), görs idag ingenting för att rena gaserna, då en RTO lösning blir för dyr och skrymmande och system baserade på UV strålning har otillfredsställande oxidationsprestanda. Ett exempel är de ca 15 000 avloppspumpstationer som finns enbart i Sverige. Andra exempel är biogasupptraderings- och slamhanteringsanläggningar runtom i världen där metanslip släpps ut i atmosfären.

DualCat™ har väsentligt lägre energiförbrukning än andra förbränningstekniker, i synnerhet vid rening av gaser med lågt energiinnehåll (dvs med låga halter av reducerade svavelföreningar eller VOC, såsom metan) då oxidationen sker vid väsentligt lägre temperatur. Den lägre temperaturen leder i sig till en lägre energiförbrukning men möjliggör även att värmeväxlare görs i andra material med bättre värmeöverföringsförmåga, vilket ytterligare sänker energiförbrukningen. DualCat™ har i tester som utförts i projektet visat på en termisk verkningsgrad på 97% och en energiförbrukning på mindre än 4 Wh/m³ processgas. Systemet är autotermt redan vid metankoncentrationer runt 0,5 g/m³.

DualCat™ har kunnat göras mycket kompakt på grund av den nätbaserade katalysatorlösningen och den korta reaktionstiden. Uppehållstiden är ca 1/20 s jämfört med 1 s för RTO vilket ger en förbränningskammare på 1/20 av volymen för motsvarande RTO anläggning. Den låga volymen i förbränningsdelen minskar problem med orenad ”puff” då flödesriktningen ändras. RTO system har vanligen tre förbränningskammare för att lösa detta vilket ökar komplexiteten.

Målsättningen med projektet var att ta fram ett komplett underlag för ett system som är direkt tillämpbart och kommersialiserbart i industriella applikationer, specifikt att:

1. Utveckla metod för att skydda systemet från siloxaner och andra kända katalysatorförgiftare;
2. Genomföra nödvändiga modifieringar av systemet för optimal funktion i verklig driftsmiljö;
3. Fastställa prestanda, energiförbrukning och livslängd för katalysatorerna inom relevanta applikationer;
4. Ta fram kompletta produktionsritningar för ett färdigutvecklat system;
5. Kvantifiera fördelar och eventuella begränsningar jämfört med konkurrerande system ur ett prestanda-, kostnads och hållbarhetsperspektiv.

Genomförande

Projektet genomfördes under perioden 2017-06-15 till 2018-12-31.

Projektresultaten har lett till en kommersialiserbar produkt men också till ett antal frågeställningar för fortsatt utveckling av systemet.

Projektet omfattade totalt fyra arbetspaket enligt nedan:

AP 1: Experimentell utveckling (Jun 2017 - Okt 2018)

- Design och optimering av kylblock/förvärmare
- Design av modell för uppskalning/anpassning till olika flödes- och prestandabehov
- Fastställande av designparametrar och dimensionering för testplatserna
- Utvärdering och design av metod för att skydda katalysatorn från deaktivering
- Labstudie av hur prestanda påverkas av siloxaner som antas deaktivera katalysatorn
- Design av prototyper
- Design av produktionsanpassad enhet inklusive produktionsritningar och kostnadsberäkning

AP 2: Prototyp tillverkning och installation (Nov 2017 - Dec 2018)

- Tillverkning av prototyper
- Installation av prototyper
- Modifiering av prototyper baserat på resultat av initiala tester

AP 3: Testning, mätning och dokumentation i realistisk miljö (Jun 2017 - Sep 2018)

- Identifiering av testplatser (platser som är relevanta för framtida kommersialisering med avseende på flöde, koncentrationer och gassammansättning)

- Teknisk fältstudie avseende gasflöden på testplatserna och provtagning för analys av gassammansättning, inklusive siloxaner
- Fastställa DualCats oxidationsprestanda på de olika testplatserna
- Fastställa luktnivåer före och efter katalys genom luktpanel
- Studie av katalysatorns deaktiveringsförlopp och andra långtidseffekter
- Utvärdering av lösning för siloxanavskiljning
- Dokumentation av resultat av tester
- Dokumentation av service och underhåll

AP 4: Hållbarhetsanalys och plan kommersialisering (Sep 2018 - Dec 2018)

- Fastställa livscykel, underhållsintervall och "levelized system cost" för produktionsanpassad enhet
- Hållbarhetsanalys ur ett helhetsperspektiv
- Konkurrensanalys avseende prestanda, kostnad och hållbarhetsperspektiv
- Framtagande av plan för industrialisering och kommersialisering

Resultat

De prototyper som har utvärderats i fält har gjort det möjligt att fastställa reningsprestanda, livscykelkostnad, energiförbrukning, serviceintervall och andra faktorer av betydelse ur ett prestanda-, kostnads- och hållbarhetsperspektiv. Kommersiella diskussioner förs nu med deltagare i referensgruppen (Värmdö Kommun, SVOA och Uppsala Vatten) och andra potentiella användare av systemet (Gasum, Alvesta Biogas, Natura GmbH, Greve Biogas mfl.). Vi räknar med att kunna sälja ett antal system till dessa användare inom kort.

Fälttesterna visar att systemet, trots ett högre inköpspris, erbjuder väsentliga kostnadsbesparingar över livscykeln jämfört med den dominerande tekniken UV + aktivt kol.

Fälttesterna visar vidare på en metankonvertering på 98% vilket är i linje med RTO system men med skillnaden att energiförbrukningen är väsentligt lägre. Tre luktpaneler mha av ÅFs luktlaboratorie har utförts och visar på luktreduktion på mellan 98-99,6%.

Utprovningen av prototyperna har lett till en rad smärre designförändringar som inkorporerats i ritningsunderlaget, en större förändring av utformningen av värmeväxlarna i systemet samt viktiga lärdomar kring materialval med avseende på korrosionsresistens. Kompletta produktionsritningar på systemet är framtagna och en produktionspartner i Lettland har kontrakterats och påbörjat produktionen.

Deaktiveringsförlopp för katalysatorn har studerats ingående. I normalfallet syns ingen eller mycket liten deaktivering efter drygt ett års drift för de prototyper som

installerades först, men vid höga siloxankoncentrationer, har vi problem med deaktivering. En metod där katalysatornätet beläggs med en s.k. diffusionsbarriär har utvärderats med lovande resultat om än preliminära. Ytterligare tester av diffusionsbarriären kommer att utföras på Uppsala Vatten och Gasum efter avslutat projekt.

Resultaten av projektet är direkt tillämpbara och kommersialiserbara i industriella applikationer. Den potentiella marknaden är betydande med ett mycket stort antal utsläppskällor där det idag saknas kostnads- och energieffektiva metoder för rening.

Diskussion

I projektet har vi kunnat tydligt demonstrera systemets fördelar:

1. Livscykelkostnaden jämfört med UV + Kol eller RTO är väsentligt lägre
2. Energiförbrukningen jämfört med UV + Kol är jämförbar men DualCat har högre och stabilare prestanda.
3. Energiförbrukningen jämfört med RTO är väsentligt lägre och prestandan är jämförbar.
4. Systemet är väsentligt kompaktare och kräver mycket mindre underhåll jämfört med både UV + Kol och RTO system.

Efter avslutat projekt, avser vi att gå vidare dels med kommersialisering av systemet, dels med vidareutveckling av systemet avseende främst korrosionsresistens och skydd mot deaktivering av katalysatorn. Vi bedömer att problemen med korrosion och deaktivering är hanterbara och inte utgör ett fundamentalt hinder mot framgångsrik kommersialisering, men att vi genom bättre materialval och andra metoder för att skydda främst värmeväxlaren mot korrosion och genom vidareutveckling av diffusionsbarriär för att skydda katalysatorn, ytterligare kan förbättra livscykelkostnad och systemets attraktivitet.

Vi räknar med att systemet på sikt kommer att förse en betydande andel av Europas avloppspumpstationer med en hållbar lösning för luktreduktion samt att DualCat kommer att kunna ta betydande marknadsandelar inom reduktion av metanslip från biogasanläggningar och andra liknande applikationer.

Publikationslista

Projektet har genererat ett betydande internt material, rapporter och presentationer men inte lett till några publikationer.

Referenser, källor

[Klicka här och skriv]

Bilagor

Bilaga 1. Summering av resultat från tester vid Kungsängsverket

Bilaga 1. Installationsbilder

Bilaga 3. Luktmätningar utförda av ÅF

Bilaga 4. White paper, DEO och DualCat.

Bilaga 5. Rapporter från RISE avseende metankonvertering

Bilaga 6. Administrativ bilaga