

**ARBEJDSPLAN FOR****Emission og lugtudbredelse fra kvægstalde 2023****BAGGRUND OG FORMÅL**

Kvæg- og mælkeproducenter, som ønsker at etablere eller udvide besætninger mødes ofte med et krav om miljøgodkendelse, som indbefatter beregning af geneafstande til nærliggende bebyggelse i forhold til lugt. Til dette formål anvendes både den ældre FMK-beregningsmodel og Miljøstyrelsens nyere reguleringssystem baseret på OML-modellen.

OML-modellen er en atmosfærisk spredningsmodel, som primært anvendes til at beregne udbredelsen af luftforurening fra virksomheder ud til afstande på 10-20 kilometer fra kilden. Fra januar 2007 har OML-modellen dog også kunnet benyttes til bestemmelse af lugt ved miljøgodkendelser af husdyrbrug. OML-modellen beregner afstandskrav ud fra standardlugtemissioner og meteorologiske spredningsberegninger. De benyttede standardlugtemissioner er baseret på olfaktometriske målinger og angives som odour units (OUe/s/DE). Herved beskrives lugt som et samlet lugtbillede, og det antages, at reduktionen i lugt som funktion af afstand fra kilden alene sker ved dispersion og fortynding med ren luft. Det vil sige, at lugt antages at være en inert gas. Denne antagelse kan være misvisende idet, der inden for den seneste årrække har været stort fokus på den kemiske sammensætning af lugt, og det er vist, at lugt fra husdyrbrug omfatter flere hundrede flygtige organiske forbindelser inden for forskellige kemiske grupper og med forskellige kemiske egenskaber. Bevarelsen af disse stoffer i miljøet uden for stalden er dog dårligt belyst. Enkelte mindre udenlandske studier har vist, at sammensætningen af lugtstoffer forandres med distancen fra kilder i husdyrbruget, og det er teoretisk sandsynligt, at en del lugtstoffer vil undergå tab grundet reaktivitet, deponering, fotokemiske reaktioner mm. Antagelsen om lugt som en inert gas kan derfor betvivles. SEGES Innovation udførte i 2001 målinger omkring en kvægstald, som kunne indikere at sammensætningen af lugtstoffer ændres som funktion af afstanden fra kilden. Der er dog behov for yderligere målinger, som kan bekræfte disse resultater.

Lugt er i dag dobbeltreguleret, det vil sige at ud over Miljøstyrelsens OML-model, så anvendes samtidig den ældre FMK-model. Den ældre FMK-model vil ofte være den mest restriktive over kortere afstande. FMK-modellen blev bibeholdt efter indførelse af Miljøstyrelsens OML-model i 2007, så omkringboende ikke blev stillet ringere end før indførelsen. Begge beregningsmodeller anvender standardlugttal, som angives i henholdsvis odour units (OUe/s/DE) og lugtenheder (LE). Standardlugttal, som anvendes i dag, er baseret på et yderst sparsomt datagrundlag, hvor lugtemissioner bygger på få og udenlandske data, mens begge beregningsmodeller mangler verifikation med reelle målinger

## Formål

Formålet med dette projekt er:

1. At undersøge antagelsen af lugt som en passiv gas baseret på odour units (OUe/s/DE) ved hjælp af kemiske målinger af lugtstoffer i miljøet omkring kvægbesætninger. Herved karakteriseres relevante lugtstoffer samt deres bevarelse i forskellige afstande fra kilden.
2. At undersøge betydningen af resultaterne vedrørende lugtudbredelse i forhold til de nuværende beregningsmetoder og de antagelser, som gøres heri. Herunder vurderes også de nuværende standardlugttal, som anvendes i beregningsmodellerne.

## BESÆTNINGSBESKRIVELSE

Besætning A er en traditionel dansk kvægstald med åbne sider for ventilering. Besætning B er en lukket kvægtald, med mekanisk ventilering.

## GENNEMFØRELSE

Projektets aktiviteter planlægges gennemført over to år og inddeles i to arbejdsplaner: Arbejdsplan 1:

Bestemmelse af lugtspredning fra kvægstalde og Arbejdsplan 2: Bestemmelse af lugtemission fra kvægstalde. Hver arbejdsplan samt de tilhørende aktiviteter er kort beskrevet herunder.

### **Aktivitet 1: Bestemmelse af lugtspredning fra kvægstalde.**

*Formål:* Formålet med Aktivitet 1 er at undersøge antagelsen af lugt som en inert gas ved at måle den kemiske sammensætning af lugtstoffer i forskellige afstande fra kvægejendomme.

#### *Hypotese:*

Hypotesen er at forskellige lugtstoffer vil have forskellig stabilitet i miljøet uden for stalden og eksempelvis deponering, reaktivitet og udsættelse for f.eks. sollys og fugtige omgivelser, kan forhindre visse stoffer i at blive transporteret over større distancer. Hermed kan lugtprofilen formentlig ændre sig som funktion af afstand fra stalden. Dette understøttes af indledende forsøg udført af SEGES Innovation P/S i 2021.

#### *Gennemførelse*

I 2023 gennemføres følgende:

- Identifikation af egnede naturligt ventilerede kvægstalde til bestemmelse af lugtudbredelse
  - Staldene skal være repræsentative for en typisk dansk stald med malkekvæg.
  - Staldene skal være lokaliseret, så området omkring staldene kan tilgås i de hyppigst forekomne vindretninger, og topografien omkring staldene skal være flad og helst uden læhegn.
- Opsætning af måleslanger i 1-2 kvægstalde

- Der opsættes perforerede måleslanger (PTFE) i længderetningen af hver af staldens sideåbninger, i kip samt uden for stalden på vindsiden. I hvert målepunkt på slangen monteres en kritisk dyse for at sikre ensartet luft-flow fra hvert punkt. Derudover placeres et målepunkt på hver side af stalden til baggrundsmålinger. Der opsættes desuden vejrstationer.  
Før igangsættelse af målekampaner undersøges nyeste viden og forsøgsopsætning præsenteres og evalueres eksternt (AU)
- Der udføres 3-6 målekampaner
  - Målekampaner udføres i sommermånederne, hvor lugtemission i reguleringen bestemmes (worst case).
  - Der måles kontinuert med PTR-MS via de perforerede måleslanger for bestemmelse af fordelingen af lugtstoffer inde i stalden samt uden for stalden på vindsiden. Herved bestemmes der med 1-minuts intervaller, hvorledes emissionen fra selve stalden fordeles.
  - Luftsiftet i stalden bestemmes med CRDS (Cavity Ring Down Spectroscopy, Picarro), som er "state of the art" for emissionsmålinger af kuldioxid, metan og ammoniak fra husdyrproduktion. Luftsiftet bestemmes med internal tracer-metoden (CO<sub>2</sub>-modellen) beskrevet i VERA-protokollen.
  - På hver måledag indhentes der luftprøver i PTFE-poser i vindretningen ud til 3-500 m fra stalden med dobbeltbestemmelse (>50 luftprøver). Der udføres desuden målinger omkring andre eventuelle kilder til lugt, f.eks. gylletanke og ensilageopbevaring.
  - Kontinuerte målinger samt bestemmelse af luftskifte bestemmes kontinuert over >2 dage pr. måledag med indhentning af luftprøver i PTFE-poser for at sikre repræsentative målinger.

Målingerne udføres i to forskellige besætninger og koncentrerer så vidt muligt omkring sommermånederne, hvor lugten er mest udpræget og hvorpå reguleringen baseres. Det tilstræbes dog at dække forskellige vejrforhold, f.eks. vindhastigheder og fugtighed, hvorfor målinger også kan spredes til efteråret. Det forventes, at der kan udføres 5-6 måledage pr. besætning.

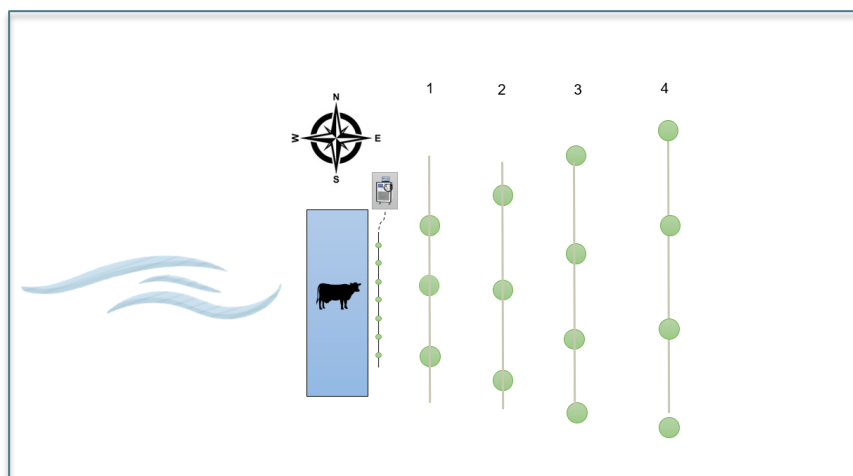
Målinger foretages kontinuert (online) på vindsiden af stalden via en perforeret måleslange (ca. 20 meter), mens off-line målinger opsamlet i PTFE-poser foretages i forskellige afstande herfra i 4-5 parallelle linjer ud til ca. 500 m. fra stalden (Figur 3). Herved kan off-line målinger til enhver tid relateres til emissionen fra stalden, selvom der eventuelt skulle opstå en mindre tidsforskydning på de enkelte målinger. Målinger planlægges i vindretningen fra stalden. Hvis muligt registreres vindretning og vindhastighed på stedet under målingerne. Derudover registreres fugt og temperatur.

Der skal tages højde for om sammensætningen af lugt er ensartet i sideåbning og i kip. Ideelt måles koncentrationen af lugtstoffer i kippen kontinuert på samme måde, som der måles ved vægåbningen. Lader

dette sig ikke gøre (af økonomiske og ressourcemæssige årsager) kan dette gøres med enkeltmålinger og eventuelt ved sammenligning af data indhentet i andre afprøvninger. Udslip fra kip kan være relevant på større distancer fra stalden, og dette indtages i overvejelsen af de opnåede resultater.

Der skal tages højde for at lugtstoffer fra kvægbesætninger eventuelt henfalder i PTFE-posere. Dette er en forudsætning for at opnå korrekte målinger. Dette gøres ved at opsamle prøveluft fra måleslangen monteret ved siden af stalden og følge eventuelt henfald med PTR-MS målinger, som fordeles over en tidsperiode, som forventes at dække indsamlingen af prøver på afstand af stalden. 3x bestemmelse af henfald tilstræbes.

PTFE poser med prøveluft opsamlet i området omkring stalden opvarmes til 60°C for at opnå optimal genfinding af lugtstoffer samt undgå adsorption af lugtstoffer på pose materialet. Herunder inkluderes en blank prøve (en pose med nitrogen) for at undersøge eventuelt baggrundssignal fra det opvarmede pose materiale.



**Figur 3. Placering af målepunkter (angivet med grønne cirkler)**

### **Forsøgsopsætning**

Der opsættes en 8 mm (o.d.)/ 6 mm (i.d.) perforeret måleslange på 50-80 m i 1.5 m. højde langs staldens side (mod vest). I hvert målepunkt monteres en kritisk dyse (figur 4) for at sikre ensartet flow. Denne slange tilsluttes PTR-MS'en og online målinger indsamles under prøveudtagning i afstand fra stalden. Hvis det er muligt at indsætte måleslange i kippen, veksles der mellem disse to målepunkter.

Lugtprøver indsamles i PTFE poser vha. undertryk (vakuumbasser) og sidekick pumper. Der udtages prøver i én linje ad gangen (figur 3). Prøven udtages i 1.5 m højde. Herefter bringes poserne til målevognen, opvarmes til 60 °C og analyseres med PTR-MS.

Der er indkøbt 40 PTFE poser til afprøvningen. De fordeles med 20 til hver besætning. Det er vigtigt at

disse mærkes med besætning samt linie (figur 3). Poserne rengøres og genbruges i samme besætning og i samme målepunkt.

Det bør kontrolleres om pumpen, der trækker luft fra måleslangen ved stalden trækker falsk luft ind. Dette gøres med standard gas eller kontrolmålinger

### **Huskeliste ved hver målerunde**

- Måleslange med kritiske dyser
- Pumpe til sug i måleslange
- Eventuelt teleskopstang til enkeltmålinger (tjek af ensartet lugtsammensætning i og omkring stald)
- Hegnspæle (hvide m. spyd, 1.5 m.) til montering af slange til målekasser + eventuelt montering af måleslange langs stalden
- Transportabel strøm generator til sidekickpumper.
- Sidekick pumper
- 8 mm slange til poseudtagning
- Flaske m. nitrogen fra lab i Skejby
- Ovn
- Vakuumkasser
- Vejrstation (hvis der er nogen ledige??)
- Temperatur og fugtsensor

### **Aktivitet 2: Bestemmelse af lugtemission fra kvægstalde.**

I Aktivitet 2 undersøges det, om standardlugttal og beregningsmetoder er rimelige i forhold til indsamlede data.

I 2003 gennemføres følgende:

- Identifikation af egnede naturligt og mekanisk ventilerede kvægstalde til bestemmelse af lugtemission
  - Staldene skal være repræsentative for en typisk dansk stald med malkekvæg.
- Der udføres kemiske målinger (PTR-MS) samt olfaktometriske målinger til bestemmelse af lugtemissionen fra henholdsvis 1-2 mekanisk ventilerede stalde og 1-2 naturligt ventilerede stalde.
  - Der måles i begge staldtyper, så resultaterne kan sammenholdes med den nuværende beregningsmetode, hvor naturligt ventilerede stalde antages som mekanisk ventilerede stalde. Derudover anvendes de mekanisk ventilerede stalde som verifikation af de naturligt ventilerede, hvor flowforhold og luftskifte er mere usikre.
  - Olfaktometriske målinger udføres af eksternt akkrediteret lugtlaboratorie. Prøveudtagning udføres af SEGES Innovation, Miljøteknologi, som er akkrediterede (DANAK) til lugtprøveudtagning.

- Det forventes, at lugtprøver i naturligt ventilerede stalde kan udtages i perforerede slanger opsat i længderetningen af stalden, hvor et større udsnit af stalden kan inddækkes.
- Der udføres beregninger i de nuværende beregningsmodeller for at undersøge, om disse er retvisende i forhold til de data, som indsamles i projektet.
  - Den procentvise reduktion i lugt som funktion af afstand fra kilden beregnes ud fra indsamlede data i arbejdsplan 1, samt ud fra FMK- og OML-modellen i Miljøstyrelsens reguleringssystem. Eventuelle afvigelser mellem den beregnede og den faktiske spredning kan herved belyses.
  - Det blev i projektet "Lugtudbredelse fra kvægstalde" (støttet af Mælkeafgiftsfonden, 2021) vist, at der var forskel på sammensætningen af lugtemissionen fra kip og sidevæg. Betydningen af dette for beregnede geneafstande samt betydningen for lugtprøveudtagelse undersøges.
  - Lugt fra naturligt ventilerede stalde beregnes i dag som mekanisk ventilerede stalde. På grund af forskelligt luftskifte og -flow kan det dog ikke forventes, at emissionen fra de to staldtyper er ens. Da nye emissionstal for naturligt ventilerede stalde kan give anledning til ændret beregningspraksis, vurderes betydningen af en sådan eventuel overgang.

## REGISTRERINGER

**Tabel 3.** Primære registreringsparametre.

| Registrering                  | Placering  | Periode   | Metode   |
|-------------------------------|--|---|--|
| Massespektrum målt med PTR-MS | Online målinger langs stald + offline målinger omkring stald | 5-6 x 1 måledag pr. besætning fordelt over sommer og efterår 2021 | Proton-Transfer-Reaktion Time-of-flight Mass-Spectrometry (PTR-TOF-MS) |

**Tabel 4.** Sekundære registreringsparametre

|                           |                           |             |                                    |
|---------------------------|---------------------------|-------------|------------------------------------|
| Vindhastighed og -retning | Nær stalden, på vestsiden | På måledage | Vejrstation og lufthastighedsføler |
| Temperatur, °C            | I stald og nær stald      | På måledage | ?                                  |
| Relativ luftfugtighed, %  | I stald og nær stald      | På måledage | ?                                  |