

Fuldskalatest af kontrolleret oxidation af gylletanke

STØTTET AF  Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri
Svineafgiftsfonden **gudp**

Hovedkonklusion

Fuldskalatesten viser potentialet af kontrolleret oxidation for reduktion af metanemissionen. Resultaterne indikerer dog, at den optimale effekt kræver nøje styring af beluftningsstrategien for at undgå negative sideeffekter. Teknologien har potentiale til at bidrage væsentligt til reduktion af landbrugets drivhusgasudledning, men før teknologien kan tages i praktisk anvendelse, er der behov for yderligere modning og efterfølgende dokumentation.

Sammendrag

Kontrolleret oxidation, hvor gylle tilføres atmosfærisk luft via beluftning, kan markant reducere metanemissionen fra gyllelagre. I dette forsøg blev metanemissionen reduceret med op til 80-90 % i perioder efter beluftning. For at undgå uønskede sideeffekter, såsom øget ammoniakemission, er det nødvendigt med nøje styring af beluftningsstrategien, hvilket ikke blev udviklet i denne test. Teknologien har potentiale til at bidrage væsentligt til reduktion af landbrugets udledning af drivhusgasser. Fuldskalatesten blev gennemført på en slagtegrisebedrift med to overdækkede gylletanke af samme størrelse. Den ene beholder blev beluftet (kontrolleret oxidation), mens den anden fungerede som ubehandlet kontrol. Målinger af drivhusgasser og ammoniak blev foretaget i begge beholdere over fem målekampagner i perioden maj til oktober 2025.

Baggrund

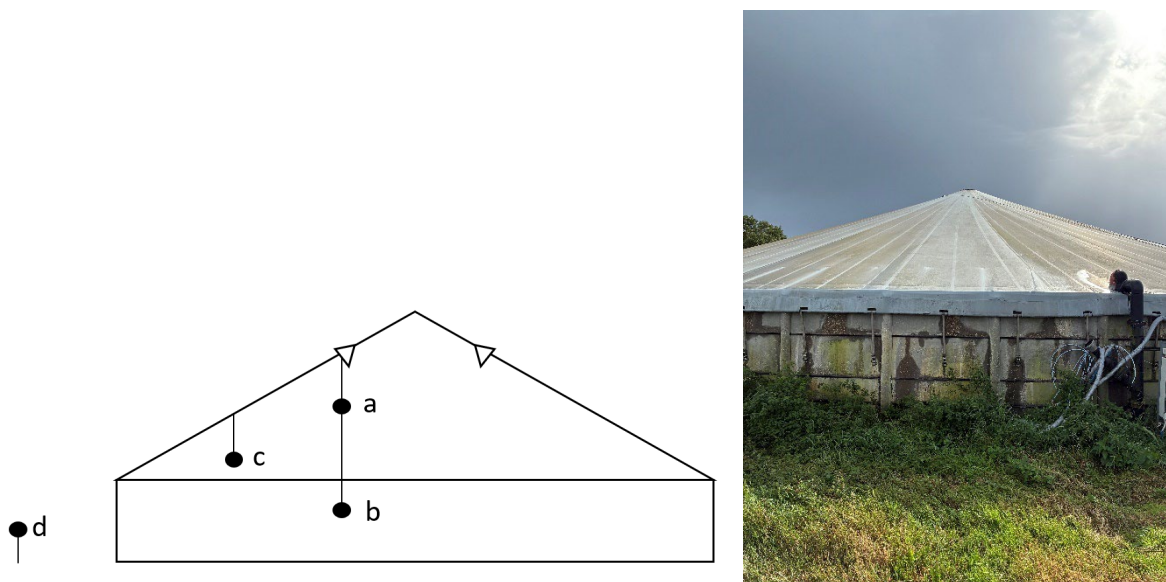
For at mindske klimabelastningen fra husdyrgødning, rettes der nu større opmærksomhed mod teknologier, som kan reducere metanudledning fra gylletanke. Det forventes, at håndteringen af gødning i svineproduktionen vil stå for omkring 1,5 millioner tons CO₂-ækvivalenter om året i 2025 [1]. Metan (CH₄) er den væsentligste drivhusgas i denne forbindelse. Projektet Low Emission Slurry Storages (LESS) gennemføres med støtte fra både GUDP og SAF, og har til formål at udvikle og afprøve nye teknologier, der kan mindske udledningen af metan fra lagring af gylle.

I denne del af projektet – som indgår i arbejdsplan 5 – undersøges effekten af såkaldt kontrolleret oxidation. Det indebærer, at gylle tilføres atmosfærisk luft gennem beluftning, hvilket muliggør en

kontrolleret iltning af gyllen. Forsøget udføres på en bedrift med to separate gylletanke af samme størrelse, hvoraf den ene behandles med beluftning / kontrolleret oxidation, mens den anden fungerer som ubehandlet kontrol. Dette setup gør det muligt at sammenligne resultaterne direkte fra samme bedrift. Metoden med kontrolleret oxidation tager udgangspunkt i procesoptimeringer udviklet på Aarhus Universitet. Det overordnede mål med forsøget er at dokumentere, hvordan beluftning påvirker metanemissionen fra gyllelageret.

Materialer og metoder

Afprøvningen blev gennemført på en slagtegriseejendom med to overdækkede gyllebeholdere af samme størrelse. Hver beholder har et overfladeareal på 615 m², et rumfang på 2.500 m³ for gyllen, og et headspace-volumen på 1.050 m³. Den ene beholder fungerede som kontrol, mens den anden blev tilført atmosfærisk luft via et beluftningssystem (Landia Airjet) for at opnå kontrolleret oxidation. Målinger af metan, kuldioxid, ammoniak og lattergas blev foretaget med Cavity Ring-Down Spectrometry (CRDS) med instrumentet Picarro G2508 i begge beholdere, ved hjælp af flere målepunkter placeret i forskellige højder og positioner. Placering af målepunkter er vist i Figur 1. Der blev anvendt et fortyndingssystem for at sikre, at gasmålingerne lå inden for udstyrets måleområde. Til estimering af ventilationsrater fra gylletankene blev lattergas anvendt som sporgas og sporgas-henfaldsmetoden anvendt.

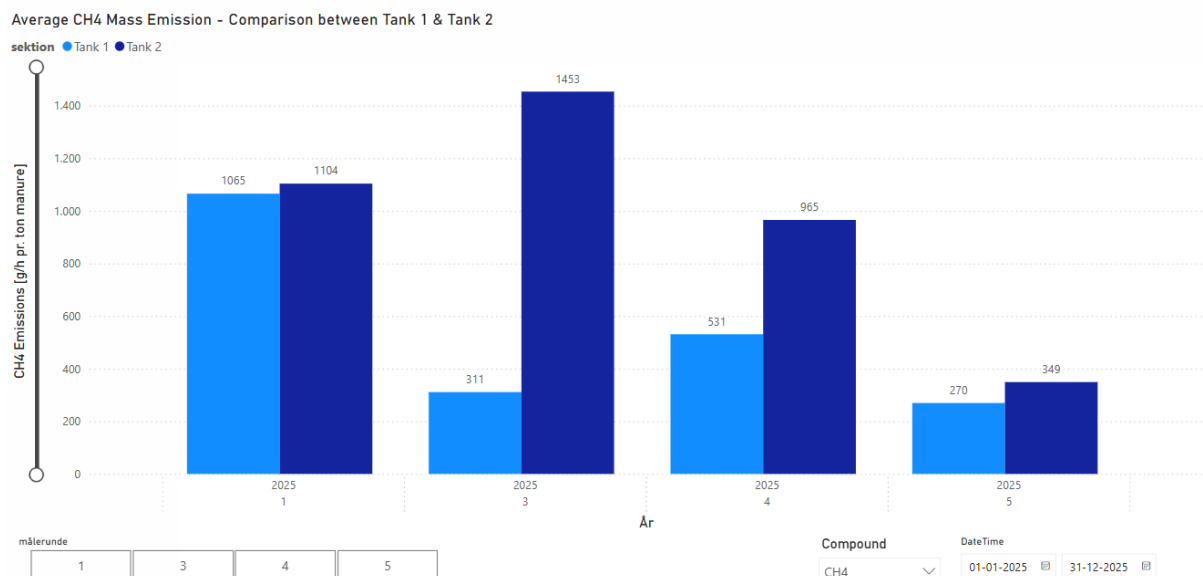


Figur 1: Oversigt over målepunkter (a-d) & billede af forsøgstanken.

Forsøget omfattede fem målekampagner fordelt over maj til oktober 2025, hvor hver kampagne varede 8-10 dage. Under forsøget blev der løbende registreret temperatur, pH og gylleniveau. Det blev forsøgt at styre beluftningen baseret på redox-potentiale (WTW Sensolyt 900-P), men grundet ustabile målinger lykkedes det ikke at lave et setup med redox-potentialet, som en stabil styringsparameter. Det var tiltænkt, at lufttilførslen skulle styres ud fra målinger af redox-potentialet for at sikre optimale forhold for at reducere metanemissionen, men uden at øge udledningen af andre gasser såsom ammoniak. Supplerende information blev registreret systematisk i skemaer for at muliggøre sammenligning mellem behandlet og ubehandlet gylle.

Resultater og diskussion

Resultaterne fra metan emissionen er angivet i Figur 2.



Figur 2: Graf over metanemissionen i g/time pr. ton gylle på tværs af de fem måleperioder. Lyseblå søjler indikerer målinger fra forsøgstanken (Tank 1) og mørkeblå er målinger fra kontrolltanken (Tank 2). Måleperiode 2 er udeladt grundet nedbrud på måleudstyr.

Målekampagne 1 (27-05-2025 – 03-06-2025)

Målekampagne 1 blev udført uden kontrolleret oxidation i forsøgstanken, for at vurdere om emissionerne fra de to fuldskalatanke var sammenlignelige. Med en forskel på under 3,5 % i den gennemsnitlige metanemission pr. ton gylle, blev det vurderet, at tankene var sammenlignelige inden miljøteknologisk påvirkning med kontrolleret oxidation. Målekampagne 2 er udeladt grundet nedbrud på måleudstyr i perioden.

Målekampagne 3 (29-07-2025 – 06-08-2025)

I målekampagne 3 var formålet at sikre et niveau af oxidation, der var forskellig fra kontrolltanken, og derfor blev forsøgstanken beluftet allerede 2 uger før opstart af målekampagnen med et niveau svarende til ca. 169 m³/h. I selve målekampagnen blev der observeret en gns. reduktion i metan emission på ca. 79 % over hele perioden ved sammenligning af forsøgs- og kontrolltanken, som angivet på Figur 2. På enkelte dage var den gns. reduktion op til 90 %. Temperatur dataopsamlingen indikerer også en væsentlig forskel imellem de to tanke, som følge af de to ugers oxidation forinden (Se evt. Appendix 1). Ved begyndelsen af målekampagne 3, var temperaturen i gylle i forsøgstanken ca. 37 °C vs. 20 °C i kontrolltanken.

Målekampagne 4 (18-09-2025 – 28-09-2025)

I målekampagne 4 blev der i ca. fire dage beluftet (gns. 270 m³/h), efterfulgt af seks dage uden beluftning, for at påvise en evt. længerevarende effekt. Resultaterne fra målekampagne 4 indikerer en gns. reduktion i metanemission på ca. 45 % på hele måleperioden. Udledningen i metan emission fra forsøgstanken var højest i begyndelsen måleperioden, lavest i midten, og stigende mod slutningen af de 10 dages målinger. Denne dynamik tilskrives, at der i starten af en beluftsperiode vil blive strippet gas, som følge af den kontrollerede oxidation.

Målekampagne 5 (16-10-2025 – 23-10-2025)

I den sidste målekampagne var formålet at teste, hvorvidt 12 timers beluftning (gns. 270 m³/h) i starten af måleperioden, ville betyde en lavere metanemission. På Figur 2 observeres det, at den gns. reduktion i metanemission var ca. 24 % i måleperioden. Det skal dog bemærkes at reduktionen er angivet uden perioden, hvori oxidationen påbegyndes, for at sammenligne med de eksisterende måleperioder.

Samlet set har reduktionen i metanemission varieret mellem målekampagnerne, som følge af forskellige måleperiode-strategier. Beluftningsstrategien har dermed stor betydning for den efterfølgende emission, og til en reel implementering af teknologien, bør det undersøges nærmere hvilken beluftningsstrategi, der vil være optimal.

Kommentar vedrørende sideeffekter ved uoptimal beluftningsstrategi

I fuldskalatesten har der været fokus på reduktion af metanemissioner. I det samlede billede af forsøgene og vurderingen af miljøeffekten, er det dog vigtigt at nævne to sideeffekter – afgasning af metan ved opstart og øget ammoniak emission.

Metanen i gyllen er dannet under anaerobe forhold og fanget i mindre bobler i gyllen. Ved at introducere turbulens/omrøring og beluftning af gyllen med pumperne til kontrolleret oxidation, skabes der betingelser for, at det opløste metan hurtigere kan frigives til gasfasen inde under teltdugen. Denne effekt blev også observeret i opstartsfaserne af målekampagner, hvori metanemissionen steg. Det er derfor essentielt, at beluftningsstrategien undersøges nærmere, med henblik på at minimere det peak af metan udledning, der opstår ved øget turbulens. Omvendt, kan man forestille sig, at hvis dette peak kan håndteres ved at integrere en anden omkostningseffektiv miljøteknologi, vil det være en effektiv teknologi.

Ligeledes kan kontrolleret oxidation også påvirke ammoniakfordampningen. Højere pH, temperatur, og øget turbulens vil medvirke til, at ammoniakfordampningen fra gylle til gasfasen i lageret kan stige. I resultaterne fra måleperiode 5 i denne fuldskalatest har ammoniakemissionen også været forøget i forsøgstanken, sammenlignet med kontrolltanken (Se Appendiks 2).

Konklusion

Fuldskalatesten viser potentialet af kontrolleret oxidation for reduktion af metanemissionen. Resultaterne indikerer dog, at den optimale effekt kræver nøje styring af beluftningsstrategien for at undgå negative sideeffekter. Teknologien har potentiale til at bidrage væsentligt til reduktion af landbrugets drivhusgasudledning, men før teknologien kan tages i praktisk anvendelse, er der behov for yderligere modning og efterfølgende dokumentation.

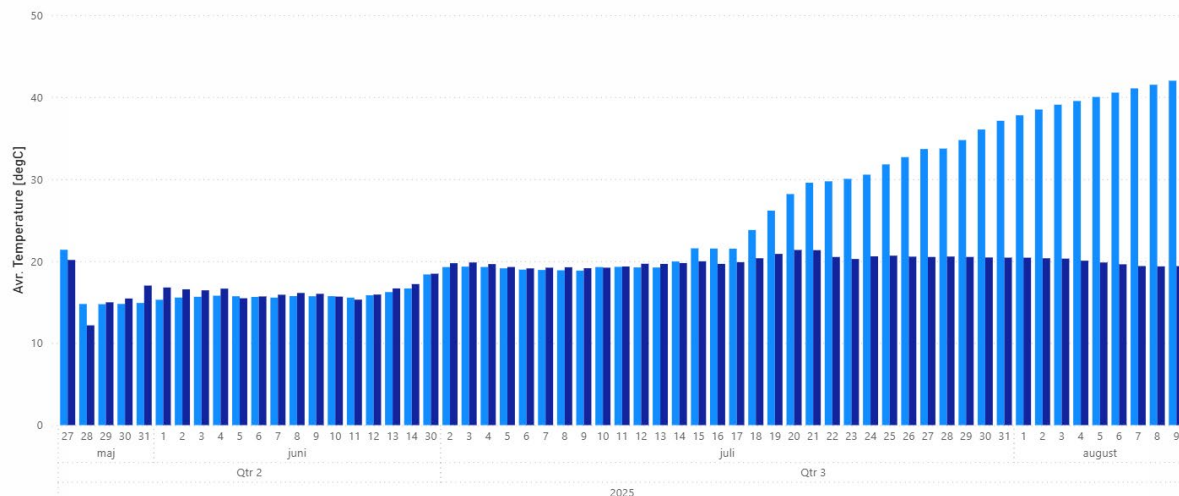
Referencer

- [1] Klimaministeriet (2024). Kapitel 18 – Landbrugsprocesser. Del af Danmarks nationale opgørelse over drivhusgasser. Hentet fra <https://www.kefm.dk/Media/638822882206541974/Kapitel%2018%20Landbrugsprocesser.pdf>

Appendiks 1 – Temperaturdata for måleperiode 1-3

Average Temperature Values in Tank 1 & Tank 2 (Control)

sektion ● Tank 1 ● Tank 2



Graf over daglig gennemsnitstemperatur i hhv. forsøgs- og kontrolltanken. Lyseblå søjler indikerer målinger fra forsøgstanken (Tank 1) og mørkeblå er målinger fra kontrolltanken (Tank 2). Bemærk ændring omkring d.17. juli som følge af kontrolleret oxidation.

Appendiks 2 – Ammoniakemission måleperiode 5

Average NH3 Mass Emission - Comparison between Tank 1 & Tank 2

sektion ● Tank 1 ● Tank 2

