

Landbrugsstyrelsen

Levering på del 3 af bestillingen: "DCA rapport vedr. ammoniakreducerende miljøteknologier til kvægstalde"

Landbrugsstyrelsen har i en bestilling sendt 07-06-2019 med efterfølgende opdatering 20-12-2019 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at udarbejde *"en kort teknogibeskrivelse, der efterfølgende indarbejdes i en rapport indeholdende miljøteknologiernes standard miljøeffektal og kombinationsmuligheder for relevante teknologier. Ligeledes ønskes standard miljøeffekt for teknologier i kombination"*. Nedenstående besvarelse er den endelige rapport, der har været fremsendt som udkast til Landbrugsstyrelsen (Lbst) d. 15. maj 2020. Lbst har efterfølgende fremsendt kommentarer til udkastet i et kommentarskema. Nogle af kommentarerne har affødt mindre ændringer i rapporten, andre kommentarer har forfatterne valgt ikke at efterkomme. Kommentarerne og forfatterens adressering af kommentarerne kan findes via dette link: <https://bit.ly/37WesS5>

Besvarelsen er udarbejdet af Seniorrådgiver Peter Kai fra Institut for Ingeniørvidenskab og Seniorrådgiver Christian Friis Børsting fra Institut for Husdyrvidenskab ved Aarhus Universitet. Fagfællebedømmere har været: Seniorforsker Anders Peter Adamsen, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet og indehaver af enkeltmandsfirmaet APSA, <https://apsa.dk/om-apsa/>, samt Professor Peter Lund, Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet. Besvarelsen er revideret i henhold til deres kommentarer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet", "Ydelsesaftale Husdyrproduktion 2019-2022".

Venlig hilsen

Klaus Horsted
Specialkonsulent, Kvalitetssikrer DCA-centerenheden



Faglig redegørelse og teknologiliste 2019 til brug i forbindelse med tilskudsordningen ”Modernisering af kvægstalde 2020”

Udarbejdet af:

Seniorrådgiver **Peter Kai**, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet,
peter.kai@eng.au.dk

og

Seniorrådgiver **Christian Friis Børsting**, Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet,
cfb@anis.au.dk.

Faglig kvalitetssikring er udført af Peter Lund, Institut for Husdyrvidenskab og Anders Peter Adamsen, Institut for Ingeniørvidenskab, begge Aarhus Universitet.

Indholdsfortegnelse

Forord.....	3
Kriterier for udvælgelse af teknologier	4
Grundlag for beregning af miljøeffekt.....	4
Kombinationer af stalde og miljøteknologier	5
Beregning af standardmiljøeffekt for teltoverdækning af gylletanke	5
Malkekøer og kvier.....	6
Teknologi nr. 1. Sengebåsestald med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb.....	7
Teknologi nr. 2. Dybstrøelsesstald	8
Teknologi nr. 3. Gylleforsuring i kvægstalde.....	9
Teknologi nr. 4. Teltoverdækning til gylletanke.....	10
Teknologi nr. 5. Fasefodring med fuldfoder baseret på måling af mælkemængde.....	11
Teknologi nr. 6. Fasefodring med fuldfoder baseret på måling af mælkenes sammensætning.....	11
Teknologi nr. 7: Fasefodring med kraftfoder	12
Teknologi nr. 8: Overvågning af drøvtygning og brunst og sygdom ved hjælp af drøvtygger- og aktivitetsmålere	12
Teknologi nr. 9: Udstyr til automatisk udfodring med fuldfoder til forskellige fodringshold	13
Slagtekalve og småkalve	14
Teknologi nr. 10: Gylleforsuring i sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl....	16
Teknologi nr. 11: Teltoverdækning til gylletanke.....	16
Teknologi nr. 12: Fasefodring med kraftfoder.....	16
Teknologi nr. 13: Udstyr til automatisk hyppig udfodring med fuldfoder.....	17
Bemærkninger til SME-beregningerne.....	18
Litteratur.....	18
Appendiks A.....	20
Appendiks B.....	21

Forord

Nærværende notat er tredje leverance i bestillingen Tilskudsordningen "Modernisering af kvægstalde 2020" fra Landbrugsstyrelsen (LBST) og har til formål, at beskrive standardmiljøeffekten for miljøteknologier i relevante kvægstalde, herunder hvad der er lagt til grund for beregningerne, referenceniveauet og hvad teknologierne som minimum skal leve op til for at kunne levere den beskrevne miljøeffekt.

Rapporten indeholder en beskrivelse af forskellige kvægstalde og miljøteknologier samt deres beregnede standardmiljøeffekt. Rapporten anvendes af LBST i forbindelse med prioritering af ansøgninger i anledning af Miljø- og Fødevarerministeriets tilskudsordning "modernisering af kvægstalde 2020".

Peter Kai har som tovholder på nærværende bestilling været hovedskribent på dette notat og har samtidig stået for opbygning af en beregningsmodel for fastsættelse af standardmiljøeffekt for stalde og miljøteknologier, enkeltvis og i kombination. Endelig har Peter Kai været ansvarlig for identifikation af relevante staldtyper, gylleforsuring og teltoverdækning, herunder deres ammoniakreducerende effekter. Christian Friis Børsting har været ansvarlig for identifikation af fodrings- og overvågningsteknologier og deres effekt på dyrenes udskillelse af kvælstof. Christian Friis Børsting har endvidere bistået med kvægfaglig viden samt læst korrektur på notatet.

Kriterier for udvælgelse af teknologier

De primære kriterier for udvælgelse af miljøteknologierne har været:

1. at teknologierne er opført på Miljøstyrelsens teknologiliste,
2. staldsystem med lavere ammoniakemission sammenlignet med referencestaldsystemet jævnfør bekendtgørelse om godkendelse og tilladelse m.v. af husdyrbrug (BEK. Nr. 718 af 8. juli 2019), eller
3. fodrings- og overvågningsteknologi, som er vurderet effektive til at øge foderudnyttelsen eller reducere foderets indhold af råprotein med deraf følgende effekt på udskillelsen af urin-N og dermed ammoniakfordampningen.

Det har endvidere været et kriterie, at der som minimum kan opnås en ammoniakreducerende effekt på 10 %.

Hvor der nævnes konkrete produkter, skal det ikke opfattes som en anprisning af det pågældende produkt.

Grundlag for beregning af miljøeffekt

Beregningerne af miljøeffekt for ammoniak er i nærværende rapport foretaget med udgangspunkt i stald-emissionsfaktorer angivet i bekendtgørelse om godkendelse og tilladelse m.v. af husdyrbrug (BEK. Nr. 718 af 8. juli 2019) og teknologiernes effekt angivet på Miljøstyrelsens teknologiliste (www.mst.dk/erhverv/landbrug/miljoeteknologi-og-bat/teknologilisten/), eller, for så vidt angår fodrings- og overvågningsteknologier, på grundlag af en faglig vurdering af de muligheder, som teknologierne giver for at øge foderudnyttelsen og/eller reducere foderets proteinindhold, idet begge forhold reducerer urin-N udskillelsen og dermed udledningen af ammoniak-N.

LBST har ønsket at prioritere ansøgninger på grundlag af den såkaldte **standardmiljøeffekt**, som defineres som den *sparede udledning af ammoniak-N per m² produktionsareal i staldens levetid* under hensyntagen til den enkelte miljøteknologis skønnede levetid.

Den årlige miljøeffekt (ME) beregnes som

$$ME = EF_{ref} - EF_{mt} \quad [1]$$

hvor ME er miljøeffekten per år (kg NH₃-N/år per m² produktionsareal, EF_{ref} er ammoniak-emissionsfaktoren for en given dyrekategori og staldtype uden brug af miljøteknologi (kg NH₃-N/år per m² produktionsareal), EF_{mt} er ammoniakemissionsfaktoren med anvendelse af miljøteknologi (kg NH₃-N/år per m² produktionsareal).

Standardmiljøeffekten i teknologiens levetid (SME) beregnes som:

$$SME = ME \cdot L \quad [2]$$

hvor SME er standardmiljøeffekten i teknologiens levetid (kg NH₃-N/m² produktionsareal) og L er miljøteknologiens skønnede levetid (år).

EF_{ref} og produktionsarealet er begge defineret i Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens bilag 3.

Kombinationer af stalde og miljøteknologier

Ofte er det muligt at kombinere forskellige miljøteknologier, fx staldtype og fodrings-/overvågningstiltag og teltoverdækning af gylletanke, for derved at opnå en samlet øget ammoniakreducerende effekt. Miljøeffekten i staldens levetid afhænger dog af den enkelte miljøteknologis miljøeffekt og skønnede levetid.

For kombinationer af staldtyper og miljøteknologier vist i Tabel 1 beregnes en kombineret EF_{mt} som:

$$EF_{mt} = EF_{ref} \cdot (1 - R_1) \cdot (1 - R_2) \cdot (1 - R_3) - \Delta EF_{gylletank} \quad [3]$$

hvor EF_{mt} er emissionsfaktoren ved samtidig anvendelse af en eller flere miljøteknologier, R_1 er ammoniakreduktionen opnået ved anvendelse af miljøteknologi 1 (procentvis reduktion/100), R_2 er ammoniakreduktionen opnået ved anvendelse af miljøteknologi 2 (procentvis reduktion/100), R_3 er ammoniakreduktionen opnået ved anvendelse af miljøteknologi 3 (procentvis reduktion/100) og $\Delta EF_{gylletank}$ er den sparede mængde ammoniak-N ved anvendelse af teltoverdækning af gyllebeholder per m^2 staldproduktionsareal ($kg NH_3-N/år$ per m^2) og beregnes ved anvendelse af ligning [4]. For kombinationer, hvor der kun indgår én miljøteknologi i stalden, sættes overskydende R-led til 1. For kombinationer, hvor teltoverdækning af gylletanke ikke indgår, sættes $\Delta EF_{gylletank}$ til 0.

Ligning [3] er ikke generelt gyldig for alle kombinationer af miljøteknologi anvendt i husdyrstalde, men vurderes at være gyldig i relation til de i Tabel 1 og 2 viste miljøteknologier.

Beregning af standardmiljøeffekt for teltoverdækning af gylletanke

ΔEF_g i ligning [4] beregner miljøeffekten, der opnås ved etablering af teltoverdækning af gyllebeholder, per m^2 produktionsareal i stalden:

$$\Delta EF_{gylletank} = \frac{EF_{naturligt\ flydelag} \cdot (1 - R_{telt}) \cdot A_{gylletank}}{A_{stiplads}} \quad [4]$$

hvor $EF_{naturligt\ flydelag}$ er standard-ammoniakemissionsfaktoren på 0,40 $kg NH_3-N$ per år per m^2 gyllebeholder ved anvendelse af naturligt flydelag jf. Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens bilag 3, R_{telt} er reduktionen i ammoniakemission ved anvendelse af teltoverdækning (procentvis reduktion/100), og $A_{gylletank}$ er gyllearealet i gylletank per årsdyr (m^2) og $A_{stiplads}$ er produktionsarealet per stiplads i stalden (m^2). Gyllearealet per årsdyr fastlægges ud fra den årlige produktion af gylle ab lager per årsdyr i hver dyrekategori (jf. normtal for husdyrgødning 2019/20), en lagerkapacitet på 9 måneder og en defineret højde af gylletanken på 4 meter. Ved teltoverdækning af gyllebeholderen korrigeres gyllemængden for sparet nedbør ($-0,11 m^3/m^3$ gylle).

Standardmiljøeffekten beregnes som følger under hensyntagen til den enkelte miljøteknologis skønnede levetid:

$$SME = ME_1 \cdot L_1 + ME_2 \cdot L_{2-1} + ME_3 \cdot L_{3-2} \quad [5]$$

hvor ME_1 er miljøeffekten, der kan beregnes for alle relevante miljøteknologier i kombination, L_1 er levetiden af miljøteknologien med kortest levetid, ME_2 er den kombinerede miljøeffekt beregnet under forudsætning af,

at miljøteknologien med kortest levetid ikke længere er i drift, L_{2-1} er forskellen i levetid mellem de to miljøteknologier med kortest og næstkortest levetid, ME_3 er den kombinerede miljøeffekt beregnet under forudsætning af, at miljøteknologien med næstlængst levetid ikke længere er i drift, L_{3-2} er forskellen i levetid mellem de to miljøteknologier med næstkortest og længst levetid.

Eksempel 1. Beregning af standardmiljøeffekten for en sengebåsestald med fast drænet gulv med skraber og ajlefløb, fodringsteknologi og teltoverdækning af gylletank.

Den kombinerede emissionsfaktor for en malkekostald ved anvendelse af fast drænet gulv ($L = 25$ år) i kombination med et fodringstiltag ($L = 15$ år) og teltoverdækning på gyllebeholder ($L = 10$ år) beregnes som følger:

Malkekostalden er i udgangspunktet en sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl, hvilket er forbundet med en standard-ammoniakemission på $1,16 \text{ kg NH}_3\text{-N/år per m}^2$ produktionsareal. Ved i stedet at etablere en sengebåsestald med fast drænet gulv med skrab og ajlefløb reduceres ammoniakemissionen til $0,89 \text{ kg NH}_3\text{-N/år per m}^2$ produktionsareal svarende til en reduktion på 23 % (dvs. $R_1 = 0,23$). Ved anvendelse af et fodringstiltag, som beskrevet i Tabel 1 reduceres ammoniakemissionen med 14 % (dvs. $R_2 = 0,14$) sammenlignet med "normtalsfodring". Ved anvendelse af teltoverdækning af gyllebeholdere er den sparede mængde $\text{NH}_3\text{-N}$, ΔEF_g , beregnet til $0,164 \text{ kg NH}_3\text{-N/(år} \cdot \text{m}^2 \text{ produktionsareal i stalden)}$.

Den kombinerede effekt af stald, fodringsteknologi og teltoverdækning i staldens levetid beregnes således:

De første 10 år (levetiden af teltoverdækning) regnes med følgende emissionsfaktor og miljøeffekt:

$$EF_{mt} = 1,16 \cdot (1 - 0,23) \cdot (1 - 0,14) - 0,164 = \underline{0,60 \text{ kg NH}_3\text{-N/år per m}^2 \text{ produktionsareal}}$$

Miljøeffekten, ME_1 , beregnes jævnfør [1]:

$$ME_1 = (1,16 - 0,60) = \underline{0,56 \text{ kg NH}_3\text{-N/(år} \cdot \text{m}^2 \text{ produktionsareal)}}.$$

Efter 10 år skønnes teltoverdækningen at være forældet og udgår derfor af beregningsgrundlaget i staldens resterende levetid. I de følgende 5 år, frem til fodringsteknologien forældes efter 15 år, regnes med følgende emissionsfaktor og miljøeffekt:

$$EF_{mt} = 1,16 \cdot (1 - 0,23) \cdot (1 - 0,14) = \underline{0,77 \text{ kg NH}_3\text{-N/år per m}^2 \text{ produktionsareal}}$$

$$ME_2 = (1,16 - 0,77) = \underline{0,39 \text{ kg NH}_3\text{-N/år per m}^2 \text{ produktionsareal}}$$

De sidste 10 år af staldens skønnede levetid antages det, at kun stalden er tilbage, hvilket giver:

$$EF_{mt} = 1,16 \cdot (1 - 0,23) = \underline{0,89 \text{ kg NH}_3\text{-N/år per m}^2 \text{ produktionsareal}}$$

$$ME_3 = (1,16 - 0,89) = \underline{0,27 \text{ kg NH}_3\text{-N/år per m}^2 \text{ produktionsareal}}$$

Standardmiljøeffekten i staldens levetid, SME , beregnes jævnfør ligning [5]:

$$SME = 0,56 \cdot 10 + 0,39 \cdot (15-10) + 0,27 \cdot (25-15) = \underline{10,3 \text{ kg NH}_3\text{-N/m}^2 \text{ produktionsareal}}$$

Malkekøer og kvier

Som grundlag for beregning af standardmiljøeffekter er valgt en referencestald, som for malkekøer og kvier er *sengestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl*. Dette begrundes med, at denne staldtype er den hyppigst forekommende i Danmark. Staldtypen er endvidere valgt som referencestald som grundlag for fastlæggelse af BAT-ammoniakemissionsgrænseværdien for kvægstalde (med gyllesystem) (Figur 1).



Figur 1. Foto af sengebåsestald med spaltegulv i gangarealerne. Under spaltegulvet er der en gyllekanal opbygget med enten ringkanalsystem eller med bagskyl. Sengebåsene er støbt i beton og er hævet i forhold til spaltegulvet og er udstyret med bøjler for adskillelse af køerne, når de ligger. Bunden af sengebåsene dækkes med enten gummi-måtter, strøelse eller lignende.

Tabel 1 viser en oversigt over relevante staldd typer og miljøteknologier til malkekøer og kvier.

Tabel 1. Oversigt over staldd typer og miljøteknologier samt deres dokumenterede eller skønnede ammoniak-reducerende effekt i stalde til malkekøer og kvier.

Tekn. nr.	Navn på lavemissionsstald eller miljøteknologi	NH ₃ -reduktion		Anvendes i økologisk produktion (ja/nej)	Forventet levetid (år)
		Malkekøer (%)	Kvier (%)		
1.	Sengestald med fast drænet gulv med skraber og ajlefløb ¹	23	23	Ja	25
2.	Dybstrøelsesstalde ¹	28	28	Ja	25
3.	Gylleforsuring ^{1,2,3}	50	50	Nej	15
4.	Teltoverdækning til gylletanke ^{2,4}	50	50	Ja	10
5.	Fasefodring baseret på måling af mælkemængde ⁵	14	-	Ja	15
6.	Fasefodring baseret på måling af mælken sammensætning ⁵	14	-	Ja	15
7.	Fasefodring med kraftfoder ⁵	14	-	Ja	12
8.	Overvågning af drøvtygning og brunst og sygdom ⁵	11	-	Ja	10
9.	Udstyr til automatisk udfodring med fuldfoder til forskellige fodringshold ⁵	11	-	Ja	10

¹ Reference: sengestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl.

² Figurerer på Miljøstyrelsens Teknologiliste.

³ Se tekst vedrørende gylleforsuring herunder.

⁴ Sammenlignet med naturligt flydelag.

⁵ Sammenlignet med fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20.

Teknologi nr. 1. Sengebåsestald med fast drænet gulv med skraber og ajlefløb

Beskrivelse: Staldd typen omfatter forskellige gulvkonstruktioner, som har det til fælles, at gulvet i gangarealerne er udført med 1-2 % fald mod et ajlefløb i langsgående retning i gangmidten. Gulvet renholdes ved kontinuerligt ajlefløb og mekanisk skrabning af gulvet minimum 12 gange dagligt. Gulvet kan være udformet med langsgående eller tværgående drænriller eller med en plan overflade. Faldet mod ajlefløb

bevirker, at ajlen, som er den primære kilde til ammonium-N hurtigt ledes bort fra gulvoverfladen. Ajlefløbet kan være udformet efter forskellige principper, herunder med mulighed for fjernelse af den faste gødning; enten løbende i forbindelse med skrabningen af gulvet eller ved hyppige afleveringer på tværs af gulvet. Eksempler på forskellige gulv-udformninger, der kan være omfattet af ovenstående definition, kan findes i et såkaldt videnskatalog udarbejdet af en arbejdsgruppe med repræsentanter fra henholdsvis SEGES¹ og Miljøstyrelsen (Anonym, 2012).



Figur 2. Eksempel på sengebåsestald med fast drænet gulv med skraber og ajlefløb (vist med Perstrup præfabrikeret gulv).

En undersøgelse har vist, at ammoniakemissionen er 0,89 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal svarende til 23 % lavere emission sammenlignet med referencestalden (Kai, 2018).

Anvendelse: Malkekøer og kvier

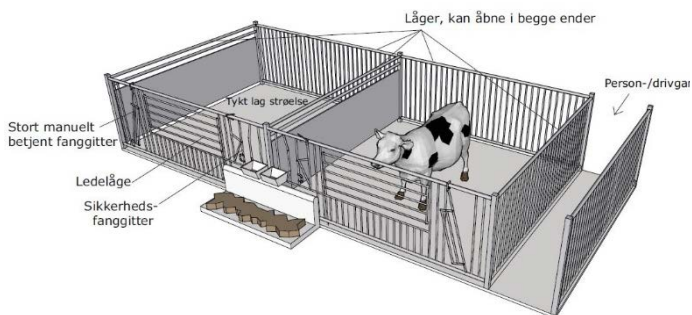
Referencestald: Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl (1,16 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal).

Anvendelse i økologisk produktion: Ja.

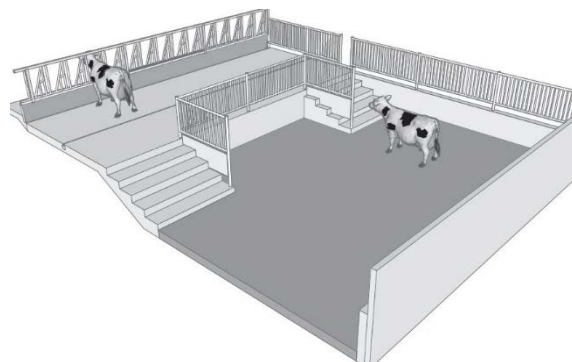
Teknologi nr. 2. Dybstrøelsesstald

Beskrivelse: Der findes mange udgaver af dybstrøelsesstalde. Fælles for dem er dog, at de er karakteriserede ved, at hvileområdet i stalden er uden opdeling og liggeunderlaget består af en dybstrøelsesmätte. Fæces og urin afsættes i strøelsen, som tildeles i tilstrækkelig mængde til at sikre et tørt leje. Der kan både være tale om mindre bokse til opstaldning af en eller få køer eller kvier og egentlige staldafsnit til større grupper af køer eller kvier. Mindre bokse vil typisk være indrettet med *dybstrøelse i hele arealet* (Figur 3) *eller med kort ædeplads*, idet boksen er forlænget med et ikke-strøet betongulv ud mod foderbordet. Større bokse eller staldafsnit indrettes typisk *med lang ædeplads*, hvor der er dybstrøelse i hvilearealet og anden gulvtype og dertil hørende gødningssystem ved foderbordet (Figur 4).

¹ Tidligere Videncentret for Landbrug.



Figur 3. Eksempel på kælvningsboks med strøet leje (Anonym, 2010).



Figur 4. Eksempel på fællesboks med lang ædeplads ved foderbord (Anonym, 2010).

Ifølge Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens bilag 3 er dybstrøelsesstalde til malkekøer og kvier forbundet med en ammoniakemission på 0,84 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal svarende til 28 % lavere ammoniakemission per år per m² produktionsareal sammenlignet med referencestalden. Emissionsfaktoren er ens for de ovenfor nævnte typer af dybstrøelsesbokse.

Anvendelse: Malkekøer og kvier.

Reference: Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl (1,16 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal).

Anvendelse i økologisk produktion: Ja.

Teknologi nr. 3. Gylleforsuring i kvægstalde

Beskrivelse: Teknologien baserer sig på daglig tilsætning af koncentreret svovlsyre til kvæggyllen i staldens mixerbrønd under samtidig omrøring. Ved syretilsætningen sænkes gyllens pH-værdi til ca. 5,5, hvorved ammoniakfordampningen fra gylleoverfladen næsten elimineres. Gyllen skal jævnfør Miljøstyrelsens vilkår for teknologien genbehandles med en hyppighed, der sikrer, at pH-værdien før hver behandling ikke overstiger pH 6 målt som gennemsnit over en måned.

I kvægstalde består et forsøringsanlæg af følgende elementer, som har direkte betydning for den teknologiske effekt af forsuringen:

1. Mixerbrønd med to kamre og pumpe (tilstede uafhængigt af forsøringsanlægget)
2. pH-sensorer med automatisk rengøring placeret i mixerbrønd
3. Syretank
4. Syrepumpe, -ventiler og PLC-styring.

I praksis består forsøringsanlægget dog af flere nødvendige elementer af betydning for blandt andet driftssikkerhed og arbejdsmiljø.

Gylleforsuring i kvægstalde er midlertidigt optaget på Miljøstyrelsens Teknologiliste med en ammoniakreducerende effekt på 50 %. Foreløbige og endnu ikke-offentliggjorte resultater fra en nyligt afsluttet undersøgelse af gylleforsuring i to kvægstalde indikerer dog en noget lavere effekt. Da de nyeste

forsøgsresultater endnu ikke er valideret og implementeret, regnes der med en NH₃-reducerende effekt på 50 % sammenlignet med referencestalden.

Med hensyn til ammoniakfordampning fra lageret sidestilles gylleforsuring med naturligt flydelag (benævnt tæt overdækning) på Miljøstyrelsens Teknologiliste og i Husdyrgødningsbekendtgørelsen og tillægges derfor ingen selvstændig ammoniakreducerende effekt under lagring.

Anvendelse: Malkekøer og kvier

Reference: Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl (1,16 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal).

Anvendelse i økologisk produktion: Nej.

Teknologi nr. 4. Teltoverdækning til gylletanke

Beskrivelse: Jævnfør bekendtgørelse om miljøregulering af dyrehold og om opbevaring og anvendelse af gødning (BEK. nr. 760 af 30. juli 2019) skal beholdere for flydende husdyrgødning være forsynet med fast overdækning (flydedug, teltoverdækning eller lag af beton eller lignende fast og tæt materiale) eller tæt overdækning (naturligt flydelag, halm, letklinker eller lignende) eller der skal anvendes en teknologi, der er optaget på Miljøstyrelsens teknologiliste. Fast overdækning (telt, betonlag eller flydedug) er optaget på Miljøstyrelsens teknologiliste med en ammoniakreducerende effekt på 50 % i forhold til naturligt flydelag.



Figur 5. Principskitse på en gyllebeholder med teltoverdækning. Fra en høj mast placeret i gyllens centrum er udspændt en overdækning af kunststof, som er fæstet til gyllebeholderens kant.

Staldforsuring er jævnfør Miljøstyrelsens teknologiliste sidestillet med naturligt flydelag. Det forudsættes derfor i SME-beregningerne, at miljøeffekten af teltoverdækning af gylletanke med forsuret gylle sidestilles med gylle med naturligt flydelag.

Gyllebeholdere for flydende husdyrgødning skal altid forsynes med fast overdækning, hvis de etableres i en afstand på mindre end 300 m fra nabobeboelse samt ved en afstand på mindre end eller lig med 300 m fra de naturtyper, der er anført i § 22 stk. 4 i bekendtgørelse om miljøregulering af dyrehold og om opbevaring og anvendelse af gødning (BEK. nr. 760 af 30. juli 2019).

Teltoverdækning af gyllebeholdere bevirker, at nedbør, som ellers ville optage plads i gylletanken, bortledes. Dette svarer beregningsmæssigt til netto 400 mm (nedbør minus fordampning), hvilket kan omregnes til 0,11

m³ nedbør per m³ gylle ab stald ved en væghøjde på 4 meter². Ved anvendelse af teltoverdækning reduceres behovet for lagerkapacitet derfor med 11 % sammenlignet med gyllebeholdere med naturligt flydelag (referencen) ved samme mængde gylle ab stald.

Standardmiljøeffekten ved teltoverdækning er beregnet til henholdsvis 0,164 og 0,070 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal i stalden for malkekøer og kvier (Appendiks A)

Anvendelse: Malkekøer og kvier.

Reference: Gylletank med naturligt flydelag.

Anvendelse i økologisk produktion: Ja.

Teknologi nr. 5. Fasefodring med fuldfoder baseret på måling af mælkemængde

Beskrivelse: Den første forudsætning er, at der købes udstyr til målinger på den enkelte ko for at følge ydelsen. Disse målinger skal anvendes til at finde det tidspunkt i laktationen, hvor den enkelte ko kan nøjes med et foder med et mindre energi- og protein- (N-) indhold. Ved at tilpasse foderets energiindhold til koens behov i forskellige dele af laktationen forventes det, at der på laktationsbasis kan spares ca. 5 % på forbruget af fodertørstof. Når foderets N indhold reduceres i den sidste del af laktationen, forventes det, at der set over hele laktationen desuden kan spares ca. 3 % på foderets gennemsnitlige indhold af N. Disse effekter er dog ikke dokumenteret i forsøg, men skønnede, blandt andet ud fra test i praksis (Bligaard og Strudsholm, 2010). De fandt dels, at fodring i forhold til ydelse kan reducere proteinforbruget, dels at de besætninger, der laver tæt opfølgning på fodringen gennem Kvægnøglen, brugte 164 g råprotein/kg tørstof, hvilket netop er 3 % lavere end de 169 g råprotein/kg tørstof, der lå til grund for husdyrgødningsnormerne fra 2019 (Lund et al., 2019).

Baseret på de individuelle målinger kan køerne inddeles i to eller flere fodringshold, der skal fodres med hver deres fuldfoderblanding tilpasset køernes behov. Ud over udstyr til måling af mælkeydelsen, skal der derfor anvendes separationslåger, envejslåger og skillelåger, så køerne kan komme tilbage til det rette fodringshold efter hver malkning

Anvendelse: Malkekøer.

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019).

Anvendelse i økologisk produktion: Ja, men effekten skønnes at være mere usikker end for konventionel produktion grundet krav om græsning.

Teknologi nr. 6. Fasefodring med fuldfoder baseret på måling af mælkenes sammensætning

Beskrivelse: Den første forudsætning er, at der købes udstyr til måling af mælkenes sammensætning for den enkelte ko. Disse målinger skal anvendes til at finde det tidspunkt i laktationen, hvor den enkelte ko kan nøjes med et foder med et mindre energi- og protein- (N-) indhold. Ved at tilpasse foderets energiindhold til koens behov i forskellige dele af laktationen forventes det, at der på laktationsbasis kan spares ca. 5 % på forbruget af fodertørstof. Når foderets N indhold reduceres i den sidste del af laktationen, forventes det, at der set over

² ved fuld udnyttelse af gyllebeholderkapaciteten. I praksis kan kapacitetsudnyttelsen dog være lavere. Dette kompenseres der dog for, da der er regnet med en 9 måneders lagerkapacitet, hvilket der, afhængigt af sædskiftet, ikke nødvendigvis er behov for.

hele laktationen desuden kan spares ca. 3 % på foderets gennemsnitlige indhold af N. Disse effekter er dog ikke dokumenteret i forsøg, men skønnede blandt andet ud fra test i praksis af Bligaard og Strudsholm (2010) ligesom ved teknologi nr. 5.

Baseret på de individuelle målinger kan køerne inddeles i to eller flere fodringshold, der skal fodres med hver deres fuldfoderblanding tilpasset køernes behov. Ud over udstyr til måling af mælkens sammensætning, skal der derfor anvendes separationslåger, envejslåger og skillelåger, så køerne kan komme tilbage til det rette fodringshold efter hver malkning.

Anvendelse: Malkekøer

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019).

Anvendelse i økologisk produktion: Ja, men effekten skønnes at være mere usikker end for konventionel produktion grundet krav om græsning.

Teknologi nr. 7: Fasefodring med kraftfoder

Beskrivelse: Kraftfoderautomater til malkekøer muliggør tildeling af den kraftfodermængde og sammensætning, der passer til den enkelte kos behov, baseret på mælkeydelse målt ved almindelig ydelseskontrol, samt koens stadie i laktationen.

Ligesom ved brug af flere slags fuldfoder med varierende energi- og N indhold kan individuel tildeling af kraftfoder bruges til at tilpasse foderet til koens behov igennem laktationen, så der på laktationsbasis anlås en besparelse på ca. 5 % på forbruget af fodertørstof. Når foderets N indhold reduceres i den sidste del af laktationen forventes der - set over hele laktationen - desuden en besparelse på ca. 3 % af foderets gennemsnitlige indhold af N. Disse effekter er dog ikke dokumenteret i forsøg, men skønnede blandt andet ud fra test i praksis af Bligaard og Strudsholm (2010) ligesom ved teknologi nr. 5.

Der skal anvendes én kraftfoderautomat pr. 25 køer til opstilling ude i køernes opholdsområde. Der er behov for 1-2 siloer til opbevaring af kraftfoder med en samlet kapacitet på op til 150 kg pr. ko. Desuden skal der til hver kraftfodertype anvendes en fodersnegl eller lignende, der kan transportere kraftfoderet til de opsatte kraftfoderautomater.

Anvendelse: Malkekøer.

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019).

Anvendelse i økologisk produktion: Ja, men effekten skønnes at være mere usikker end for konventionel produktion grundet krav om græsning.

Teknologi nr. 8: Overvågning af drøvtygning og brunst og sygdom ved hjælp af drøvtygger- og aktivitetsmålere

Beskrivelse: Drøvtyggermålerne består af en mikrofon i en lille boks (transponder), der monteres i en rem om koens hals. Mikrofonen registrerer de lyde, der kommer når koen tygger drøv. Transponderen med

indbygget mikrofon og aktivitetsmåler på koens hals registrerer og lagrer oplysninger om drøvtygningstid og aktivitet for det enkelte dyr.

Data sendes til en antenne i stalden og derfra til en PC. På PC'en findes software, der kan beregne, hvor lang tid dyrene tygger drøv. Drøvtygningstiden er en god indikator for dyrenes sundhed, idet foderoptagelsen og drøvtygningstiden hurtigt vil blive reduceret ved begyndende sygdom. Værdien af drøvtygningsmålingerne, er derfor, at dyrene kan tilses og evt. behandles, før de bliver alvorligt syge og får nedsat produktion. Dette betyder, at der er færre syge dyr i stalden, der ikke giver en produktion svarende til den mængde foder de æder.

Drøvtyggermåleren skal være kombineret med en aktivitetsmåler. Denne måler registrerer, hvor meget dyret bevæger sig. Ved væsentlig reduktion i mængden af aktivitet kan der ligesom ved reduceret drøvtygning gives en alarm om, at dyrets sundhed måske er påvirket, hvorved også denne funktion giver mulighed for tidlig indgriben ved sygdom.

Aktivitetsmåleren finder desuden de fleste køer i brunst, fordi køernes aktivitetsniveau stiger væsentligt ved brunst. Sikker observation af køer i brunst giver færre køer, der får for lange kælvningsintervaller. Derved bliver der færre køer med en lav ydelse sidst i laktationen, og derved vil en større andel af foderet gå til mælkeproduktion og en lavere andel til at dække køernes eget vedligeholdelsesbehov.

Når færre dyr i stalden præsterer dårligt pga. subklinisk sygdom, og når færre køer har lav ydelse pga. lange kælvningsintervaller, så kan en given mælkeproduktion nås med mindre foder. Der kan forventes en besparelse i foderforbruget på i størrelsesorden ca. 5 % af tørstof. Da køernes sundhed bliver overvåget er det relevant at reducere foderets proteinindhold, da den indlagte sikkerhedsmargen mht. til foderets proteinindhold kan reduceres, fordi eventuelle problemer vil blive afsløret. Der kan regnes med ca. 2 % mindre protein i foderet af denne årsag, dvs. 2 % mindre N. Disse effekter er dog ikke dokumenteret i forsøg.

Hvis der anvendes andre teknologiske løsninger, som ikke måler både aktivitet og ændret vomfunktion kan der ikke forventes en lige så stor effekt.

Anvendelse: Malkekøer.

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019). Manuel overvågning af sundhed og brunst.

Anvendelse i økologisk produktion: Ja.

Teknologi nr. 9: Udstyr til automatisk udfodring med fuldfoder til forskellige fodringshold

Beskrivelse: Automatisk fodring med fuldfoder kan dels give en forbedret næringsstofudnyttelse ved, at der laves hyppig udfodring, dels er der mulighed for, at der ligesom ved fasefodring kan fodres med en ration, der er tilpasset til køernes behov i forhold til ydelse og laktationsstadium. I besætninger med automatisk udfodring vil der være positiv effekt af hyppige udfodringer. Det gælder dels på fodertørstofforbruget, dels på protein-(N-) indholdet i foderet, da risikoen for varmt foder, hvor energien og proteinet nedbrydes minimeres. I en del besætninger er stalden indrettet, så der samtidigt kan hentes en effekt ved at fodre med rationer med forskelligt indhold af energi og protein til hold af køer, der er inddelt efter deres ydelse og laktationsstadium. Som gennemsnit for stalde med forskellig indretning anslås der en besparelse på ca. 5 % på forbruget af fodertørstof.

Det antages, at der desuden kan spares ca. 2 % på foderets gennemsnitlige indhold af N. Effekterne er dog ikke dokumenteret i forsøg. Besparelsen mht. forbruget af foder og foderets N-indhold er uafhængig af, hvilken teknologi, der anvendes til automatisk hyppig udfodring af fuldfoder.

Anvendelse: Malkekøer.

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 ved én gang daglig udfodring typisk af samme foderblanding til alle malkende køer.

Anvendelse i økologisk produktion: Ja, men effekten skønnes at være mere usikker end for konventionel produktion grundet krav om græsning.

Slagtekalve og småkalve

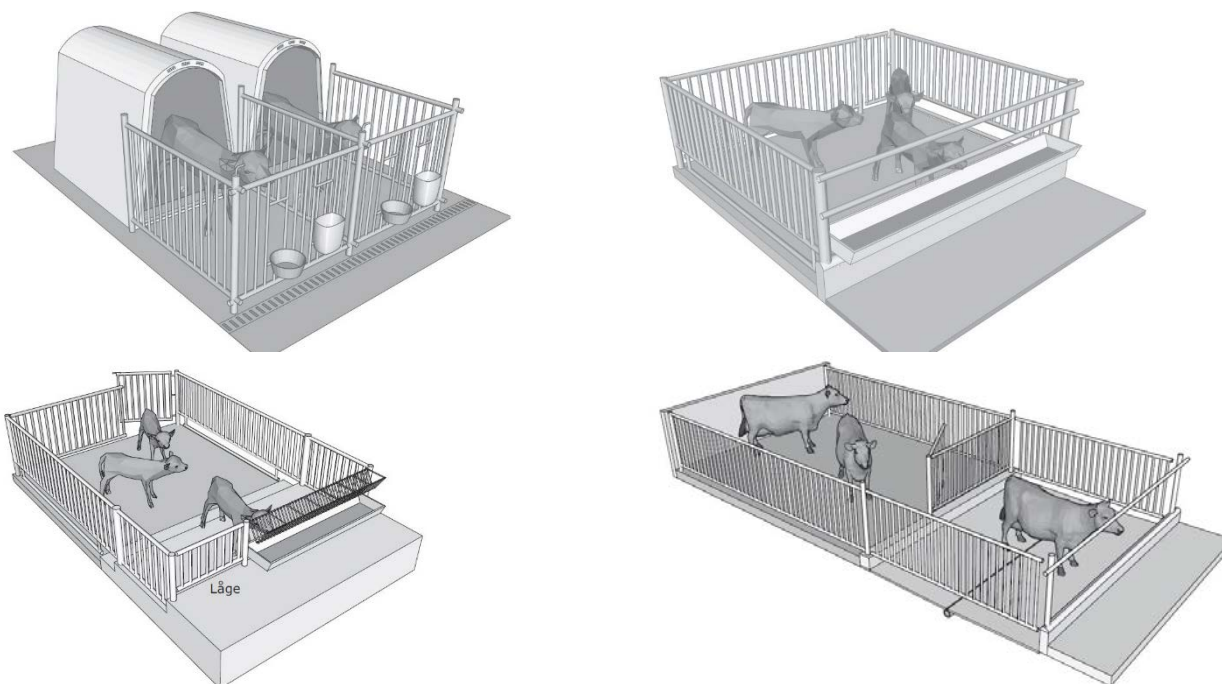
Stalde til slagtekalve omfatter dybstrøelsesbokse og sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl eller sengebåsestalde med fast drænet gulv, skraber og ajleafløb. Kalve fra fødsel til ca. 6 måneder opstaldes i dybstrøelsesbokse eller kalvehytter, der er forbundne med en standard-ammoniakemission på 0,84 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal (Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens bilag 3). Fra ca. 6 måneder til slagtning opstaldes slagtekalve i følgende staldtyper:

- A. Dybstrølesstald (flere varianter): 0,67 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal (reference),
- B. Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl: 0,91 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal,
- C. Sengebåsestald med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb: 0,70 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal.

Figur 6 viser eksempler på forskellige udformninger af dybstrølesstalde til slagtekalve og småkalve.

Sengebåsestalde har en højere standardammoniakemission sammenlignet med dybstrøelse per år per m² produktionsareal. Kombineret med ammoniakreducerende teknologi kan sengestaldene dog stadig bidrage til en positiv standardmiljøeffekt sammenlignet med dybstrølesstalde.

Da dybstrøelse kan benyttes både til småkalve (0 – ca. 6 mdr.) og til slagtekalve (6 mdr. til slagtning), mens sengebåsestalde udelukkende benyttes til slagtekalve over 6 måneder, vurderes staldtyper og miljøteknologier i det følgende udelukkende ved anvendelse af standardemissionsfaktoren for slagtekalve over 6 måneder som referenceværdi. For fodrings- og overvågningsteknologi er der beregnet en ammoniakreduktion i hele produktionsforløbet fra fødsel til slagtning.



Figur 6. Eksempler på dybstrøelsesstalde til slagtekalve og småkalve (ikke udtømmende). Øverst tv.: kalvehytter med dybstrøelse, øverst th.: fællesboks med dybstrøelse i hele arealet, nederst tv.: fællesboks med kort ædeplads og nederst th.: fællesboks med lang ædeplads. (Tegninger: Anonym, 2010).

Tabel 2 viser en oversigt over relevante staldtyper og miljøteknologier til slagtekalve og småkalve.

Tabel 2. Oversigt over miljøteknologier og deres dokumenterede eller forventede ammoniak-reducerende effekt i stalde til slagtekalve og småkalve.

Tekn. nr.	Navn på miljøteknologi	NH ₃ -reduktion		Anvendes i økologisk produktion (ja/nej)	Forventet levetid (år)
		0-6 mdr. (%)	6 mdr.-slagtning (%)		
10.	Gylleforsuring ¹	-	50	Nej	15
11.	Teltoverdækning til gylletanke ²	-	50	Ja	10
12.	Fasefodring med kraftfoder ³	9	15	Ja ⁴	12
13.	Udstyr til automatisk udfodring med fuldfoder til forskellige fodringshold ³	12	10	Ja ⁵	10
14.	Overvågning af drøvtygning og sygdom ³	12	10	Ja ⁴	10

¹Sammenlignet med sengestalde med spaltegulv og ringkanal, ²Sammenlignet med naturligt flydelag, ³Sammenlignet med fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019). ⁴ Teknologien har ingen effekt i perioder, hvor dyrene får al foder ved afgræsning. ⁵ Teknologien har reduceret effekt i perioder, hvor dyrene får al foder ved afgræsning.

Teknologi nr. 10: Gylleforsuring i sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl

Beskrivelse: Se teknologi nr. 3.

Anvendelse: Slagtekalve

Reference: Sengestald med ringkanal eller bagskyl.

Anvendelse i økologisk produktion: Nej.

Teknologi nr. 11: Teltoverdækning til gylletanke

Beskrivelse: Se teknologi nr. 4.

Standardmiljøeffekten ved teltoverdækning er beregnet til 0,058 kg NH₃-N/år per m² produktionsareal i stalden for slagtekalve (se Appendiks A for beregningsgrundlag).

Anvendelse: Slagtekalve

Reference: Gylletank med naturligt flydelag

Anvendelse i økologisk produktion: Ja.

Teknologi nr. 12: Fasefodring med kraftfoder

Beskrivelse: Ved slagtekalve kan der etableres to foderstrengte med kraftfoder med forskelligt indhold af energi og protein. Som for malkekøerne skal der købes 1-2 siloer til forskellige slags kraftfoder, med kapacitet på i alt 150 kg pr. kalv samt fodersnegle eller lignende der kan levere foderet rundt i stalden. Forholdet mellem de to blandinger kan gradvis tilpasses i hver boks, så den samlede ration passer til dyrenes behov gennem hele opvæksten fra 3 mdr. til slagtning, idet dyr på samme alder og med samme behov går i samme boks. Den gradvise tilpasning kan give en stor protein (N) besparelse i tildelt foder, fordi kalvenes behov for protein falder fra 19 % af fodertørstof til 13 % i løbet af perioden fra 3 mdr. indtil slagtning. Overskydende protein tildelt med foderet udskilles primært med urinen, hvilket er en energikrævende proces, så fodring med et lavere proteinniveau tilpasset behovet gennem opvæksten giver også et mindre forbrug af fodertørstof.

I de fleste besætninger anvendes kun to blandinger i perioden fra 3 mdr. til slagtning. I forhold til dette har fasefodring med kraftfoder en gunstig effekt på både kalvenes tilvækst, produktionsøkonomien og på et reduceret fodertørstof og næringsstofforbrug, fordi foderets N og P indhold løbende reduceres. Den største besparelse kommer i perioden fra 6 mdr. til slagtning, hvor der anslås en besparelse på ca. 5 % på fodertørstof og ca. 5 % på protein (N). Disse effekter er ikke dokumenteret i forsøg. I perioden indtil 6 mdr. kan der kun regnes med en halv så stor reduktion, fordi det foder der normalt anvendes passer bedre med kalvenes behov i denne periode.

Anvendelse: Slagtekalve og småkalve

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019) – typisk kun to blandinger i perioden fra 3 mdr. til slagtning.

Anvendelse i økologisk produktion: Ja, men teknologien har ingen effekt i perioder, hvor dyrene får al foder ved afgræsning.

Teknologi nr. 13: Udstyr til automatisk hyppig udfodring med fuldfoder

Beskrivelse: Automatisk hyppig udfodring med fuldfoder kan dels give en forbedret næringsstofudnyttelse ved, at der laves hyppig udfodring, dels er der mulighed for at der ligesom ved fasefodring kan fodres med en ration, der er tilpasset til slagtekalvenes behov igennem de forskellige faser af opvæksten. I alle besætninger med automatisk udfodring vil der være positiv effekt af hyppige udfodringer. Det gælder dels på fodertørstofforbruget, dels på proteinindholdet i foderet, da risikoen for varmt foder, hvor energien og proteinet nedbrydes minimeres. Der kan samtidigt hentes en effekt ved at fodre med 2 eller flere rationer med forskelligt indhold af energi og protein til 2 eller flere hold af kalve inddelt efter deres alder. Som gennemsnit anslås en besparelse på ca. 5 % på forbruget af fodertørstof. Der kan desuden anslås en besparelse ca. 2 % på foderets gennemsnitlige indhold af N. Disse effekter er dog ikke dokumenteret i forsøg. Besparelsen mht. forbruget af foder og foderets N-indhold er uafhængig af, hvilken teknologi, der anvendes til automatisk hyppig udfodring af fuldfoder

Anvendelse: slagtekalve og småkalve

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019) ved én gang daglig udfodring typisk af samme foderblanding til alle slagtekalve der får fuldfoder

Anvendelse i økologisk produktion: Ja, men teknologien har ingen effekt i perioder, hvor dyrene får al foder ved afgræsning. Teknologi nr. 14: Overvågning af drøvtygning og sygdom

Beskrivelse: Drøvtyggermålere kan også monteres på slagtekalve. Ligesom hos malkekøer er drøvtygningstiden en god indikator for dyrenes sundhed, idet foderoptagelsen og drøvtygningstiden hurtigt vil blive reduceret ved begyndende sygdom. Værdien af drøvtygningsmålingerne, er derfor at dyrene kan tilses og evt. behandles før de bliver klinisk syge og får nedsat produktion. Dette betyder, at der er færre syge dyr, der ikke har en tilvækst, der svarer til den mængde foder de æder. Slagtekalve opstaldes i hold af 20 – 35 kalve. Da kalvene er udsat for et fælles smittepres, og i det hele taget påvirkes af de samme faktorer, når de går i samme hold, så kan sundheden følges på en omkostningseffektiv måde ved bare at montere drøvtyggermålerne på 5-10 % af kalvene. Det vil være tilstrækkeligt til at fange epidemier af influenza og andre sygdomme.

Når færre dyr i stalden præsterer dårligt pga. subklinisk sygdom så kan en given tilvækst nås med mindre foder, fordi kalvene hurtigere når slagtevægten og dermed bruger foder til vedligehold i færre dage ligesom foderudnyttelsen i perioder med sygdom er væsentligt forringet. Der anslås en besparelse i foderforbruget på i størrelsesordenen 5 % af fodertørstof. Når slagtekalvenes sundhed bliver overvåget er det relevant, at reducere foderets proteinindhold, da den indlagte sikkerhedsmargen kan reduceres, fordi eventuelle problemer vil blive afsløret. Der kan regnes med ca. 2 % mindre protein i foderet af denne årsag, dvs. ca. 2 % mindre N. De anførte effekter er dog ikke dokumenteret i forsøg.

Anvendelse: Slagtekalve og småkalve

Reference: Fodersammensætning og foderforbrug som beskrevet i normtal for husdyrgødning 2019/20 (Lund et al., 2019). Manuel overvågning af sundhed.

Anvendelse i økologisk produktion: Ja, men teknologien har reduceret effekt i perioder, hvor dyrene får al foder ved afgræsning. Standardmiljøeffekt for stalde og miljøteknologier

Beregnete værdier for standardmiljøeffekt for kombinationer af stalde og miljøteknologier fremgår af Appendiks B: Tabel B1: malkekøer og kvier samt Tabel B2: slagtekalve og småkalve

Bemærkninger til SME-beregningerne

Ingen af teknologierne vedrørende fodring og overvågning/management (nr. 4 - 8 for malkekøer og nr. 11 – 13 for slagtekalve) kan kombineres, da det ikke er muligt at lave en forskningsbaseret beregning af kombinationseffekten. Der er derfor kun beregnet standardmiljøeffekt for kombinationer indeholdende én af disse teknologier.

Ved de øvrige kombinationer nedenfor er den beregnede standardmiljøeffekt mere usikkert bestemt end for den enkelte teknologi, da der ikke findes konkrete studier, der har undersøgt den samlede effekt, når teknologierne kombineres. Ud fra vores generelle viden er det dog forventningen, at effekten af kombineret af flere teknologier kan udledes ud fra de individuelle teknologiers egen effekt og virkemåde, hvilket er forudsætningen for de beregninger, der er vist herunder.

SME'er for stalde til malkekøer og kvier er beregnet ved at vægte individuelle SME'er for malkekøer og kvier henholdsvis 72 % og 28 %, som udtryk for arealfordelingen mellem malkekøer og kvier, idet det antages, at der er 0,8 kvie per malkeko i stalden, og at produktionsarealet per malkeko er 8,0 m² og 3,8 m² produktionsareal per kvie (jf. Kai og Adamsen, 2017).

Fagligt set burde stalde til slagtekalve opdeles i henholdsvis slagtekalve fra fødsel til ca. 6 måneder og fra ca. 6 måneder til slagtning, idet emissionsfaktorerne adskiller sig for de to kategorier jf. Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens bilag 3, ligesom effekten af fodrings- og overvågningsteknologi er lidt forskellig afhængig af alderen. Det er dog vurderet, at SME'erne ikke adskiller sig væsentligt fra hinanden, hvorfor standard-ammoniakemissionsfaktorer for slagtekalve over 6 måneder er benyttet som udtryk for EF_{ref}, mens reduktionseffekterne for så vidt angår dybstrøelse er beregnet på grundlag af hele vækstforløbet fra fødsel til slagtning.

Litteratur

Anonym (2010). Indretning af stalde til kvæg – Danske anbefalinger. 5. udgave. Dansk Landbrugsrådgivning. Videncentret for landbrug. 184 pp.

Kai, P. og A.P. Adamsen (2017). Fra produktionsbaseret til arealbaseret emissionsberegning. Del 2: Emissionsfaktorer. Technical Report Biological and Chemical Engineering, 6(12). <https://tidsskrift.dk/bce/article/view/25214>

Kai, P. (2018). Faglig vurdering af BAT-krav til sengebåsestalde efter fremkomst af ny viden. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 19 pp. [http://pure.au.dk/portal/da/persons/peter-kai\(7503d031-8020-](http://pure.au.dk/portal/da/persons/peter-kai(7503d031-8020-)

[4d17-ae34-c18e11bd8f15\)/publications/faglig-vurdering-af-batkrav-til-sengestalde-efter-fremkomst-af-ny-viden\(beae0b78-9d8a-4277-ba82-f43d1d1253c9\).html](https://doi.org/10.4171/ae34-c18e11bd8f15/publications/faglig-vurdering-af-batkrav-til-sengestalde-efter-fremkomst-af-ny-viden/beae0b78-9d8a-4277-ba82-f43d1d1253c9).html).

Kai, P., J.N. Sørensen, B. Melander, C.-O. Ottosen, C.F. Børsting, M.G. Bertelsen, K.K. Petersen, P.K. Jensen (2019). Faglig redegørelse vedrørende teknologiliste 2019 til brug i forbindelse med ordningen om tilskud til investeringer i nye miljøteknologier. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, 27.09.2019, 55 pp.

Lund, P., Hellwing, A.L.F., og Børsting, C.F. (eds.). Normtal for husdyrgødning – 2019, 38 sider. <http://anis.au.dk/normtal/>

Bligaard, H. B. og F. Strudsholm (2010). Højere N-udnyttelse hos malkekøer gennem fasefodring og ændret fodringsmanagement. Rapport fra Agrotech, 21 sider.

Appendiks A

Beregning af standardmiljøeffekt ved anvendelse af teltoverdækning til gylletanke.

	Gylle-produktion per årsdyr ab lager	Gylleareal i gylletank per årsdyr ved flydelag*	Gylleareal i gylletank per årsdyr ved teltoverdækning**,**	NH ₃ -emission fra gylletanke med naturligt flydelag	NH ₃ -emission fra gylletank med teltoverdækning	NH ₃ -emission fra gylletank med naturligt flydelag	NH ₃ -emission fra gylletank med teltoverdækning	Miljøeffekt	Produktionsareal stald***	Sparet NH ₃ -N ved teltoverdækning fordelt per m ² produktionsareal i stalden
	Tons/år	m ² /årsdyr	m ² /årsdyr	Kg NH ₃ -N/(år·m ²)	Kg NH ₃ -N/(år·m ²)	Kg NH ₃ -N/årsdyr	Kg NH ₃ -N/årsdyr	Kg NH ₃ -N/årsdyr	m ² /stiplads	Kg NH ₃ -N/(år·m ²)
Malkekøer	31,7	5,9	5,3	0,40	0,20	2,4	1,1	1,3	8,00	0,164
Kvier	6,44	1,2	1,1	0,40	0,20	0,48	0,22	0,27	3,82	0,070
Slagtekølve	5,7	1,1	1,0	0,40	0,20	0,43	0,19	0,24	4,07	0,058

* ved 4 meter væghøjde og 9 måneders lagring.

**Gyllemængden ab lager er korrigeret med 0,11 m³/m³ gylle som følge af bortledning af nedbør.

** Jævnfør Kai og Adamsen (2017).

Appendiks B.

Beregnet standardmiljøeffekt for kombinationer af staldd typer og miljøteknologier til henholdsvis malkekøer og kvier samt til slagtekalve. Alle arealer i nedenstående tabeller er produktionsarealer jf. Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens definition.

Tabel B1. Malkekøer og kvier											
Indsats- område 1	Indsats- område 2	Staldtype	Gylle- forsuring	Fase-fodring med fuldfoder baseret på måling af mælke- mængde	Fase-fodring med fuldfoder baseret på måling af mælkens sammen- sætning	Fase-fodring med kraft- foder	Over- vågning af drøv- tygning og brunst og sygdom	Udstyr til aut. ud- fodring med fuldfoder til forskellige fodrings- hold	Teltover- dækning	SME, (kg NH3- N/m ² produk- tionsareal)	Økologi (ja/nej)
1.1.1	2.1.1	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl							X	1,4	Ja
1.1.2	2.1.2	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl		X						1,8	Ja
1.1.3	2.1.3	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl			X					1,8	Ja
1.1.4	2.1.4	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl				X				1,4	Ja
1.1.5	2.1.5	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl					X			0,9	Ja
1.1.6	2.1.6	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl						X		0,9	Ja
1.1.7	2.1.7	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl		X					X	3,1	Ja
1.1.8	2.1.8	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl			X				X	3,1	Ja
1.1.9	2.1.9	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl				X			X	2,8	Ja
1.1.10	2.1.10	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl					X		X	2,3	Ja
1.1.11	2.1.11	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl						X	X	2,3	Ja
1.1.12	2.1.12	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X							8,7	nej
1.1.13	2.1.13	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X						X	10,1	nej
1.1.14	2.1.14	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X	X						9,1	nej
1.1.15	2.1.15	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X		X					9,1	nej
1.1.16	2.1.16	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X			X				9,1	nej
1.1.17	2.1.17	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X				X			8,9	nej

Tabel B1. Malkekøer og kvier

Indsats- område 1	Indsats- område 2	Staldtype	Gylle- forsuring	Fase-fodring med fuldfoder baseret på måling af mælke- mængde	Fase-fodring med fuldfoder baseret på måling af mælkens sammen- sætning	Fase-fodring med kraft- foder	Over- vågning af drøv- tygning og brunst og sygdom	Udstyr til aut. ud- fodring med fuldfoder til forskellige fodrings- hold	Teltover- dækning	SME, (kg NH3- N/m ² produk- tionsareal)	Økologi (ja/nej)
1.1.18	2.1.18	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X					X		8,9	nej
1.1.19	2.1.19	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X	X					X	10,5	nej
1.1.20	2.1.20	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X		X				X	10,5	nej
1.1.21	2.1.21	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X			X			X	10,4	nej
1.1.22	2.1.22	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X				X		X	10,3	nej
1.1.23	2.1.23	Sengebåsestald med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X					X	X	10,4	nej
1.2.1	2.2.1	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb							X	8,1	ja
1.2.2	2.2.2	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb		X						8,1	ja
1.2.3	2.2.3	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb			X					8,1	ja
1.2.4	2.2.4	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb				X				7,8	ja
1.2.5	2.2.5	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb					X			7,5	ja
1.2.6	2.2.6	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb						X		7,5	ja
1.2.7	2.2.7	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb		X					X	9,5	ja
1.2.8	2.2.8	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb			X				X	9,5	ja
1.2.9	2.2.9	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb				X			X	9,2	ja
1.2.10	2.2.10	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajleafløb					X		X	8,8	ja

Tabel B1. Malkekøer og kvier

Indsats- område 1	Indsats- område 2	Staldtype	Gylle- forsuring	Fase-fodring med fuldfoder baseret på måling af mælke- mængde	Fase-fodring med fuldfoder baseret på måling af mælkens sammen- sætning	Fase-fodring med kraft- foder	Over- vågning af drøv- tygning og brunst og sygdom	Udstyr til aut. ud- fodring med fuldfoder til forskellige fodrings- hold	Teltover- dækning	SME, (kg NH3- N/m ² produk- tionsareal)	Økologi (ja/nej)
1.2.11	2.2.11	Sengebåsestalde med fast drænet gulv med skraber og ajlefløb						X	X	8,8	ja
1.3.1	2.3.1	Dybstrøelse		X						9,3	ja
1.3.2	2.3.2	Dybstrøelse			X					9,3	ja
1.3.3	2.3.3	Dybstrøelse				X				9,0	ja
1.3.4	2.3.4	Dybstrøelse					X			8,7	ja
1.3.5	2.3.5	Dybstrøelse						X		8,7	ja

Tabel B2. Slagtekalve og småkalve

Indsats- område 3	Staldtype	Gylleforsuring	Fasefodring med kraftfoder	Udstyr til automatisk udfodring med fuldfoder til forskellige fodringshold	Overvågning af drøvtygning og brunst og sygdom	Teltoverdækning	SME, kg NH3-N/m ² produktionsareal	Økologi (ja/nej)
3.1.1.	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X					0,8	nej
3.1.2	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X				X	1,4	nej
3.1.3	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X	X				1,2	nej
3.1.4	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X		X			1,1	nej
3.1.5	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X			X		1,1	nej
3.1.6	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X	X			X	1,7	nej
3.1.7	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X		X		X	1,6	nej

Tabel B2. Slagtekalve og småkalve

Indsats- område 3	Staldtype	Gylleforsuring	Fasefodring med kraftfoder	Udstyr til automatisk udfodring med fuldfoder til forskellige fodringshold	Overvågning af drøvtygning og brunst og sygdom	Teltoverdækning	SME, kg NH3-N/m2 produktionsareal	Økologi (ja/nej)
3.1.8	Sengebåsestalde med spaltegulv og ringkanal eller bagskyl	X			X	X	1,6	nej
3.2.4	Sengebåsestald med fast drænet gulv, skraber og ajleafløb		X				0,3	ja
3.3.1	Sengebåsestald med fast drænet gulv, skraber og ajleafløb		X			X	0,9	ja
3.3.2	Sengebåsestald med fast drænet gulv, skraber og ajleafløb			X		X	1,8	ja
3.3.3	Sengebåsestald med fast drænet gulv, skraber og ajleafløb				X	X	1,8	ja
3.4.1	Dybstrøelse		X				1,0	ja
3.4.2	Dybstrøelse			X			0,7	ja
3.4.3	Dybstrøelse				X		0,7	ja