

Lugtemission fra malkekvægstalde

Pia Brandt^a

^a SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

Mælkeafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Lugtmålinger blev gennemført i 2 malkekvægstalde med spaltegulv og ringkanal. Der blev gennemført 6 målekampanjer i hver stald med kemiske lugtanalyser på PTR-MS, hvoraf der i 3 af kampanjerne også blev udført olfaktometriske analyser. Derudover blev de første to målekampanjer gennemført i en malkekvægstald med fast drænet gulv med hyppig skrabning.

Lugtmålingerne er en del af et større projekt, der har til formål at bidrage med lugtemissionstal fra malkekvægstalde med fast drænet gulv med hyppig skrabning, og malkekvægstalde med spalter og ringkanal, og resultatet vil foreligge, når målekampanjer i alle 8 stalde er gennemført.

Baggrund

Etablering eller udvidelse af større malkekvægstalde kan være vanskelig at få tilladelse til pga. lugtgeneafstand til naboer, samlet bebyggelse eller byzone. Lugtgeneafstanden er et ultimativt krav, som skal overholdes, før der kan gives en miljøgodkendelse. Det særlige problem for kvægstalde er, at der i dag ikke er nogle godkendte teknologier til reduktion af lugt, og at ansøger dermed står uden muligheder for lugtreduktion, udover at finde en anden placering af stalden.

I dag etableres malkekvægstalde oftest med fast drænet gulv med hyppig skrabning, da dette system er godkendt til at opfylde BAT-kravet for ammoniak. I disse stalde vil mængden af gylle i stalden derfor være minimal. Fra undersøgelser i grisestalde ved vi, at en stor andel af lugtemissionen fra stalden stammer fra gyllen [1]. Hyppig udslusning af gylle i slagtegrisestalde med drænet gulv/spaltegulv er undersøgt og optaget på teknologilisten med 20 % lugtreduktion [2] og indledende undersøgelser på forsøgsstation Grønhøj med daglig udslusning af gyllen med linespil viste en lugtreduktion på 30-40 pct. [3]. Disse lugtundersøgelser blev alle foretaget med olfaktometriske målinger (lugtpanel). Ovennævnte undersøgelser er med grise, men ud fra disse undersøgelser er det forventningen at malkekvægstalde med fast drænet gulv og hyppig fjernelse af gødningen, vil have en reduceret lugtemission i forhold til stalde med spalter og ringkanal.

Formålet med projektet er derfor at fastsætte forskellen på lugtemissionen imellem malkekvægstalde med fast drænet gulv med hyppig skrabning og malkekvægstalde med spalter og ringkanal. Resultatet

fra afprøvningen skal anvendes i en ansøgning til Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø Teknologiliste eller som nyt normtal i Miljøgodkendelsesbekendtgørelsen. Således vil de kvægproducenter, der ønsker at udvide eller etablere en malkekvægstald, kunne anvende et forventeligt lavere lugtemissionstal, hvis de bygger stalde med fast drænet gulv med hyppig skrabning frem for stalde med spalter og ringkanal.

Materialer og metoder

Lugtmålingerne beskrevet i dette notat er en del af et større projekt, der har til formål at bidrage med lugtemissionstal fra malkekvægstalde med fast drænet gulv med hyppig skrabning og malkekvægstalde med spalter og ringkanal. For at målingerne kan anvendes til en ansøgning til Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø Teknologiliste, eller som nyt normtal i Miljøgodkendelsesbekendtgørelsen, skal der ifølge VERA-protokollen [4] være fire besætninger pr. kategori (fire stalde med fast drænet gulv med hyppig skrabning og fire stalde med spalter og ringkanal). Resultatet vil foreligge, når målekampagner i alle 8 stalde er gennemført.

Der er blevet gennemført i alt 14 målekampagner i sommeren 2025. 12 af målekampagnerne er gennemført i 2 malkekvægstalde med spaltegulv og ringkanal (Stald A og B). Derudover blev de første to målekampagner ud af 6 gennemført i en malkekvægstald med fast drænet gulv med hyppig skrabning (Stald C).

Staldindretning

Stald A var indrettet med malkekøer og goldkøer i østsiden og opdræt i vestsiden af stalden. Køerne blev malket i Lely malkeroboter. I en separat del af stalden mod sydvest var kviekalvene opstaldet i dybstrøelsesbokse. Køerne blev fodret med en fuldfoderblanding til lakterende køer, en til goldkøer og en til kvieopdræt. Foderplanerne blev registreret i Dairy Management System (DMS).

Stalden var indrettet med sengebåse og med spaltegulv i gangarealerne med ringkanalsystem med rundskyl og kælvningsbokse med strøelse. Staldens længderetning fulgte næsten nord/syd-aksen. Stalden var naturligt ventileret med stort åbningsareal i facaderne med automatisk regulerbare gardiner. Ved kælvningsboksene og små kvier var der naturlig ventilation med brædder med 20 mm lodrette spalter.

Stald B var indrettet med malkekøer i østsiden og kvier samt goldkøer i vestsiden. Køerne blev malket i DeLaval malkeroboter. I den nordvestlige del af stalden gik kviekalve i dybstrøelsesbokse, og i den nordøstlige side var der et separationsafsnit til køer, samt et dybstrøelsesafsnit til nykælvere. Køerne blev fodret med en fuldfoderblanding til lakterende køer, en til golde og en til kvieopdræt. Foderplanerne blev registreret i DMS (Dairy Management System).

Stalden lå placeret i nord/sydlig retning og var indrettet med spaltegulv i gangarealerne. Under spaltegulvet var der et ringkanalsystem med rundskyl. Stalden var naturligt ventileret med stort åbningsareal i facaderne med manuelt betjente gardiner.

Stald C var indrettet udelukkende til malkekøer. Køerne blev malket i Lely malkeroboter. Stalden var placeret i en øst/vestlig retning og var indrettet med fast gulv med dræn og hyppig skrabning. Stalden var naturligt ventileret med stort åbningsareal i facaderne med automatisk regulerbare gardiner.

Fælles for de tre stalde var, at køerne ikke var på græs.



Figur 1. Luftfoto Stald A, Stald B, Stald C.

Test set-up

Måleslange var monteret under kip i 4-5 meters højde i alle tre stalde. I stald A og B blev der opsat måleslange i længderetningen på begge sider af stalden ca. $\frac{1}{2}$ meter inde i stalden. I stald C blev der opsat måleslange i længderetningen på staldens nordlige side. Udepunkterne var placeret på hhv. øst og vest siden af stalden for stald A og B og på hhv. nord og syd siden i for stald C.

Registreringer

Senest dagen før lugtprøveudtag blev CO₂ målinger startet (Picarro). CO₂ blev anvendt som sporgas til bestemmelse af luftskiftet i stalden (se Appendix 1).

Der blev i alt gennemført 6 målekampanjer i stald A og B og 2 målekampanjer i stald C i perioden juni – september 2025. I én af målekampanjerne blev der målt minimum et døgn med PTR-MS opstillet på ejendommen i stald A og B. I den forbindelse blev der gennemført henfaldstest på teflonposer i stald A. I de øvrige fem målekampanjer i stald A og B og to kampanjer i stald C, blev der udtaget lugtprøver i 30 L teflonposer fra strengen: "midt" samt måleslangen på den ene side af stalden modsat vindretningen og fra et udepunkt i vindsiden. Vindretningen på måledagen afgjorde hvilke målepunkter, der blev anvendt.

Der blev udtaget tre lugtprøver pr. streng/målepunkt pr. måledag (kl. 11.00, 12.00 og 13.00), som blev analyseret på PTR-MS. Derudover blev der på tre af måledagene for stald A og B også udtaget lugtprøver i 30 L nalophanposer fra strengen "midt", som blev analyseret ved olfaktometri (Eurofins). Fra strengen "midt" blev der således udtaget 4 lugtprøver samtidig, 2 prøver i 30 L teflonposer og 2 prøver i 30 L nalophanposer via en delt slange. En teflon og en nalophanpose pr. tidspunkt blev analyseret på PTR-MS og en teflon og en nalophanpose pr. tidspunkt blev analyseret ved olfaktometri.

Lugtmålingerne foretaget med PTR-MS resulterede i en SOAV-værdi (Sum of Odor Activity Value), som blev beregnet som summen af koncentrationen af de individuelle lugtstoffer divideret med lugtterskelværdien for hvert lugtstof.

$$SOAV = \sum_{n=1}^n \frac{[\text{Odorant}]_n}{OTV_n}$$

SOAV bliver beregnet på stofferne i Tabel 1.

Tabel 1. Betydende lugtstoffer i kvægstalde, deres koncentration samt lugttærskelværdi, ppb [5].

	Lugttærskelværdi, ppb	Koncentrationsområde, ppb
Hydrogensulfid	0,8	20-300
Metanthiol	0,03	0,1-10
Trimetylamin	0,08	2-200
Acetaldehyd	1,5	1-1000
Eddikesyre	8,3	1-4000
Butansyre	0,23	0,1-100
4-methylphenol	0,02	0,2-10

Målingerne blev gennemført i henhold til VERA testprotokollen (Livestock Housing and Management Systems [4]).

Ved hver måledag blev ude- og staldtemperatur samt relativ luftfugtighed registreret. Der blev opsat en vejrstation og vindretning blev registreret i måleperioder. Derudover blev antal dyr og fodersammensætning registreret, og der blev udtaget gylleprøver. I stalde med spaltegulv og ringkanal blev gylleniveauet målt.

Resultater og diskussion

Oversigt over måledage er vist i tabel 2-4 for hver af de tre stalde.

Tabel 2: Oversigt over afprøvningens målekampagner, Stald A.

Målekampagne	1	2	3	4	5	6
Periode	2025 03/06-12/06	2025 23/06-25/06	2025 12/07-17/07	2025 28/07-05/08	2025 18/08-22/08	2025 01/09-05/09
Dato for lugtprøveudtag	12/06/2025	25/06/2025	17/07/2025	05/08/2025	20/08/2025	03/09/2025
Olfaktometri				x	x	x
Vindretning	Sydøst	Vest	Nordnordøst	Sydvest	Nordnordøst	Sydsydøst
Målepunkter	Midt Gardin Vest Ude øst	Midt Gardin øst Ude vest	Midt Gardin vest Ude øst	Midt Gardin øst Ude vest	Midt Online PTR	Midt Gardin øst Ude vest

Tabel 3: Oversigt over afprøvningens målekampagner, Stald B.

Målekampagne	1	2	3	4	5	6
Periode	2025 14/05-18/05	2025 12/06-19/06	2025 30/06-03/07	2025 30/07-04/08	2025 18/08-21/08	2025 01/09-08/09
Dato for lugtprøveudtag	16/05/2025	17/06/2025	02/07/2025	04/08/2025	21/08/2025	04/09/2025
Olfaktometri				x	x	x
Vindretning	Nord - Nordøst	Sydvest	Ustabil retning	Vest	Nordvest	Syd – sydvest
Målepunkter	Midt gardin øst + vest ude øst + vest	Midt gardin øst ude vest	Midt gardin øst ude vest	Midt Gardin øst Ude vest	Midt gardin øst ude vest	Midt Online PTR

Tabel 4: Oversigt over afprøvningens målekampanjer, Stald C.

Målekampanje	1	2	3	4	5	6
Periode	2025 05/08-07/08	2025 25/08-27/08				
Dato for lugtprøveudtag	07/08/2025	27/08/2025				
Olfaktometri						
Vindretning	Syd – sydvest	Sydøst				
Målepunkter	Midt gardin nord ude syd	Midt gardin nord ude syd				

Konklusion

Målingerne blev gennemført i sommeren 2025 og resultaterne for lugtemissionerne vil foreligge, når målekampanjer i alle 8 stalde er gennemført.

Referencer

- [1] Lyngbye, M. & Riis, A.L., 2005. Grisenes indflydelse på lugtemissionen, Erfaring nr. 0503, Landsudvalget for Svin.
- [2] SGAV, Teknologilisten. Ugentlig udslusning af gylle i slagtesvinestalde med fulddrænede gulve. <https://sgavmst.dk/skovbrug-og-landbrug/landbrug-og-husdyrbrug/teknologilisten/staldindretning>
- [3] Afprøvning 1606, Linespil i slagtegrise-stalde (ikke publiceret)
- [4] VERA testprotokol for Livestock Housing and Management Systems. Version 3:2018-09
- [5] Hansen, M.J. & A. Feilberg, 2022. A Protocol for chemical measurement of odor in relation to abatement technologies for animal production – Version 2. 18 pages. Advisory report from DCA – Danish Centre for Food and Agriculture, Aarhus University. Date of submission: 26.09.2022.

Deltagere

Tekniker: Nina Thue Charles, Hans Peter Thomsen

Andre deltagere: Michael Holm, Thomas Lund Sørensen, Søs Vistoft Bach, Mads Skjærbæk

Afprøvning nr. 2003, 2010, 2011

BC-nr.: 101299

Dyregruppe: Malkekøer

Fagområde: Miljøteknologi

Nøgleord: Lugtmålinger

Appendix 1

Beregning af luftskifte med sporgas-ratio-metoden

Som sporgas anvendes den naturlige produktion af CO₂ i stalden, dvs. CO₂ produceret af dyrene og af gødningen, som er lagret i stalden. Produktionen af CO₂ fra dyrene afhænger af dyrenes størrelse, produktion og aktivitet, hvilket kan udtrykkes i relation til dyrenes varmeproduktion med tillæg for produktion af CO₂ fra gødningen i stalden.

Følgende ligninger benyttes som grundlag for beregning af dyrenes varmeproduktion:

Lakterende køer: $\phi_{tot} = 5.6 \cdot m^{0.75} + 22 \cdot Y_1 + 1.6 \cdot 10^{-5} \cdot p^3$

Goldkøer: $\phi_{tot} = 5.6 \cdot m^{0.75} + 1.6 \cdot 10^{-5} \cdot p^3$

Kvier, drægtige: $\phi_{tot} = 7.64 \cdot m^{0.69} + Y_3 \cdot (23/M-1) \cdot (57.27+0.302 \cdot m) / (1-0.0171 \cdot Y_3) + 1.6 \cdot 10^{-5} \cdot p^3$
Kvier, ikke-drægtige: $\phi_{tot} = 7.64 \cdot m^{0.69} + Y_3 \cdot (23/M-1) \cdot (57.27+0.302 \cdot m) / (1-0.0171 \cdot Y_3)$

Hvor,

ϕ_{tot} = Total varmeproduktion per dyr, W

m = dyrenes gennemsnitlige levendevægt, kg

Y₁ = mælkeydelse (kg dag⁻¹ dyr⁻¹) P = dag i drægtighed

M = Energiindhold i foder (MJ kg⁻¹ tørstof; gns.: 10 MJ kg⁻¹ tørstof)

Y₃ = tilvækst (kg dag⁻¹)

Dyrenes CO₂-produktion er relateret til varmeproduktionen og beregnes ved anvendelse af følgende ligning:

$$PCO_2 (dyr) = 0.180 \cdot \phi_{tot}$$

Hvor

PCO₂ (dyr) = dyrets CO₂-produktion (L h⁻¹ W⁻¹).

Den samlede CO₂-produktion i stalden beregnes således som:

$$PCO_2 = PCO_2 (dyr) + PCO_2 (gødning)$$

idet gødningens bidrag til CO₂-produktion i stalden beregnes som en fast andel (10%) af dyrenes CO₂-produktion for stalde med spaltegulv og ringkanal. For stalde med fast gulv med hyppig skrab, fastsættes gødningsbidraget til CO₂ produktionen til 0%.