



CLMO – Metan oxidation i et lukket kredsløb

*Afrapportering for projekt støttet af
VTU-Fonden*

1-9-2015

Projekt 7501.2012: CLMO – Metan oxidation I et lukket kredsløb**Hovedansøger: AKTOR innovation ApS****Ansvarlig: Henrik Aktor, Direktør****Udarbejdet af: Henrik Aktor****Bilag:****Milepæl skema 1,****Milepæl skema 2,****Milepæl skema 3,****Milepæl skema 4,****VTUF Budget skabelon CLMO v10 20150901****Påtegnet projektregnskab****Revisionsberetning****Tilskudsmodtagers erklæring****Indholdsfortegnelse**

1 Perspektivering	1
2 Evaluering	2
3 Teknisk notat	3

1 Perspektivering

1.1 Forretningsplan og go-to-market.

Vi har beskrevet en business case ud fra et standardiseret og skalerbart aggregat system til forbrænding og udnyttelse af den frigivne energi fra ventilationsanlæg på vandværker og andre luftningsanlæg (CLMO).

Vandværker med metan i grundvandet er sammen med f.eks. ældre affaldsdepoter, komposteringsanlæg og landbrug diffuse kilder til udledning af metan til atmosfæren. Det har tidligere været vanskeligt at behandle disse udledninger pga. for lavt metan indhold til egentlig forbrænding.

En business case efter at der er etableret en relation til en potentiel kunde vil være:

- 1) Analyse af konkret problemstilling og proces dimensionering (rådgivning).
- 2) Tilpasning af aggregat system til den aktuelle problemstilling (fremstilling, indkøring og service).

Aggregatet er baseret på standard komponenter der er tilgængelige i åbent marked fra forskellige underleverandører med rimelig kvalitets- og priskonkurrence. Det er vurderet, at det potentielle marked er EU området, hvor der er en koordineret miljølovgivning med fokus på emissioner af betydning for klimaet.

CLMO er et unikt og fleksibelt koncept for udnyttelse af energi, begrænsning af drivhusgas udledning og – især på vandværker – afhjælpning af velkendte gener og problemer ved metanfjernelse.

Markedspotentialet for CLMO installationer på vandværker (grundvand) i Europa vurderes at være op til 5.000 ton metan pr. år (70.000 MWh) og op til 12.000 ton/år (150.000 MWh) som alternativ til biocover løsning på affaldsdepoter i Danmark.

1.2 Forretningsmuligheder

Projektet har etableret et samarbejde mellem rådgiver, entreprenør og potentiel kunde der har gjort det muligt at demonstrere konceptet i fuld skala.

Projektet har potentiale til at generere op mod 10 fuldtids arbejdspladser i rådgivnings og fremstillingsvirksomhed, hvis de nødvendige rammevilkår eksisterer (lovgivningsmæssig regulering af metan udledning).

1.3 Formidling:

Projektet er præsenteret ved konference indlæg og posters på Dansk Vandkonference 2014 og IWA International Water Congress, Lisabon 2014, præsentation i Danish Water Forum, samt i Dansk Vand.

Projektet er desuden blevet demonstreret for danske interessenter og aktører indenfor vand og affald ved fremvisning af demonstrationsanlægget på Åsted Vandværk i driftsperioden oktober – december 2014.

2 Evaluering

2.1 Projektets formål

- 1) Udvikling, afprøvning og idriftsættelse af et selvstyrende modulbaseret luftbehandlingssystem for gas afkast i fuldskala i forbindelse med metanfjernelse fra ubehandlet grundvand på Åsted Vandværk, Frederikshavn Forsyning Vand A/S.
- 2) Demonstrere at det er muligt at reducere metan udledning med 90 %.
- 3) Demonstrere udnyttelse på forventet op til 3 kW (2 ton metan pr. år) af den termiske energi fra forbrændingen til affugtning på Åsted vandværk.
- 4) Demonstrere at det er muligt at udføre forbrændingen i en iltfattig atmosfære og undersøge effekten på den producerede vandkvalitet og vandbehandlingen (metan fjernelsen).
- 5) Identificere faktorer og designkriterier der på sigt kan forenkles og billiggøre mekaniske og elektriske systemkomponenter samt katalysator elementer, så disse kan forenkles og serieproduceres og dermed gøre det samlede aggregat fleksibelt og skalerbart til en konkurrence dygtig pris.

2.2 Opfyldelse af formål

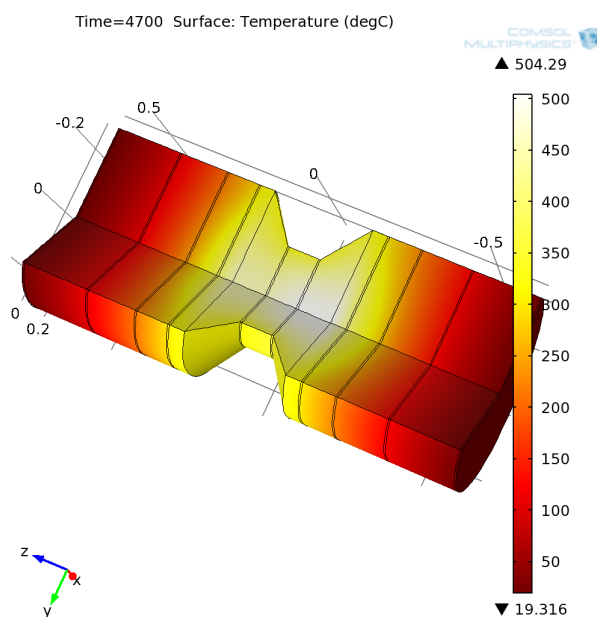
- Projektet har vist, at det var muligt at etablere et CLMO system med standard komponenter og tilslutte det eksisterende metan fjernelse anlæg på Åsted Vandværk, Frederikshavn Forsyning.
- Vi har vist, at det er muligt at reducere metan udledning med mindst 98 %.
- Det blev ligeledes demonstreret, at det var muligt ekstrahere overskuds varmeenergi fra procesanlægget.
- Det blev også demonstreret, at det var muligt at udføre forbrændingen i en iltfattig atmosfære uden negativ effekt på den producerede vandkvalitet og metan fjernelsen.

- Der er identificeret og anvendt en række komponenter og designkriterier, der har gjort det muligt at etablere et forsøgsanlæg i fuldskala og indenfor projektets givne økonomiske rammer på trods af de væsentlige udviklingsomkostninger, der også har været nødvendige på starten af læringskurven.

3 Teknisk notat

3.1 Forsøgsbeskrivelse.

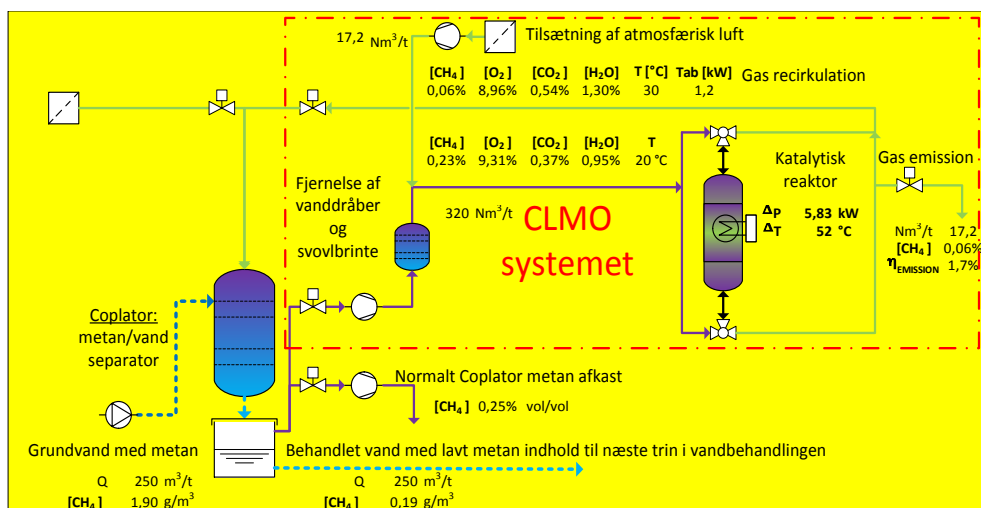
Projektet har omfattet design, opbygning af multi-fysik model (COMSOL), etablering af test rig indbygget i container i fuldskala, forsøg med kunstig atmosfære med lavt metan indhold (Bornholm) og afprøvning i fuldskala med etablering på eksisterende ventilationsanlæg på Åsted Vandværk, Frederikshavn Forsyning. CLMO anlægget er efter demonstrationsprojektets afslutning blevet demonteret og adskilt og den normale vandbehandling på Åsted vandværk er blevet retableret.



Figur 1. COMSOL multi-physics – fuldt koblet fysisk model for flow, termodynamik, kemiske reaktioner & varme overførelse

3.2 Forsøgsopstilling:

CLMO opsamler metan i afkastet fra den normale vandbehandling. Der tilsættes lidt atmosfærisk luft og gasblandingen forbrændes i et lukket kredsløb med en katalysator ved 500 – 600 °C, hvorefter kuldioxid og vand udledes til atmosfæren.

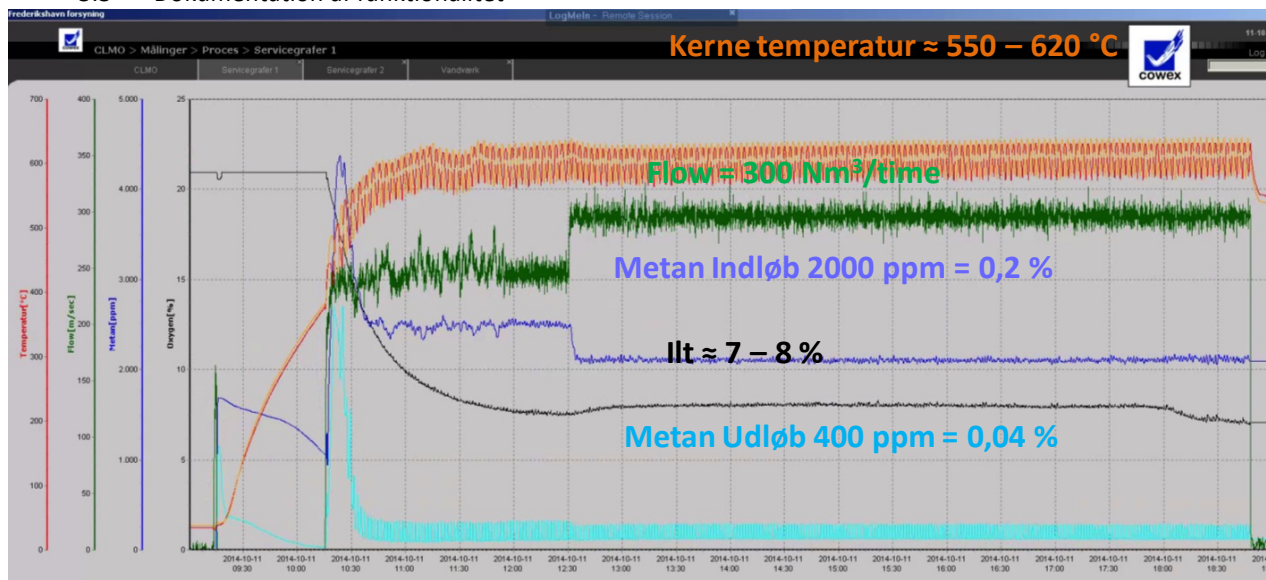


Figur 2. CLMO (indenfor rød stiplede linje) er udført med varmevekslere for at opnå en stabil drift med termisk balance og er et eksternt aggregat, som kobles til den normale vandbehandling på Åsted vandværk. Figuren viser også for stoffer og energi i begge driftssituationer



Figur 3. CLMO anlægget er et kompakt aggregat opbygget, både af standard komponenter, og af CAD/CAM specialproducerede dele fra EU-området og Kina som et autonomt selvstyrende system i en container med selvstændig instrumentering.

3.3 Dokumentation af funktionalitet



Figur 4. SCADA skærbillede fra CLMO driften d. 11. oktober 2014. Der er en reduktion på 80 % metan i den recirkulerede atmosfære gennem Coplator systemet på Åsted Vandværk, som anvendes til at fjerne metan fra grundvandet. Pga. recirkulationen er den samlede udledning af metan reduceret med 98 % (jf. Figur 2)

Den beregnede nyttevirkning på effekt optag via kølekreds er ca. 4,5 kW svarende til 80 % af den tilførte energi som metan. Denne forbrændingsenergi er udledt gennem skorsten, som ca. 400 °C varm atmosfærisk luft der som kølemedie blev ført gennem kølespiraler i CLMO systemet (se også Figur 2).

Tabel 1. Sammenligning af udvalgte vandkvalitetsparametre gennem Åsted Vandværk med og uden CLMO i drift. De viser, at den resulterende vandkvalitet er den samme – dog er pH (og dermed kalkfældning) noget lavere pga. et højere CO₂ indhold i den recirkulerede luft. Den behandlede vandkvalitet er fuldt tilfredsstillende.

Prøve sted	Metan (mg/l)	Metan (mg/l)	Ilt (mg/l)	Ilt (mg/l)	pH	pH
	Normal drift	med CLMO	Normal drift	med CLMO	Normal drift	med CLMO
Råvand	1,2	0,67	0,2	0,3	7,7	7,6
Ud Coplator 1	0,092	0,22	10,7	4,7	7,9	7,5
Ud Coplator2	0,023	0,031	11,0	10,8	8,0	7,7
Ud filteranlæg	<0,005	<0,005	10,0	9,5	7,8	7,6