

# Malkekøer, kvier og stude: Dybstrøelsesstalde

- Driftssystembeskrivelse udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav

---

Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Morten Dam Rasmussen og Peter Kai

Institut for Bio- og Kemiteknologi, Aarhus Universitet



AARHUS  
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



## Datablad

---

Titel:	Malkekøer, kvier og stude: Dybstrøelsesstalde – Driftssystembeskrivelse udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav.
Forfattere:	Seniorforsker Morten Dam Rasmussen, Institut for Bio- og Kemiteknologi, AU Seniorrådgiver Peter Kai, Institut for Bio- og Kemiteknologi, AU
Fagfællebedømmelse:	Seniorrådgiver Christian Friis Børsting, Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, AU
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Johanna Höglund, specialkonsulent Anna Feldberg Marsbøll og akademisk medarbejder Majbrit Guldborg, DCA Centerenheden, AU
Rekvirent:	Miljøministeriet (MIM) Departementet
Dato for bestilling/levering:	25.02.2019/09.12.2022
Faglig redaktion afsluttet:	19.10.2022
Journalnummer:	2022-0451407
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og Aarhus Universitet.
Ekstern kommentering:	Udkast til notatet blev præsenteret og diskuteret ved møder afholdt i en følgegruppe nedsat af Departementet. Følgegruppen bestod ud over Departementet af repræsentanter fra Miljøstyrelsen, Danmarks Naturfredningsforening, Kommunernes Landsforening, København Fur, Landbrug & Fødevarer og Økologisk Landsforening. Følgegruppen har ligeledes haft mulighed for at kommentere skriftligt på udkast til notatet. Kommentarerne og AUs håndtering kan findes via dette <a href="#">LINK</a> .
Eksterne bidrag:	I forbindelse med udarbejdelse af notatet har forfatterne haft kontakt til bygningsrådgiver Helge Kromann, Byggeri og Teknik I/S for afklaring af tekniske spørgsmål omkring danske komposteringsstalde.
Kommentarer til bestilling:	Miljøministeriet (MIM) Departementet har bedt AU om at revidere det tekniske grundlag for BAT i Danmark jf. bestilling af 25. februar 2019 benævnt "BAT-projektet". Bestillingen er opdateret d. 16. august 2019. Forventninger til omfang og detaljeringsgrad er løbende blevet opdateret. MIM Departementet har ønsket en samlet slutlevering af hele BAT-projektet.
Kommentarer til besvarelse:	Notatet har ikke været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.
Yderligere bidrag:	Akademisk medarbejder Birger Faurholt Pedersen, Institut for Agroøkologi, AU, som har været behjælpelig med dataudtræk.
Ophavsret:	Notatet er omfattet af gældende regler om ophavsret.
Citeres som:	Rasmussen MD. og Kai P. 2022. Malkekøer, kvier og stude: Dybstrøelsesstalde – Driftssystembeskrivelse udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav. 17 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på <a href="https://dca.au.dk/raadgivning/">https://dca.au.dk/raadgivning/</a> .

## Forord

Det er en af de grundlæggende betingelser for at opnå miljøgodkendelse, at ansøgninger om etablering eller udvidelse af husdyrbrug med en ammoniakemission, der overstiger 750 kg NH<sub>3</sub>-N per år, har truffet de nødvendige foranstaltninger til at forebygge og begrænse ammoniakforureningen ved anvendelse af den bedste tilgængelige teknik (BAT).

Formålet med dette projekt har været at opdatere det faglige grundlag for en efterfølgende politisk fastsættelse af grænseværdier for ammoniakemission (BAT-krav), der anvendes ved miljøgodkendelse af husdyrbrug.

Projektet er gennemført som et samarbejde mellem Aarhus universitet (AU) og Københavns Universitet (KU). Seniorrådgiver Peter Kai, Institut for Bio- og Kemiteknologi, AU har været projektleder i forhold til den tekniske og miljømæssige beskrivelse af effekter af stalde og teknologier, mens lektor Brian H. Jacobsen, Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, KU, har været projektleder for de økonomiske analyser.

Som led i projektet har AU og KU udarbejdet en serie notater, der omfatter nærmere definerede driftssystemer og teknologier indenfor driftsgrenene grise, kvæg, fjerkræ og mink:

**Driftssystembeskrivelser** er notater, der beskriver den typiske indretning og drift af specifikke stald- og stityper til bestemte dyregrupper og de dermed forbundne emissioner af ammoniak, lugt og drivhusgasser samt de vigtigste ressourceforbrug, der knytter sig til produktionen. Notaterne er udarbejdet af AU. Driftssystembeskrivelserne indeholder med få undtagelser økonomiske nøgletal, som er udtræk fra økonomi-notater udarbejdet af KU.

**Teknologibeskrivelser** er notater, der beskriver specifikke typer af teknologier og deres miljøeffekt, når de anvendes i specifikke stald-/stityper og de dermed forbundne ressourceforbrug og emissioner af ammoniak og lugt. Teknologibeskrivelsernes tekniske og miljømæssige del er udarbejdet af AU, mens de økonomiske nøgletal er udtræk fra økonomi-notater udarbejdet af KU.

**Økonomiske udrednings- og dokumentationsnotater** beskriver dels forudsætningerne for økonomiske analyser af virkemidler til reduktion af ammoniakemissionen i husdyrproduktionen samt de økonomiske konsekvenser forbundet med anvendelse af stalde og teknologier. Disse er udarbejdet og publiceret af KU.

Som opsummering er der for hver driftsgren (for grise opdelt på produktionstype) udarbejdet et **resumé- og analysenotat**, der sammenholder miljømæssige og økonomiske effekter ved anvendelsen af stalde og teknologi, herunder i diverse kombinationer og som funktion af husdyrholdets størrelse.

# Dybstrøelsesstalde til malkekøer, kvier og stude

---

## Resumé

---

Emission af ammoniak fra stald		0,84 kg NH <sub>3</sub> -N/år per m <sup>2</sup> produktionsareal.
Emission af lugt fra stald		13 OU <sub>E</sub> /s per m <sup>2</sup> produktionsareal og 3,1 LE/s per m <sup>2</sup> produktionsareal.
Støv		Ikke fastlagt
Emission af drivhusgasser fra stald		Ikke fastlagt
Energiforbrug		Ikke fastlagt
Gødningshåndtering		Husdyrgødningen håndteres som dybstrøelse og gylle (lang ædeplads), som lagres og udbringes efter gældende regler.
Driftsikkerhed		Driftssystemet vurderes at være driftsikkert.
Økonomi		Der er ikke udarbejdet økonomisk analyse
Referencestaldsystem		Dette er referencesystemet for opstaldning af malkekøer, kvier og stude udenfor gyllesystem.

---

## Definitioner

- Ajle: en blanding af urin, opløst (omlejret) fæces, spildt drikkevand og lidt vaskevand, der udledes gennem afløb til en ekstern beholder.
- Ammeko / ammetante: ko, der ammer egen eller andres kalve.
- Driftssystem: Beskrivelse af en produktionsform omfattende identifikation af dyrekategori, opstaldningsforhold, inklusiv stald- og stuedformning og drift.
- Drænet fast gulv med ajleafløb og gødningsskraber: Gulv i gangareal med minimum 1–2 % fald mod ajleafløb i langsgående retning i midten af gangen. Gulvet har ajleafløb, og den faste gødning skrubes væk 12 gange dagligt. Åbningsarealet til evt. underliggende gyllekumme er maksimalt 5 % af gulvarealet. Gulvet er typisk lavet af beton men kan også være gummibelagt.
- Dybstrøelse: En gødningsmåtte, hvor udskilt urin og vandspild opsuges, ved at der løbende tilføres halm eller andet tørstof.
- Dybstrøelsesstald: Løsdriftsstald, hvor hvilearealet er et strøet fællesareal (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020). Dybstrøelsesstalde opdeles i henholdsvis *dybstrøelse, hele arealet, dybstrøelse, kort ædeplads* og *dybstrøelse, lang ædeplads*. Dybstrøelsesstalde anvendes til alle typer og kategorier af kvæg.
- Emission: Direkte eller indirekte udledning til luft, vand eller jord af stoffer, rystelser, varme eller støj fra punktkilder eller diffuse kilder på husdyrbrug, husdyranlæg, gødnings- og ensilageopbevaringsanlæg eller arealer, der modtager gødning [Husdyrbrugloven, 2019].
- Fast gulv: Gulv i gangarealet uden fald og ajleafløb. Gulvet er typisk et plant betongulv, som skrubes rent for gylle ca. to gange dagligt.
- Foderbord: Krybben eller pladsen, hvor foderet bliver tildelt.
- Gylle: en pumpbar blanding af fæces, urin, vand og strøelse.
- Gødning: Staldgødning fra kvægstalde er en blanding af fæces, urin og strøelse. En del af urinen findes opsuget (omlejret) i strøelsen.
- Kalv: Et kreatur på indtil 6 måneder (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020).
- Ko: Hundyr som har kælvet mindst én gang (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020).
- Kreaturer: en samlet betegnelse for kategorier af kvæg, herunder ko, kalv, tyr og herunder slagtetyr, kvie og herunder slagtekvie (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020).
- Lugtkoncentrationen er et mål for mængden af et eller flere lugtende stoffer fordelt i en kubikmeter luft. Én European Odour Unit (OUE) defineres som mængden af et lugtende stof eller lugtende stofblanding fordelt i 1 m<sup>3</sup> neutral gas ved standardbetingelser (20 °C, 101,3 kPa, våd), som fremkalder en lugt svarende til lugtærskelværdien. Lugtærskelværdien er defineret som den lugtstofkoncentration, hvor 50 % af et lugtpanel kan erkende lugten i en prøve, og de øvrige 50 % ikke kan.
- Produktionsareal: Det areal i fast placerede husdyranlæg, hvorpå dyrene kan opholde sig og har mulighed for at afsætte gødning og som dyrene ikke kun har kortvarig adgang til (Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen, 2021).
- Race, lille: Racer og krydsninger heraf, der som fuldt udviklet har en gennemsnitsvægt på mindre end 550 kg (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020). Eksempel er Dansk Jersey.
- Race, stor: Racer og krydsninger heraf, der som fuldt udviklet har en gennemsnitsvægt på 550 kg eller derover (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020). Eksempler er Dansk Holstein (sortbrogede malkekøer) og Rød Dansk Malke race.
- Sengebåse: Individuelle hvilepladser adskilt af skillebøjler eller lignende (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020).
- Sengebåsestald/Sengestald: Stald, hvor kreaturerne kan bevæge sig frit (løsdriftsstald), og hvor hvilearealet er opdelt i sengebåse (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020). Sengebåsene er arrangeret i enkelt- eller dobbeltrækker. Gangarealet fungerer som trafik-, gøde-, motions- og anden opholdsareal. Gangarealet kan være indrettet med spaltegulv, fast drænende gulv eller fast gulv. Gødningen håndteres som gylle.
- Staldafsnit/staldsektion/staldrum: En enhed i et fast placeret husdyranlæg, der er adskilt fra andre dele af anlægget, således at emissioner, herunder ammoniak- og lugtemission, ikke umiddelbart kan spredes til andre dele af anlægget.
- Ædeplads: En plads ved foderbordet (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020).

## Faktaboks

Følgende vigtigste dyrevelfærdskrav til hold af ammekøer og slagtekalve af betydning for BAT er fastsat i henhold til Bekendtgørelse om dyrevelfærds-mæssige mindstekrav til hold af kvæg (2020) (ikke udtømmende):

- Malkekøer, kvier og stude skal opstaldes i løsdrift. Bindestalde bygget før 2010 må anvendes frem til 2027
- Dybstrøelsen skal tilgodeses, at koen kan lægge sig, hvile sig og rejse sig uden besvær.
- Underlaget i hvilearealet skal bestå af et tørt og blødt materiale.
- Gulve i gangarealer ved foderbordet skal være skridsikre og være konstrueret, udformet og vedligeholdt således, at køerne kan gå naturligt og ikke kommer til skade. Gødningen skal fjernes så ofte som nødvendigt for at sikre skridsikre gulve og god klovsundhed.
- Gangarealer i stalde skal være indrettet så, der er tilstrækkelig mulighed for, at dyrene uhindret kan vende sig og frit passere hinanden. Det gælder dog ikke i malkeområdet.
- Krav til hvileareal og bredde af gangarealer afhænger af dyretypen (små/store racer), dyrenes størrelse samt staldens indretning, placering af inventar og ibrugtagningstidspunkt. Krav til pladsen ved foderbordet afhænger af dyrenes aldersklasse, malkekoens stadiet i reproduktionscyklus, race samt fodringsstrategi.
- Der skal være fri adgang til vand og der er krav til tilgængelig vandmængde per dyr.

### *Særligt for malkekøer:*

- Dybstrøelsesstalde til malkekøer indrettes ofte med et ustrøet areal i ædepladsarealet ved foderbordet og med tilstrækkelig plads til, at køerne kan passere hinanden (dybstrøelsesboks med lang ædeplads).
- Totalarealet for det område, hvor malkekøer opholder sig i stalden mellem malkningerne, skal per malkeko være mindst 6,6 m<sup>2</sup> for små racer og 8,0 m<sup>2</sup> for store racer.
- Hvilearealet skal per malkeko være mindst 5,0 m<sup>2</sup> for små racer og 6,5 m<sup>2</sup> for store racer.
- I stalde med malkestald skal opsamlingspladsen, hvor køerne kan opholde sig umiddelbart før malkning udgøre et areal på mindst 1,5 m<sup>2</sup> per ko for store racer og 1,35 m<sup>2</sup> for små racer.
- Der skal være mindst én enkeltkælvningsboks på bedriften. Hvis besætningen er på mere end 100 kreaturer, skal der i kælvningsfaciliteten være mindst fire pladser pr. 100 kreaturer, hvoraf mindst halvdelen skal være enkeltkælvningsbokse. Ved beregning af kravet til antallet af pladser i kælvningsfaciliteten afrundes til nærmeste hele antal pladser.
- Enkeltkælvningsbokse skal have et areal på mindst 10 m<sup>2</sup> for små racer og 12 m<sup>2</sup> for store racer.

### *Særligt for ungdyr:*

- Boksstørrelsen til ungdyr afhænger af deres vægt, og om boksen er indrettet med strøet areal i hele boksen eller kort ædeplads.
- Totalarealet i fællesbokse med dybstrøelse i hele arealet starter ved 2,6 m<sup>2</sup> for ungdyr mindre end 200 kg og går op til 5,0 m<sup>2</sup> pr. dyr for ungdyr over 500 kg.
- Totalarealet i fællesbokse med ustrøet ædeareal starter ved 2,7 m<sup>2</sup> for ungdyr mindre end 200 kg og går op til 5,4 m<sup>2</sup> pr. dyr for ungdyr over 500 kg.
- Ved restriktiv fodring skal der være mindst én ædeplads ved foderbordet pr. ungdyr.
- Ædepladsens bredde afhænger af dyrenes størrelse: 0,30 m for ungdyr under 100 kg stigende til 0,70 m for ungdyr over 550 kg.

## Beskrivelse

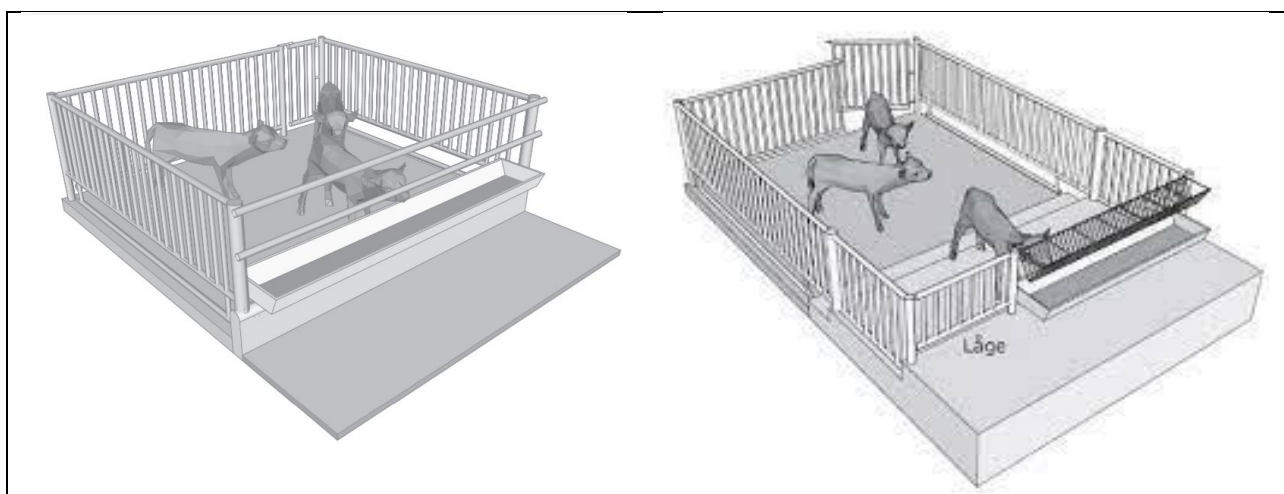
Denne driftssystembeskrivelse dækker et staldsystem indrettet som dybstrøelsesstald til brug for opstaldning af malkekøer, kvier og stude. Driftssystembeskrivelsens formål er, at beskrive staldsystemet og dets miljøeffekt forstået som standardemission med hovedvægt på ammoniakemission. Beskrivelsen er ikke en udtømmende beskrivelse af staldsystemet. Forhold i staldsystemet vedrørende dyrenes sundhed og velfærd vil kun være behandlet i det omfang, det har væsentlig betydning for staldens miljøeffekt.

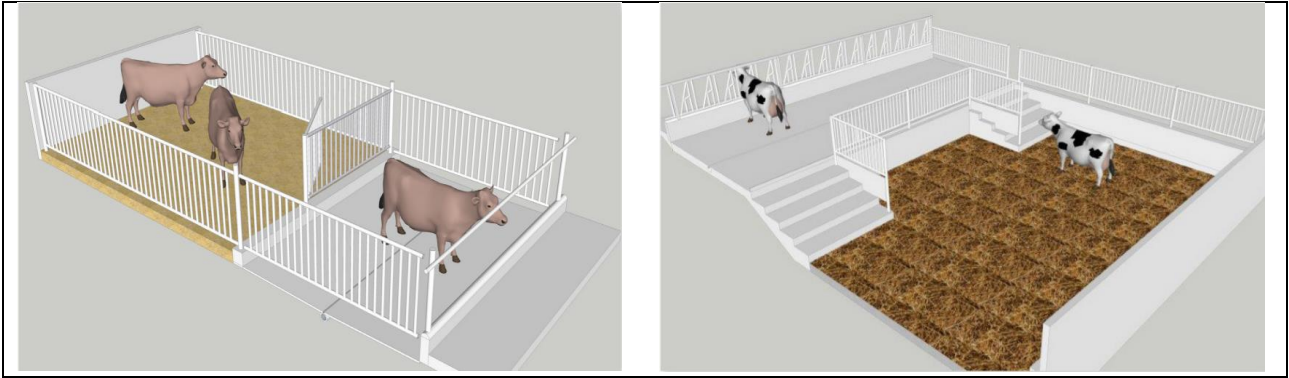
Der findes mange former for indretning af dybstrøelsesstalde. Et fællestræk er, at dyrene er løsgående, at hvileområdet er uden opdeling, og at liggeunderlaget består af en dybstrøelsesmåtte, som øges i tykkelse over tid som følge af tildeling af strøelse og afsætning af fæces og urin. I nogle stalde udgør dybstrøelsesarealet hele produktionsarealet, som dyrene har adgang til, mens andre staldtyper kombinerer dybstrøelsesarealet med en form for gulv i ædeområdet.

Fæces og urin afsættes i strøelsen, som tildeles i tilstrækkelig mængde til at opsuge væden, hvormed et tørt leje kan opretholdes. Strøelsen komprimeres som følge af en kombination af dyrenes vægt og aktivitet. Tykkelsen af den fast tiltrampede dybstrøelse kan blive betydelig – op til ca. en meter afhængig af belægning og udmugningsfrekvens.

Der kan både være tale om mindre bokse til opstaldning af et eller få dyr, og egentlige staldafsnit til større grupper af dyr. Mindre bokse vil typisk være indrettet med dybstrøelse i hele arealet eller med *kort ædeplads*, hvor boksen er forlænget med et ikkestrøet betongulv mod foderbordet. Større bokse eller staldafsnit indrettes typisk med *lang ædeplads* (også kaldet *separat ædeplads*), hvor der er dybstrøelse i hvilearealet og anden gulvtype og gødningssystem ved foderbordet (Figur 1).

Til malkekøer anbefales lang ædeplads med fast gulv ved foderbordet for at undgå, at dybstrøelsesmåtten trædes op af dyrene og for at øge klovsiddet (Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018).





**Figur 1.** Forskellige typer af bokse med dybstrøelse i kvægstalde. Øverst tv.: Dybstrøelse, hele arealet (vist med kalve). Øverst th. Dybstrøelse, kort ædeplads. Nederst: to typer af bokse med dybstrøelse, lang/separat ædeplads ved foderbord (Illustrationer: Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018).

## Komposteringsstalde

Komposteringsstalde er en variant af dybstrøelsesstalden, hvor gødningsmåtten holdes tør ved at harve eller fræse den dagligt. Dette skaber gode betingelser for kompostering (aerob omsætning), hvilket bevirker, at temperaturen i gødningsmåtten stiger og der skabes grundlag for øget vandfordampning. Måtten opbygges typisk af træflis og/eller savsmuld. Løbende mekanisk bearbejdning af dybstrøelsen øger emissionerne, specielt af lattergas og ammoniak. Der er kendskab til to komposteringsstalde i Danmark (Helge Kromann, Byggeri og Teknik, Herning, personlig kommunikation). Staldtypen anbefales ikke pga. emissionernes omfang og behandles ikke yderligere i dette dokument.

## Strøelse

Som strøelse kan anvendes halm, sand eller lignende (Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018). Ved anvendelse af halm skal der strøes dagligt. Strøelsesforbruget afhænger ud over strøelsestype og -kvalitet af bokstype og dyrekategori.

Tildeling af strøelse kan automatiseres ved installering af en strøelsesmaskine (Gjødesen, 2003).

Anvendes sand som strøelse i enkeltkælvningsbokse eller fælles højdrægtighedsområde, viser erfaringerne, at der bør være et lag på minimum 0,3 meter, og at der skal fjernes gødningsklatter minimum én gang i døgnet. Alt sandet fjernes, når hvilearealet bliver fugtigt. Herefter køres nyt sand ind igen. I vinterperioden skal der strøes med halm ovenpå sandet for at sikre varme til kalven (Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018).

## Gangarealer

Gangarealer fungerer som trafik-, gøde- og motionsareal. Gødning afsat på gangarealer fjernes så ofte som nødvendigt for at sikre skridsikre gulve og god klovsundhed. Ædepladsarealet i bokse med kort ædeplads er normalt selvrensende. Ædepladsarealet i bokse med lang ædeplads skal rengøres dagligt. Gulvet i ædepladsarealet kan være spaltegulv, fast gulv eller drænet fast gulv med ajelefløb og gødningsskraber.



## Malkeområde

Malkeområdet med tilhørende rum til køling og lagring af mælk, rengøring m.m. kan udgøre en integreret del af dybstrøelsesstalde med malkekøer. Der er to hovedtyper af malkesystemer: malkestald, hvor køerne malkes manuelt, og automatisk malkesystem (AMS). Omkring 3 ud af 4 malkeko-besætninger benytter malkestald, mens den sidste fjerdedel har automatisk malkesystem (AMS) (Mælkekvalitet og antal AMS i Danmark, 2021). For begge malkesystemer vil vand og rengøringsmidler for rengøring af malkeanlæg og gulv typisk blive ledt til fortank og gyllebeholder.

I stalde med malkestald har køerne kun adgang til malkeområdet i forbindelse med malkning. Malkeområdet kan være integreret i stalden eller i en særskilt malkestald i en særskilt bygning. Malkeområdet består af en opsamlingsplads, en malkestald med malkemaskiner samt en returgang tilbage til køernes opholdsområde. Gulvet på opsamlingspladsen skal være eftergiveligt og skridsikert. I henhold til husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen medregnes opsamlingsareal og returgang i produktionsarealet, med mindre der gøres effektivt rent efter hver malkning.

I stalde med AMS er malkeområdet integreret i stalden, idet en eller flere automatiske malkeenheder/-bokse (AME) er placeret direkte i køernes staldområde, typisk med adgang fra en tværgang. AMS-stalde er baseret på princippet om, at køerne selv styrer døgnrytmen for malkning; typisk kombineret med, at køerne motiveres til at gå ind i AMS-enhederne med kraftfoder som lokkefoder ved malkepladsen eller styret adgang via envejslåger, hvor køerne automatisk passerer igennem AMS-området, når de går til foderbord, hvileområde eller til græs. Stalde med styret ko-trafik via låger til foderbord eller hvileområde er typisk indrettet med en større opsamlingsplads foran AMS-enhederne.

## Sygepladser og andre opstaldningsfaciliteter

I tilknytning til dybstrøelsesarealet kan der være andre opstaldningsfaciliteter placeret mere eller mindre integreret i stalden for at tilgodese de forskellige opstaldningsbehov, dyrene kan have på grund af sygdom eller fx for at tilpasse indretningen til en årsproduktion af malkekvæg med en cyklus omfattende laktation, afgoldning, kælvning samt en tilhørende ungvægsproduktion (Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018; Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020).

## Foder- og vandforsyning

I dybstrøelsesstalden får kreaturerne tildelt foder ved et eller flere foderborde i ædeområdet. Foderbord og ædeplads på gangarealet bag foderbordet er adskilt af et forværk, som dyrene stikker hovedet igennem for at nå foderet. Eventuelle fodertilskudsautomater med kraftfoder eller korn placeres i umiddelbar tilknytning til ædepladsen.

Vand tilbydes typisk i vandkar og er typisk placeret på ædepladsen og ikke i hvilearealet. Malkekøer skal have fri adgang til rigeligt drikkevand fra et vandspejl (Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018). Der må højst være 10 køer pr. meter drikkekar (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020, §82).

## Ventilation og indeklimaregulering

Kvæg er generelt robuste for større temperaturudsving og befinder sig udmærket ved temperaturer under frysepunktet under danske forhold, mens høje sommertemperaturer på 25–30°C kombineret

med høj luftfugtighed kan give malkekøerne varmemstress med nedsat foderoptag og mælkeproduktion til følge (Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018; Munksgaard og Søndergaard, 2006). Bygningens isolering, opvarmning og ventilation skal sikre, at luftcirkulation, støvindhold, temperatur, støjforhold, relativ luftfugtighed og koncentration af kuldioxid (CO<sub>2</sub>), ammoniak, (NH<sub>3</sub>) og svovlbrinte (H<sub>2</sub>S) holdes på et niveau, som ikke er skadeligt for kreaturerne og overholder de fastsatte grænseværdier (Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg, 2020, § 57).

Dybstrøelsesstalde bygges traditionelt som uisolerede stalde med naturlig ventilation gennem store vægåbninger, oftest med vindbrydende gardiner, samt åbning i kip. Gardinernes åbningsgrad kan normalt justeres for at regulere luftsifte og indeklima. Ved naturlig ventilation er luftsiftet dels baseret på dyrenes varmeproduktion, og princippet om at varm luft stiger opad og dels på trykforskel mellem luftindsug og -afkast pga. vindpåvirkning (Morsing et al., 1999). I uisolerede stalde med naturlig ventilation er temperaturen inde i stalden typisk 1–3 °C højere end udetemperaturen (Munksgaard og Søndergaard, 2006).

Særligt for store og brede stalde og/eller for malkestalde og opsamlingspladser med høj varmeproduktion, fordi dyrene står tæt, kan det være svært at opnå et tilpas staldklima med naturlig ventilation alene. Det kan være nødvendigt at supplere med mekanisk ventilation med ventilatorer placeret vandret eller lodret. Naturlig ventilation uden supplerende mekanisk ventilation er dog langt det mest udbredte.

Dimensioneringen af staldens ventilationsåbninger tager udgangspunkt i dyrenes varmeproduktion og afdampning fra dybstrøelsesmåtten. Dyrenes varmeproduktion afhænger blandt andet af dyrets vægt, foderoptagelse og produktion (mælk, kød) (Morsing et al., 1999, Munksgaard og Søndergaard, 2006). Ventilationssystemets åbninger og evt. supplerende mekanisk ventilation dimensioneres efter at give tilstrækkelig luftsifte i de varmeste sommermåneder samtidig med vindstille vejr. I stalde med dybstrøelse afgiver gødningsmåtten store mængder vanddamp og kuldioxid, hvilket medfører et øget ventilationsbehov. Åbningsarealerne i dybstrøelsesstalde bør derfor være ca. 30% større sammenlignet med stalde uden dybstrøelse (Morsing et al., 1999).

## Gødningshåndtering

Tabel 1 viser en oversigt over forventede producerede mængde husdyrgødning af lager for forskellige dyrekategorier og staldtyper. Husdyrgødningen håndteres som dybstrøelse i stald, lager og under udbringning. I dybstrøelsesstalde med lang ædeplads, håndteres gødning og urin afsat på gulvet ved ædearealet dog som gylle.

Gødningsmængderne er baseret på de forudsætninger, der ligger til grund for beregning af normal for husdyrgødning 2021 (Børsting og Hellwing, 2021). Det skønnes, at 65% af dybstrøelsen udbringes i mark eller køres til biogasanlæg direkte fra stalden uden mellemliggende lagring og deraf følgende kvælstof- og tørstofftab (Kai et al., 2022).

Der forventes stor variation i husdyrgødningsmængden mellem besætninger som følge af variationer i strøelses type og mængde, fodersammensætning, foderforbrug, drikkevandsforsyning, rengøringspraksis samt udbringningspraksis.

**Tabel 1.** Dybstrøelses- og gyllemængder i ton ab lager pr. dyr pr. år (Børsting et al., 2021).

	Tung race		Jersey	
	Dybstrøelse	Gylle	Dybstrøelse	Gylle
Malkekøer, dybstrøelse i hele arealet	16,3	0	13,4	0
Malkekøer, lang ædeplads	12,8	14,2	10,2	11,6
Kvier og stude, årsopdræt (6 mdr.-kælvning eller slagtning), dybstrøelse i hele arealet	5,52	0	4,45	0
Kvier og stude, årsopdræt (6 mdr.-kælvning eller slagtning), kort ædeplads	4,88	0	3,82	0
Kvier og stude, årsopdræt (6 mdr.-kælvning eller slagtning), lang ædeplads	4,20	2,65	3,31	2,10

## Produktionsarealet

Produktionsarealet omfatter de arealer i staldafsnittet, hvor dyrene opholder sig og kan afsætte gødning, og som de ikke kun kortvarigt har adgang til. Produktionsarealet i en dybstrøelsesstald omfatter totalområdet, hvor køerne opholder sig mellem malkninger, dvs. hvileareal, gangarealer, boksarealer, herunder sygebokse, separationsbokse m.v. hvor der kun en gang imellem går dyr. Malkeområde og opmarch-/opsamlingsarealer, som dyrene kontinuerligt har adgang til mellem malkninger og arealet, hvor malkekøerne befinder sig i forbindelse med automatiske malkerobotter (AMS), regnes også med i produktionsarealet.

Servicerum, gangarealer m.v., hvor dyrene kun opholder sig i forbindelse med flytning og lignende samt boksadskillelser, arealer foran nakkebomme, foderautomater, krybber, foderborde m.v., hvor dyrene ikke kan opholde sig og/eller ikke har mulighed for gødningsafsætning, medregnes således ikke. Arealer, som kun anvendes til malkning, opmarch-/opsamlingsarealer som dyrene kun har adgang til i forbindelse med malkninger samt arealet, hvor selve robotten står i forbindelse med automatiske malkerobotter (AMS), medregnes heller ikke.

## Management

Strøelsen skal, uanset type, være tør. Ved anvendelse af sand i liggearealet fjernes gødningsklatter dagligt. Al sand fjernes, når hvilearealet bliver fugtigt, og nyt sand køres ind igen (Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger, 2018)

## Arbejds miljø

Ved passende dimensionering og drift af åbningsarealet for ventilation kan der opretholdes tilfredsstillende indeklimaforhold uden eller med kun uvæsentlig overskridelse af gældende grænseværdier for ammoniak, kuldioxid og svovlbrinte.

Håndtering af gylle i stalden kan være forbundet med øget fordampning af svovlbrinte, hvilket udgør en sundhedsrisiko for mennesker og dyr. Ved normal indretning og drift af gylleanlægget i stalde er risikoen for uheld minimal. Kortere opholdstid reducerer mængden af svovlbrinte og dermed reduceres fordampningen af svovlbrinte ved tømning af gyllekummer/-kanaler. Kortest mulig opholdstid af gyllen i stalden bør derfor tilstræbes.

Ved anvendelse af (halm)strøelse vurderes det, at der kan forekomme perioder, hvor grænseværdien for støv i luften overskrides kortvarigt (fx tildeling af strøelse, håndtering af raske og syge dyr). Passende åndedrætsværn kan anvendes i disse perioder.

## Ammoniakemission

Standard-ammoniakemissionen for dybstrøelsesstalde til malkekøer, kvier og stude er i husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen fastsat til **0,84 kg NH<sub>3</sub>-N/år per m<sup>2</sup> produktionsareal**. Standard-ammoniakemissionen er beregnet som det gennemsnitlige ammoniakemission per år per m<sup>2</sup> produktionsareal af 24 kombinationer af dyrekategorier, racer og staldd typer vægtet efter udbredelse (dyreenheder) med udgangspunkt i normtal for husdyrgødning 2015-16 (Kai og Adamsen, 2017).

Grundlaget for NH<sub>3</sub>-tabet fra kvægstalde med dybstrøelse bygger på en enkelt undersøgelse af Rom & Henriksen (2000), som opgjorde NH<sub>3</sub>-tabet fra to forsøgstalder med dybstrøelse (hele arealet) med kvier og kælvkvier til 0,06 kg NH<sub>3</sub>-N af total-N ab dyr eller i gns. 2,7 g NH<sub>3</sub>-N/dag per m<sup>2</sup> (variation: 2,4-3,4 g NH<sub>3</sub>-N/dag per m<sup>2</sup>).

Koerkamp et al. (1998) foretog emissionsmålinger i en lang række stalde i England, Danmark, Tyskland og Nederlandene og fandt, at malkekøer opstaldet i dybstrøelse i gennemsnit udledte 3,8 kg NH<sub>3</sub>-N/år per 500 kg dyr (variation: 1,9-6,4 kg NH<sub>3</sub>-N/år per 500 kg dyr; n=4) eller i gennemsnit 43% af ammoniakemissionen målt i sengebåsestalder. Mosquera et al. (2006) fastlagde ammoniakemissionen til 11,4 kg NH<sub>3</sub>-N/årsko fra en nederlandsk dybstrøelsesstald.

I mangel af måledata fra andre dyrekategorier og indretning af dybstrøelsesstalder er alle kategorier af kvæg opstaldet i dybstrøelse omfattet af standard-ammoniakemissionsfaktoren. Dette gælder også dybstrøelsesstalder med lang ædeplads, dvs. hvor dyrene har adgang til en vis mængde gulv udenfor dybstrøelsesarealet, og hvor de afsætter en betydelig mængde gødning udenfor dybstrøelsesarealet. Der er derfor betydelig usikkerhed omkring ammoniakemissionsfaktoren.

Der er ikke fundet grundlag for at ændre standard-ammoniakemissionen. En analyse af gødningsnormerne fra hhv. 2015-16 og 2021-22 indikerer, at der trods en stigning (8,1%) i udskillelsen af urin-N per årsko er sket en næsten tilsvarende stigning (6,6%) i den beregnede mængde udskilt husdyrgødning ab dyr. Dette betyder, at den beregnede ammoniumkoncentration i gødningen ab dyr stort set er uændret i perioden (Tabel 2). Under forudsætning af uændret gødningsoverfladeareal per årsko, pH-værdi i husdyrgødningen mv., er der derfor ikke grundlag for at antage, at der er sket en stigning i ammoniakemissionen per år per m<sup>2</sup> produktionsareal.

**Tabel 2.** Beregnede normer for malkekøer af tung race i hhv. normtal 2015-16 og 2021-22.

	2015-16	2021-22	Ændring
Optaget tørstof i foder, kg TS/årsko	7739	8246	
Råprotein i foder, g/kg TS	168	169	
Mælkeproduktion, kg/årsko	10044	10948	
Udskilt total-N, kg N/årsko	146,4	160,7	9,8%
Udskilt urin-N, kg NH <sub>3</sub> -N/årsko	66,3	71,7	8,1%
Udskilt husdyrgødning, ton/årsko	25,6	27,3	6,6%
Ammoniumkoncentration, kg NH <sub>3</sub> -N/ton	2,59	2,62	1,4%

Standard-ammoniakemissionsfaktoren kan betragtes som gældende for dybstrøelsesstalde, der er indrettet og drevet som beskrevet efter gældende lovgivning og faglige anbefalinger, herunder til staldklima og ventilationsydelse og fodersammensætning. Afvigelser fra dette kan påvirke ammoniakemissionen.

## Lugtemission

Lugtemissionsfaktorerne for alle kategorier af kvæg og alle typer kvægstalde med dybstrøelse fremgår af Tabel 3.

**Tabel 3.** Værdier for lugtemission som funktion af produktionsarealet i kvægstalde indrettet med dybstrøelsesbokse (Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen).

	OU <sub>E</sub> /s per m <sup>2</sup> produktions- areal	LE/s per m <sup>2</sup> produktionsareal
Malkekøer, kvier og stude. Dybstrøelse	13	3,1
Kalve (under 6 mdr.). Dybstrøelse	13	3,1

Frem til indførelsen af den arealbaserede husdyrregulering i 2017 blev lugtemissioner og tilhørende afstandskrav ved miljøgodkendelse af kvægstalde beregnet på grundlag af følgende vægtrelaterede lugtemissionsfaktorer: 170 OU<sub>E</sub>/s per 1000 kg levende vægt og 40 LE/s per 1000 kg levende vægt (Miljøstyrelsen, 2006). Disse værdier blev, i mangel af nyere valide emissionsværdier, benyttet som grundlag for beregning af arealrelaterede lugtemissionsfaktorer (Kai og Adamsen, 2017).

## Drivhusgasemissioner

Drivhusgasemissionerne fra dybstrøelsesstalde omfatter metan (CH<sub>4</sub>) og lattergas (N<sub>2</sub>O). Derudover bidrager udledning af ammoniak fra stald og lager både direkte og indirekte til lattergas. "Indirekte lattergas" kommer fra ammoniak, der fordampes fra stald og lager, udledes til atmosfæren, deponeres i omgivelserne og efterfølgende giver anledning til dannelse af lattergas. Lattergasemissionen fra kvægdybstrøelse er generelt lav og lavere sammenlignet med svinedybstrøelse. Rom og Henriksen (2000) observerede ingen lattergasemission fra to dybstrøelsesstalde med kvier i forbindelse med et fodringsforsøg med kvier, hvor emissionen blev målt med statiske kamre. Et nederlandsk studium konstaterede ligeledes, at lattergasemissionen fra stalden var lav, med gaskoncentrationer på niveau med baggrundsniveauet i udeluften (Mosquera et al., 2006).

I den nationale emissionsopgørelse (Nielsen et al., 2019) beregnes den direkte lattergasemission fra dybstrøelse i kvægstalde som 0,01 kg N<sub>2</sub>O-N/kg total-N ab dyr (uforstyrret dybstrøelse) (IPPC, 2006).

Der er to kilder til metan i stalde; henholdsvis metan, der dannes i dyrenes vom; såkaldt enterisk metan, samt metan, der dannes i husdyrgødningen under lagring i stalden. Den enteriske metanproduktion er en funktion af fodermængde og fodersammensætning og afhænger blandt andet af mængden og sammensætningen af organisk tørstof i foderet og eventuelle additiver. Den enteriske metanproduktion er uafhængig af staldsystemet. Metanemissionen fra husdyrgødningen afhænger primært af gødningens sammensætning, herunder indhold af organisk tørstof, mængde af tilsat strøelse samt af temperatur og lagringstid (Møller et al., 2004).

Groenestein & Reitsma (1993) målte emissioner fra en dybstrøelsesstald med 40 malkekøer og 18 kalve (omregnet svarende til ca. 49 malkekøer). Emissionen blev målt til 1000 g CH<sub>4</sub>/dag per ko.

Mosquera et al. (2006) rapporterede en samlet emission på 1300 g CH<sub>4</sub>/dag per ko fra en dybstrøelsesstald med fast gulv ved ædepladserne (i DK kaldet "lang ædeplads"). Forsøgsbeskrivelsen giver ikke mulighed for at opdele metanemissionen i bidrag fra hhv. dyr og dybstrøelse.

Ved et polsk studie målt en samlet metanemission på 369 g CH<sub>4</sub>/dag per ko fra dybstrøelsesstalde, hvor dybstrøelsen blev fjernet to gange om året (Rzeznik et al. 2016). Dette er markant lavere end rapporteret i foranstående undersøgelser. Køerne i det polske studie producerede dog kun ca. 8 liter mælk/dag per ko, hvilket er væsentligt lavere end nutidige danske malkekøer (ca. 30 kg/dag), hvilket har haft stor indflydelse på foderoptagelsen, produktionen af enterisk metan, gødningsproduktion og behov for strøelse. Derfor forventes der en meget lavere metanemission fra disse lavtydende køer. Desværre har vi ingen nyere danske undersøgelser af drivhusgasemissioner fra dybstrøelsesstalde.

## Energi- og ressourceforbrug

### Tidsforbrug

Der er ikke foretaget vurdering af arbejdsforbruget i forbindelse med drift af dybstrøelsesstalde.

### Energiforbrug

Der er et mindre energiforbrug i form af brændstof eller el i forbindelse med strøning. Energiforbruget ved fjernelse af dybstrøelse fra boksene er større, men dette foretages kun 1-2 gange pr. år. Der er ikke foretaget vurdering af energiforbruget i forbindelse med drift af dybstrøelsesstalde.

### Strøelsesforbrug

Halm, sand eller lignende kan anvendes som strøelse. Strøelsesforbruget afhænger ud over strølestype og -kvalitet af bokstype og dyrekategori. Ved anvendelse af halm strøes der typisk dagligt ved anvendelse af en passende mængde strøelse for at sikre, at dyrenes hvileareal altid er rent og tørt. Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger (2018) med reference til Hansen og Kroman (1993) anfører følgende forventede strøelsesforbrug:

Ungdyr:

Dybstrøelse, hele arealet: 1,4 kg/dag per 100 kg dyr (variation: 0,5-2,4 kg/dag per 100 kg dyr)

Dybstrøelse, kort ædeplads: 1,7 kg/dag per 100 kg dyr (variation: 0,5-2,9 kg/dag per 100 kg dyr)

Malkekøer:

Dybstrøelse, lang ædeplads: 1,5-2,0 kg/dag per 100 kg dyr.

Strøelsesforbruget til jerseykøer vurderes at udgøre 80 % af forbruget til store racer.

Udmugningsfrekvensen påvirker halmforbruget, idet der ved opstart af ny gødningsmåtte udlægges tykt lag strøelse i bunden af boksen (Hansen & Kromann, 1993).

## Vandforbrug

Der er ikke foretaget vurdering af vandforbruget i forbindelse med drift af dybstrøelsesstalde.

## Affald og spildevand

Der er ikke foretaget vurdering af produktion af affald og spildevand.

## Gødningshåndtering

Dybstrøelsen muges ud efter behov, typisk to til fire gange årligt. En vis mængde køres til lager. Der mangler viden om, i hvilket omfang tømningshyppighed påvirker emissionerne af ammoniak, lugt og metan.

I dybstrøelsesstalde med lang ædeplads afsættes skønsmæssigt 40% af gødningen på gulvet ved ædepladsarealet og håndteres som gylle. Gyllekanalerne tømmes typisk efter behov afhængig af gulvtype (spaltegulv, fast gulv, drænet fast gulv med ajleafløb og gødningsskraber). Gyllen overføres til lagring i gylletank med henblik på senere udbringning i mark.

## Driftsikkerhed

Dybstrøelsesstalde er generelt driftsikre, men kræver øget arbejdsforbrug til håndtering af strøelse og dybstrøelse. Dyrene udsættes for mindre klovslid i stalde med dybstrøelse og kræver derfor generelt mere klovbeskæring, end andre opstaldningsformer.

## Etablering i eksisterende stalde

Vurderes ikke relevant.

## Økologi

Dybstrøelsesstalde til kvæg er ofte indrettede, så de kan benyttes til produktion i overensstemmelse med det økologiske regelsæt.

## Udbredelse

Baseret på udtræk fra [www.landbrugsindberetning.dk](http://www.landbrugsindberetning.dk) 2017 skønnes det, at 9% af malkekøer og 29% af kvierne er opstaldet i en de ovennævnte typer af stalde med dybstrøelse.

## Økonomi

Der er ikke udarbejdet en driftsøkonomisk analyse af dybstrøelsesstalde til kvæg.

## Litteratur

- Bekendtgørelse om dyrevelfærdsmæssige mindstekrav til hold af kvæg (2020). BEK nr 1743 af 30/11/2020. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/1743>
- Børsting, C.F. og Hellwing, A.L.F. (Eds.) (2021). Normtal for husdyrgødning – 2021, 40 s. <https://anivet.au.dk/forskning/sektioner/husdyrernaering-og-fysiologi/normtal/>
- IPPC (2006). Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. In: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.
- Gjødesen, M.U. (2003). Strømaskiner og halmspredere. FarmTest – Kvæg nr. 16 – 2003.
- Groenestein C.M. and Reitsma B. (1993). Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen X: potstal voor melkvee, DLO-Rapport 93-1005.
- Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger (2018). 5. rev. udgave. Dansk Landbrugsrådgivning. Videncenteret for Landbrug. 184 s.
- Kai og Adamsen (2017). Fra produktionsbaseret til arealbaseret emissionsberegning. Del 2: Emissionsfaktorer. Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet. Danmark 89 sider – Technical report BCE-TR-12.
- Kai, P., Nyord, T. og Hansen, M.N. (2022). Kapitel 9 - Tab under lagring af husdyrgødning i DCA-rapport "Normtal for husdyrgødning". 221 s. Kan findes på: [https://anivet.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter\\_anis/normtal/Normtal\\_lagt\\_paa\\_i\\_2022/Kap\\_9\\_Lager\\_2021\\_med\\_datablad.pdf](https://anivet.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/normtal/Normtal_lagt_paa_i_2022/Kap_9_Lager_2021_med_datablad.pdf)
- Morsing, S., Zhang, G., Strøm, J. S. (1999). Naturlig ventilation af stalde: Dimensionering. Grøn Viden Husdyrbrug, nr. 13. Aarhus Universitet, <https://dcapub.au.dk/>
- Mosquera, J., Hol, J.M.G. & Monteny, G.J. (2006). Gaseous emissions from deep litter farming system for dairy cattle. International Congress Series 1293 291-294.
- Munksgaard, L og Søndergaard, E. (red.) (2006). Velfærd hos malkekøer og kalve. DJF rapport Husdyrbrug nr. 74. 193 pp. Danmarks Jordbrugs Forskning, <https://pure.au.dk/portal/files/458317/djfh74.pdf>
- Mælkekvalitet og antal AMS i Danmark (2021). Landbrugsinfo. [https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/0/4/a/malkeproduktion\\_antal\\_ams\\_20210115.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/0/4/a/malkeproduktion_antal_ams_20210115.pdf)
- Ngwabie N.M., Jeppsson K.-H., Nimmermark S., Swensson C. Gustafsson G. (2009). Multi-location measurements of greenhouse gases and emission rates of methane and ammonia from a naturally-ventilated barn for dairy cows. Biosystems Engineering. 103. 68-77. doi:10.1016/j.biosystemseng.2009.02.004



- Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Olsen, T. M. & Hansen, M.G. 2019. Denmark's National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 886 s. Scientific Report No. 318.
- Rom, H. B., and Henriksen, K. (2000). Nitrogen loss from cattle housed on deep litter. In "Husdyrgødning og kompost [Animal Manure and Compost]" (S. G. Sommer and J. Eriksen, Eds.), pp. 5-13. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Tjele, Denmark.
- Rzeźnik I. (2016). Pilot Study of Greenhouse Gases and Ammonia Emissions from Naturally Ventilated Barns for Dairy Cows. *Pol. J. Environ. Stud.* 25, 2553-2562. DOI: 10.15244/pjoes/63660.
- Webb, J.; Sommer, S.G.; Kupper, T.; Groenestein, K.; Hutchings, N.J.; Eurich-Menden, B.; Rodhe, L.; Misselbrook, T.H.; Amon, B. 2012. Emissions of Ammonia, Nitrous Oxide and CH<sub>4</sub> during the Management of Solid Manures. *Sustainable Agriculture Reviews* 8, 67 - 107, ISSN 2210-4410.