

Til Departementet i Miljøministeriet

**Revideret levering på bestillingen ”Vurdering af drivhusgasreduktioner og uddybet beskrivelse af en række konkrete klimavirkemidler til foder, stald og lager - 1.1 Hyppig udslusning”**

Departementet i Miljøministeriet (MIM) har i en bestilling sendt d. 24. september 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at *”levere en uddybet beskrivelse af seks konkrete virkemidler til reduktion af drivhusgasser, som både indeholder en beskrivelse af det praktiske og tekniske potentiale og tilknyttede kvantitative effekter”*. En af disse virkemidler er hyppig udslusning af gylle. Nedenstående besvarelse omhandler dette virkemiddel. De øvrige virkemidler vil blive beskrevet i to efterfølgende notater.

Der er indsendt et udkast til besvarelse til MIM d. 14. oktober 2020. Kommentarer fra MIM og forfatterens adressering af disse findes via følgende link <https://bit.ly/381tt7u>. Endeligt notat blev fremsendt 2. november 2020 sammen med disse adresseringer.

Den 11. november 2020 har MIM fremsendt en opfølgende bestilling til ovennævnte med formålet *”at levere effekter og forudsætningsdata til MFVM’s effektvurderinger af en række indsats-scenarier vedr. hyppig udslusning”*. Forfatterne har på baggrund af denne bestilling valgt at opdatere ovennævnte notat så besvarelse på tillægsbestillingen inkluderes.

Udkast til samlet besvarelse er sendt til MIM d. 4. december 2020. Herefter er der d. 10. december 2020 modtaget kommentarer fra MIM til besvarelsen. Disse kommentarer samt forfatterens adressering af disse kan ses via følgende link: <https://bit.ly/3hL6FvG>

Udover tilpasninger i udkastet på baggrund af kommentarerne har forfatterne fundet en fejl der medførte, at der for gylle, der ikke bliver bioforgasset, stadig blev medregnet en omsætning i biogasanlægget, således at den efterfølgende metanudledning blev underestimeret. Dette er rettet og der blev fremsendt en revideret besvarelse d. 5. januar 2021. Efterfølgende er der desværre fundet endnu et par fejl, som er rettet i nedenstående version og dermed erstatter den fremsendte version fra d. 5. januar. De fejl, der er rettet, vedrører HRT og kummeareal ved delvis fast gulv i Tabel 1. Der er også føjet lidt mere tekst til for at forklare forskellen i udledning i forhold til tidligere beregninger.





Besvarelsen er udarbejdet af Seniorforsker Anders Peter Adamsen, Seniorrådgiver Michael Jørgen Hansen og Seniorforsker Henrik Bjarne Møller, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet. Fagfællebedømmelse er foretaget af Professor Søren O. Petersen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og besvarelsen er revideret i lyset af hans kommentarer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet", "Ydelsesaftale Husdyrproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Klaus Horsted  
DCA-centerenheden

---

---

---

# Effekt af hyppig udslusning af gylle på metanproduktion

---

Af seniorforsker Anders Peter Adamsen, seniorrådgiver Michael J. Hansen og seniorforsker Henrik B. Møller, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

Fagfællebedømt af professor Søren O. Petersen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

## Baggrund

Hyppig udslusning af gylle fra stalde kan reducere produktion og udledning af metan fra stalde, idet mængden af organisk stof i gylle i stalden reduceres. En del af den metan, som ikke tabes i stalden, vil efterfølgende kunne tabes under lagring. Miljø- og Fødevareministeriets Departement har bedt om en vurdering af følgende i forhold til hyppig udslusning: (i) Hvad er den potentielle udslusningshyppighed for forskellige stalde til slagtesvin, søer og smågrise?; (ii) Effekt af hyppig udslusning på produktion af metan i stalde og lagre ved udslusninger hver 7. og 14. dag sammenlignet med en referencesituation, og (iii) Hvilke kvægstalde kan øge udslusningshyppigheden med en positiv effekt på metanproduktion?

## Besvarelse

Hyppig udslusning er en betegnelse for, at man i stalde med gylle i gyllekummer under gulvene sluser ud oftere end det er nødvendigt i forhold til gyllehøjde. Typisk vil man i svinestalde sluse ud når gyllen står 5 cm under spalteelementer. Hyppig udslusning har en gunstig effekt på produktion af lugt og metan, idet produktionen af disse især afhænger af opholdstid i gyllen, i modsætning til emission af ammoniak, der især afhænger af areal og forhold ved gyllens overflade.

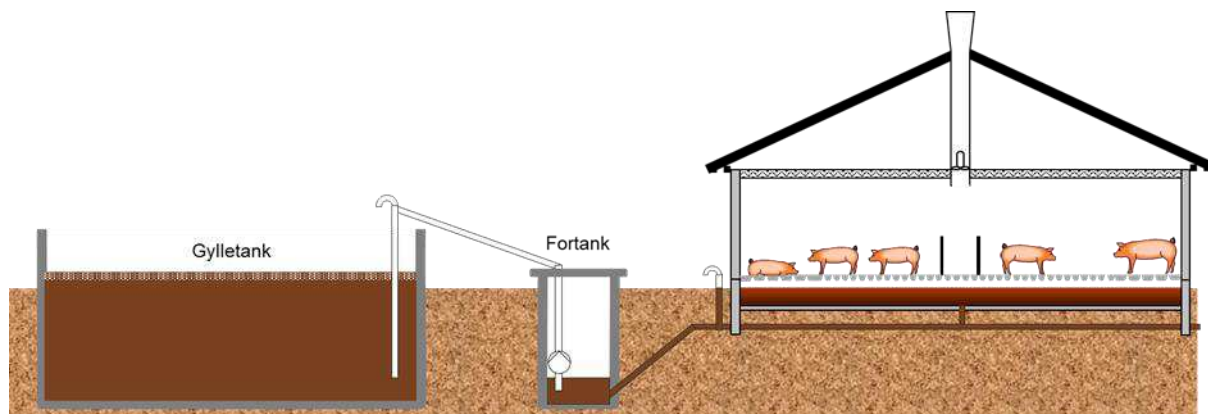
## Beskrivelse af teknologi

Vakuunudslusning eller rørudslusning er den mest udbredte udslusningsmetode i svinestalde med gyllebaserede gødningssystemer. Vakuunudslusning er udbredt i både stalde til slagtesvin, smågrise og søer. Ved vakuunudslusning udsluses gyllen fra en udslusningsåbning i stalden til en fortank, som er beliggende lavere end gyllekummen i stalden, se figur 1. Der findes andre typer af gyllebaserede gyllesystemer til svinestalde, se eksempelvis <https://svineproduktion.dk/Viden/I-stalden/Staldsystem/Goedning/Anlaeg>.

Den mest anvendte metode til hyppig udslusning er manuel udslusning, hvor man løfter en prop, hvorefter gyllen udsluses, men i nogle nyere stalde er der mulighed for automatisk udslusning ved brug af et spjæld. Anlæg med spjæld vil være opbygget med en kanal tilkoblet udslusningsåbningerne i stalden og med et spjæld i den ene ende, hvor gyllen udsluses til en samlekanal, der er forbundet til fortanken. Den manuelle udslusning kan praktiseres i både eksisterende og nye stalde, mens den automatiske udslusning er forbeholdt nye stalde. Den automatiske udslusning i nye staldsystemer kan også kombineres med eksempelvis tragtformede gyllesystemer (fx kummer fra Space System - Månegrisprojektet), hvor det er muligt at udsluse dagligt.

Linespilsanlæg er et gødningsystem, hvor gødningen ligeledes kan fjernes dagligt med en skraber i bunden af en gødningskanal. Linespil er mest udbredt i stalde til drægtige søer, hvor der anvendes større mængder halm, men vil også kunne anvendes i andre staldtyper.

Et andet forhold der bør overvejes i forhold til brugen af hyppig udslusning er antal og placering af udslusningssteder i staldene. Hvis udslusningsstedet dækker et større antal stier, vil der være risiko for ophobning af gødning i de områder, som er længst væk fra udslusningsstedet. Er dette tilfældet kan det være nødvendigt med længere tid mellem udslusningerne for at opnå en effektiv udslusning. Omvendt kan hyppig udslusning måske modvirke bundfældning af partikler i gylle, men dette er ikke nærmere undersøgt.



Figur 1. Principskitse af svinestald med tilhørende gyllesystem. Gyllen opsamles i gylle-kummer under spaltegulv i stalden. Fra stalden sluses gyllen ud til en fortank via et udslusningssted og et lukket rørsystem, og fra fortanken pumpes gyllen videre til gylletanken (Kilde: Peter Kai, Institut for Ingeniørvidenskab).

## Den potentielle udslusningshyppighed

Den potentielle udslusningshyppighed er baseret på de erfaringer der er fra forsøg med hyppig udslusning i forhold til lugtreduktion (Jonassen, 2013), InterMet-projektet (igangværende forsøg) samt foreløbige resultater (ikke publiceret) fra projektet "Rådgivningsordningen for biogasfællesanlæg og deres leverandører af gylle for at reducere gylles opholdstid i stalde og lagre 2018-2020". Det afgørende i forhold til at kunne udsluse gylle i stalde med vakuumudslusning er, at der er en tilstrækkelig gyllehøjde til at kunne give en vakuumeffekt, når gyllen sluses ud. Det vurderes, at der som minimum skal være ca. 10 cm gyllestand for at kunne opnå en tilfredsstillende vakuumudslusning. Med udgangspunkt i en gyllestand på 10 cm og ved anvendelse af Normtal for Husdyrgødning (Børsting et al., 2020) og Landsgennemsnit for Svin (Hansen, 2020) er der beregnet en potentiel udslusningshyppighed for forskellige svinestalde. For slagtesvin er der regnet med en produktionstid på 84 dage og for smågrise 54 dage. For diegivende søer er der regnet med, at de i gennemsnit opholder sig 38 dage i farestalden (7 dage før faring og 31 dages diegivning), og at der er 3 tomdage mellem hvert hold, og at de farer 2,26 gange om året. Resten af tiden er søerne i en løbe- og dræftighedsstald. Det er antaget, at der er 3 cm restgylle efter hver udslusning, som vil blive liggende på bunden af gyllekummen uden at løbe med ud. Ved at anvende Normtal for Husdyrgødning (Børsting et al., 2020) og data om fordøjeligheder for tørstof, produktion af urin og urintørstof fra den oprindelige rapport om Normtalssystemet (Poulsen et al., 2001) er produktion af fæces og urin beregnet. Ved at sammeholde med arealer per stiplads (Kai & Adamsen, 2017) og andel af stipladsen der har en gyllekumme, er produktion i gylle i cm per dage beregnet.

Dybden af gyllekummerne kan variere fra stald til stald og vil kunne findes i intervallet 40 til 60 cm. De fleste stalde siden 1990'erne har kummedybder på ca. 40 cm. Årsagen til den mindre kummedybde i nyere stalde skyldes hovedsagligt, at omkostningen til etablering af kummerne er lavere, men kan også skyldes, at der leveres til biogas, hvorved behovet for opbevaringsplads i stalden reduceres. Dybden af gyllekummerne er vigtig i beregningen af en referencesituation.

Tabel 1. Gylleproduktion, kummeareal i procent af stiplads, udbredelse af stalddypen i 2018, udslusningsinterval, gyllehøjde ved udslusning og beregnet HRT for smågris, slagtesvin og søer.

Dyretype	Staldtype	Gylleproduktion, cm/dag	Kummeareal, %	Udbredelse i følge DCE 2018, %	Udslusningsinterval, dage	Gyllehøjde ved udslusning, cm	Beregnet HRT, stald <sup>5</sup> , dage
Smågrise <sup>2</sup>	Drænet gulv & spalter (50/50)	0,63	100	19,2	54	36,8	31,8
					14	11,8	11,8
	Toklimastald, delvis spaltegulv	1,25	50	78,6	27	36,8	15,9
					14	20,5	9,4
7					11,8	5,9	
Slagtesvin <sup>1</sup>	Drænet gulv & spalter (33/67)	0,92	100	49,2	35	35,1	20,8
					14	15,8	10,3
					7	9,4	6,8
	Delvis spaltegulv, 25-49% fast gulv	1,22	75	38,3	26	34,7	15,5
					14	20,1	9,5
					7	11,5	6,0
	Delvis spaltegulv, 50-75% fast gulv	1,83	50	10,6	17	34,1	10,1
7					15,8	5,1	
Søer <sup>3</sup>	Farestald, kassestier, fuldspaltegulv	0,30	100	16,8	41	15,3	30,5
					14	7,2*	17,0
	Farestald, kassestier, delvis spaltegulv	0,60	50	83,3	41	27,7	25,5
					14	11,4	12,0
	Løbe- og drægtighedsstald, delvis spaltegulv <sup>4</sup>	1,05	39	89,7	30	34,6	17,9
					14	17,7	9,9
				7	10,4	6,4	

<sup>1</sup>Slagtesvinestalde med et produktionsareal på 0,65 m<sup>2</sup> per gris og en produktionstid på 84 dage.

<sup>2</sup>Smågrise-stalde med et produktionsareal på 0,3 m<sup>2</sup> per gris og en produktionstid på 54 dage.

<sup>3</sup>Kassestier med et produktionsareal på 4,9 m<sup>2</sup>.

<sup>4</sup>Drægtighedsstald med et produktionsareal på ca. 2,1 m<sup>2</sup>.

<sup>5</sup>HRT: Hydraulic Retention Time, gyllens gennemsnitslige alder.

\*Gyllehøjden er for lav til hyppig udslusning.

Potentiel udslusningshyppighed ved en gyllehøjde på 10 cm og en restgylle på 3 cm, kan beregnes som antal daglige gylleproduktioner der skal til for at producere 7 cm gylle. Ministeriet har ønsket en oversigt over effekt på produktionen af metan ved udslusning hver 7. og 14. dage, hvor det er muligt, sammenlignet med en referencesituation. I tabel 1 er der vist gylleproduktion (cm/dag),

kummeareal i procent af stiplads, udbredelse af staldtypen i 2018 (i procent), udslusningsinterval (antal dage), gyllehøjde ved udslusning (cm) og beregnet gennemsnitlig alder af gylle (hydraulisk opholdstid, HRT, i dage) for smågrise, slagtesvin og søer.

HRT beregnes for en reaktor med konstant tilførsel (Q) og volumen (V) samt god omrøring som (fx Henze et al., 2002):  $HRT = V/Q$ . Ved gyllesystemer varierer volumen, så der regnes med en middelhøjde baseret på en konstant daglig tilførsel. Det kan være en fordel at regne i gyllehøjde, da arealet af gyllekummerne er konstant.

Det kan ses af tabel 1, at i slagtesvine- og smågrisestalde er det muligt at nå en effekt af udslusning hver 7. og 14. dag under de givne forudsætninger. Det skal bemærkes, at den potentielle udslusningshyppighed for slagtesvin/smågrise er udregnet som et gennemsnit for perioden, da fyldningen per dag går hurtigere mod slutningen i forhold til starten af hvert hold. I farestalde er den potentielle udslusningshyppighed i forhold til en anslået produktionstid på 38 dage relativ høj, og særligt for stalde med fuldspaltegulv vil det kun være muligt, at udsluse én gang i løbet af holdet, og dette vil formentligt typisk være ved holdskifte. I drægtighedsstalder kan der opnås en forholdsvis hyppig udslusning af gylle, men ved anvendelse af linespilsanlæg kan der opnås en endnu hyppigere fjernelse af gødning sammenlignet med vakuumudslusning. Linespil kan ikke eftermonteres i en drægtighedsstald med vakuumudslusning, men i forbindelse med renovering af en stald vil det formentligt kunne implementeres. I drægtighedsstalder er der forskellige arealkrav afhængig af flokstørrelsen og dette vil også kunne påvirke størrelsen af gyllekummen og dermed fyldningen per dag og den potentielle udslusningshyppighed. Beregninger af gylleproduktion for søer er forbundet med en del usikkerhed. Dels kan stiplads- og kummearealer variere, dels er fordelingen af foder for en årssø mellem farestald samt løbe-drægtighedsstalder mere usikker, og endelig medgår foder og dermed produktion af fæces og urin for polte med i en årssø. Endelig er udskillelsen af urin beregnet ud fra relative grove skøn. Resultaterne for diegivende søer indikerer, at produktion af gylle er underestimeret i farestald. Eksempelvis har Seges rapporteret daglige produktioner på over 1 cm i en farestald (Granath, 2019), hvor produktion for en stald med delvis spaltegulv i vores beregninger kan give 0,6 cm gylle per dag.

De foreløbige resultater (ikke publiceret) fra projektet "Rådgivningsordningen for biogasfællesanlæg og deres leverandører af gylle for at reducere gylles opholdstid i stalde og lagre 2018-2020" viser, at der er et potentiale for at øge udslusningshyppigheden. I dette projekt er det blandt andet blevet vurderet af leverandører til biogasanlæg, hvor hyppigt de forventer at kunne udsluse gylle uden, at det giver tekniske problemer. Der er naturligvis en variation mellem leverandørerne af gylle, men generelt vurderes en gennemsnitlig gyllealder på 15,4 dage (hydraulisk opholdstid, HRT) i dag svarende til 30,8 dage mellem udslusninger, da gyllealderen er vurderet til halvdelen af tiden mellem udslusningerne (Dette gælder for gylle der kan sluses helt ud, men er ikke korrekt for gyllesystemer, hvor der er en større restmængde tilbage efter udslusning). Leverandørerne vurderer, at det er muligt i gennemsnit at udsluse med 21 dages mellemrum. Resultaterne fra projektet indikerer, at gyllealderen er lavere i dag (15,4 dage) end forudsat i Mikkelsen et al. (2016), hvor der antages en gyllealder på 22 dage. Til gengæld er leverandørernes vurdering af, hvor hyppigt der kan udsluses, noget lavere end den potentielle udslusningshyppighed. Dette kan skyldes en vis forsigtighed, da det er meget arbejdskrævende at rengøre kummer med ophobning af fast gødning.

## Beregning af metanproduktion for forskellige staldsystemer

Metanproduktionen for forskellige staldsystemer med gylle er beregnet ud fra en metode beskrevet af Sommer et al. (2004) og Petersen et al. (2016) og anvendt i Mikkelsen et al. (2016). Metanproduktionen i gyllen beskrives ved en såkaldt Arrhenius-funktion, hvor temperatur er en parameter. Produktionen beregnes dag for dag indtil den ønskede opholdstid er nået. Det skyldes, at der forbruges organisk stof ved dannelse af metan, således at mængden af organisk stof falder over tid (Dette er også grunden til ønsket fra biogasanlæg om at få så frisk gylle som muligt). Den resterende organiske stofmængde beregnes inde i stalden ud fra, at det antages, at der produceres 3 kuldioxidmolekyler for hver metanmolekyle. Metoden viser, at der er en stærk påvirkning af temperaturen. Således er den daglige produktion af metan på 5, 10, 15 og 20 °C henholdsvis 0,6; 1,1; 1,9; 3,4 g metan per kg nedbrydeligt organisk stof (degradable volatile solids,  $VS_d$ ). En temperaturstigning fra 18 til 20 °C giver alene en forøgelse i metanproduktionen på 20 %.

Beregningen er lavet ved, at man følger produktionen af metan for 1 kg frisk udskilt organisk stof indtil det sluses ud af stald og fortanke, eller gylletanken tømmes.

Udskilt frisk organisk stof fra svin til gødning er beregnet for svin som foderindtag i tørstof ganget med ufordøjeligt foderstof i procent. Da der udskilles tørstof i urin (2 %, Poulsen et al., 2001), så regnes alt tørstof i fæces som organisk stof. Der er typisk omkring 20 % salte og andet ikke-organisk stof i tørstoffet i gylle, hvilket svarer nogenlunde til urin-tørstoffdelen.

Det regnes også lidt forsimplet med at en foderenhed for svin svarer til 0,85 kg tørstof. Der ses bort fra strøelse, da det betragtes som svært nedbrydeligt. Der ses også bort fra foderspild, som beregnes som indtaget foder. Arrhenius-modellen skelner mellem nedbrydeligt organisk stof ( $VS_d$ ) og svært nedbrydeligt organisk stof (non-degradable volatile solids,  $VS_{nd}$ ). Der er på baggrund af en fitting på data af nedbrydning af  $VS_d$  regnet med, at 70 % af det udskilte organiske materiale er nedbrydeligt.

For en diskussion af Arrhenius-modellens forudsætninger og usikkerheder, henvises til Olesen et al. (2020).

I det følgende regnes der med en gennemsnitlig gyllevolumen eller -højde. Forskellen på HRT er størst ved hyppig udslusning, hvor restgyllen på 3 cm ved en gyllehøjde til 10 cm er relativt større end ved højere gyllehøjder. Restgyllen er vigtig, idet den udover at tage plads, pøder den friske gylle med metandannende bakterier.

Metanproduktion (og udledning) er vist i tabel 2 for stalde og lagre uden bioforgasning, samt for stalde med afleveringstanke (2 dage) og lagre med afgasset gylle. Enheden er ton gylle ab stald, så ved opbevaring i åbne gylletanke, vil der være et bidrag af regnvand (5 - 10%)

Tabel 2. Metanudledning fra stalde, lager og i alt for ubehandlet gylle samt fra stald og afhentningstanke, lager af afgasset gylle og i alt. Der er regnet med en maksimal gyllehøjde på ca. 35 cm, og at der altid står 3 cm restgylle tilbage efter udslusning.

Dyretype	Staldtype	Udslusningsinterval, dage	CH <sub>4</sub> -udledning (kg/t gylle) <sup>1</sup>						
			Ubehandlet			Biogas <sup>2</sup>			
			Stald	Lager	I alt	Stald & afhentningstanke	Lager	I alt	
Smågrise	Drænet gulv & spalter (50/50)	54	2,8	1,9	4,7	2,9	0,1	3,0	
		14	1,2	2,4	3,7	1,4	0,1	1,6	
	Toklimastald, delvis spaltegulv	27	1,6	2,3	3,9	1,8	0,1	1,9	
		14	1,0	2,5	3,5	1,2	0,1	1,4	
		7	0,7	2,6	3,3	0,9	0,2	1,0	
	Slagtesvin	Drænet gulv & spalter (33/67)	35	2,3	2,5	4,8	2,5	0,1	2,6
14			1,3	2,8	4,1	1,5	0,2	1,7	
7			0,9	3,0	3,8	1,1	0,2	1,3	
Delvis spaltegulv, 25-49% fast gulv		26	1,8	2,7	4,5	2,0	0,2	2,2	
		14	1,2	2,9	4,0	1,4	0,2	1,6	
		7	0,8	3,0	3,8	1,0	0,2	1,2	
Delvis spaltegulv, 50-75% fast gulv		17	1,3	2,8	4,1	1,5	0,2	1,6	
		7	0,7	3,0	3,7	0,9	0,2	1,1	
Søer		Farestald, kassestier, fuldspaltegulv	41	2,5	1,8	4,3	2,6	0,1	2,7
			14*	1,6	2,1	3,7	1,7	0,1	1,8
	Farestald, kassestier, delvis spaltegulv	41	2,2	1,9	4,1	2,3	0,1	2,4	
		14	1,2	2,2	3,4	1,3	0,1	1,5	
	Løbe- og drægtighedsstald, delvis spaltegulv	30	2,2	2,7	4,9	2,4	0,2	2,5	
		14	1,3	3,0	4,3	1,5	0,2	1,7	
		7	0,9	3,2	4,0	1,1	0,2	1,3	

<sup>1</sup>Baseret på ton gylle ab stald. Ved opbevaring i åbne gylletanke vil regnvand kunne bidrage med 5 - 10%.

<sup>2</sup>Ved levering til biogas er indregnet en leveringstank med gennemsnitlig opholdstid på 2 dage (HRT) ved samme temperatur som i stalden. Det er meget forskellig fra stald til stald, men er medtaget for at vise betydningen, især ved hyppig udslusning.

\*Der er ikke gylle nok til at praktisere hyppig udslusning, se tabel 1.

## Metanproduktionen fra gylletanke

Den andel af nedbrydeligt organisk stof, der ikke omsættes i stald og fortanke, vil kunne nedbrydes under lagringen. Arrhenius-modellen forudsiger dannelsen af metan ud fra temperatur og omsætning af organisk materiale. Forskellen fra lagre i forhold til stalde er især, at der anvendes parametre i Arrhenius-modellen for organisk stof, som ikke er delt op på nedbrydeligt og ikke-nedbrydeligt organisk stof (VS<sub>d</sub> og VS<sub>nd</sub>). Ved at iterere over tidsstep fås en produktion over længere tid. I stalde og fortanke bruges parametre målt på gylle under forskellige temperaturer (Petersen et al., 2016). Til beregning af udledning fra gylletanke bruges en modificeret version beskrevet i Olesen et al. (2020) med parametre bestemt fra gylletanke målt over flere årstider.



Ganske få undersøgelser ligger til grund for beregningen af parametrene, så metanproduktionen fra gylletanke er mere usikre end fra stalde.

Metanproduktionen i gylletanke kan være højere om efteråret end modellen forudsiger (Baldé et al., 2016). Det kan skyldes, at der over sommeren er opbygget en høj population af metandannende bakterier, som over efteråret lettere kan omsætte organisk stof, men som har sværere ved at producere om vinteren, og kommer langsommere i gang igen om foråret.

Det bør dog understreges, at metanproduktionen er baseret på beregnede værdier, og i praksis kan der være andre forhold, som gør, at det ikke er muligt at opnå disse effekter. Eksempelvis at nye stalde typisk har mindre kummedybde end tidligere. En mindre kummedybde vil betyde, at der vil blive udsluset hyppigere i referencen, og dermed reduceres den procentvise reduktionseffekt af hyppig udslusning sammenlignet med referencen. Endvidere vil mængden af restgylle, samt aktiviteten af metandannende bakterier i dette efter udslusning, have betydning for hvor hurtigt metan vil dannes i stalden. Dette undersøges for tiden i flere projekter. Endelig bør det understreges, at de anvendte parametre i modellen ikke skelner mellem forskellige typer af svinegylle, men tager udgangspunkt i en gennemsnitsgylle.

### Hvilke kvægstaldtyper kan øge udslusningshyppigheden

Det mest almindelige gyllesystem i kvægstalde er ringkanalsystemet. I ringkanalsystemet sættes gyllen under spalterne dagligt i bevægelse ved hjælp af en pumpe placeret i en eller flere udendørs omrørerbrønde. I begge ender af omrørerbrønden placeres en vandlås for at undgå, at gyllegasser siver ind i staldrummet, men i stedet frigives udendørs. Vandlåsen gør, at der altid skal være en hvis mængde gylle i stalden og som regel anbefales det at lave vandlås-systemet, så der altid som minimum er 40 cm gylle i stalden. Det er samtidig en anbefaling, at der er minimum 40 cm mellem spaltegulvet og gylleoverfladen for at undgå, at gyllegasser trænger op gennem spalterne ved omrøring. Gyllekummer må maksimalt være 120 cm dybe og dette betyder, at det er muligt at variere gyllehøjden mellem 40 og 80 cm. I praksis vil intervallet formentligt være mindre for at undgå risiko for gyllegasser og opbygning af flydelag. På grund af behovet for en minimumsgyllestand er det, sammenlignet med svinestalde, ikke muligt at opnå en lav HRT i kvægstalde med ringkanalsystem. Men det skal understreges, at der ikke er meget viden om, hvad der rent faktisk vil ske hvis man tømte en kvægstald med ringkanal ugentligt. Princippet i ringkanalsystemet er jo netop, at der altid er en vis mængde gylle til stede.

Andre typer kvægstalde med fast gulv og skraber eller fast drænet gulv med ajlefløb vil have en hurtigere udslusning. Men urin og gødning vil ofte blive ført til en tværgang, som kan være med gylle og en ringkanallignende opbygning. Det kan også være tværgange med skrabere eller linespil, hvor gødningen kan fjernes dagligt eller oftere. Disse stalde vil alt andet lige udlede markant mindre metan end ringkanalanlæg.

### Hvilke stalde vil kunne praktisere hyppig udslusning?

Alle stalde med gyllesystemer og fordeling af udslusningssteder som anbefalet af Seges vil kunne praktisere hyppig udslusning, hvis gylleproduktion for et hold overstiger 10 cm.

Nye stalde med V-formede kummer, render eller tragte vil kunne anvende hyppig udslusning lidt afhængig af design.

## Sammenligning med DCE's vurdering af metanproduktion

I Mikkelsen et al. (2016) er der beregnet metanproduktioner fra stald og lagre ud fra Arrhenius-modellen. De regner med længere opholdstider end i dette arbejde, da gyllekummerne tidligere var dybere. Der er tillige beregnet metanproduktion ud fra en vægtet fordeling for søer, smågrise og slagtesvin (Mikkelsen et al., 2016) og som en vægtet produktion per ton gylle ud fra en vægtning af mængder af gylle (herunder at der eksporteres smågrise i et større omfang). I dette notat er beregninger lavet for de enkelte dyregrupper og staldtyper, men et vægtet gennemsnit vil kunne findes ved at vægte med udbredelsen af de respektive staldsystemer samt fordeling af dyregrupper (søer, smågrise og slagtegrise), hvis man tager i betragtning at en del smågrise eksporteres.

I dette notat er der som noget nyt beregnet produktionen af organisk stof ud fra fodermængder og fordøjeligheder. Dette er sket fordi der som vist i tabel 2 hurtigt kan omsættes organisk stof i gyllen i stalde til dannelse af metan.

En anden ændring er, at der for gylle i DCE's vurdering er regnet med flere udkørsler hen over sommeren. Dette vil generelt være korrekt for kvæggylle, men for svinegylle bliver langt hovedparten bragt ud om foråret og en mindre andel i august måned. Det betyder, at svinegylle opbevares længere end kvæggylle. Såfremt svinegylle bringes ud i april måned og løbende hen over sommeren med en HRT på 30 dage i stedet for én gang om året, vil metanudledning ifølge vores beregning falde med ca. 45%. Vores beregninger er lavet på gylle ab stald, så der er ikke regnet med bidrag fra regn i gylletanke.

## Afslutning

Det er vigtigt at bemærke, at dette notat er baseret på en lang række antagelser og anvendelse af en model, og at de nævnte metanproduktioner fra stald og lagre er relativt usikre. Der er flere forskningsprojekter i gang til at belyse effekterne ved hyppig udslusning, så der er bedre data på vej. Men de relative reduktionseffekter er mere sikre og kan godt anvendes i en indledende vurdering af hyppig udslusning fra stalde.

## Referencer

Baldé, H., VanderZaag, A.C., Burt, S., Evans, L., Wagner-Riddle, C., Desjardins, R.L. & MacDonald, J.D. 2016. Measured versus modeled methane emissions from separated liquid dairy manure show large model underestimates. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 261-270. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.016>.

Børsting, C.F., Hellwing, A.L.F. & Lund, P. 2020. Normtal for husdyrgødning – 2020. <http://anis.au.dk/normtal/>

Granath, S.W.Y. 2019. Hyppig gylleudslusning med vandtilsætning til gyllekummen i forestalde. SEGES Svineproduktion, meddelelse 1189.

Hansen, C. 2020. Landsgennemsnit for produktivitet i produktionen af grise i 2019. Notat nr. 2014, SEGES Svineproduktion.

Henze, M., Harremoës, P., la Cour Jansen, J., & Arvin, E. 2002. Wastewater treatment. Biological and chemical processen. 3. udgave. Springer-Verlag.

Jonassen, K. 2013. Hyppig udslusning i slagtesvinebesætning med henblik på reduceret lugtemission. Erfaring Nr. 1321, SEGES Svineproduktion.

Kai, P. & Adamsen, A.P. 2017. Fra produktionsbaseret til arealbaseret emissionsberegning. Del 2: Emissionsfaktorer. Technical Report BCE-TR-12, Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab.

Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R. & Gyldenkerne, S. 2016. Biogasproduktions konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget. DCE rapport nr. 197, Aarhus Universitet.

Olesen, J. E., Petersen, S. O., Sørensen, P., Nyord, T., & Sommer, S. G. 2020. Bæredygtig biogas - klima- og miljøeffekter af biogasproduktion. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug,. DCA rapport, Nr. 175 <https://dca.pub.au.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&id=1454>

Petersen, S. O., Olsen, A. B., Elsgaard, L., Triolo, J. M., & Sommer, S. G. 2016. Estimation of Methane Emissions from Slurry Pits below Pig and Cattle Confinements. P L o S One, 11(8), [e0160968]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160968>

Poulsen, H. D., Børsting, C. F., Rom, H. B., & Sommer, S. G. (2001). Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning - normtal 2000.