

# Input til udledningspostnotat om håndtering af gødning fra svin i stald og lager

---

Rådgivningsnotat fra DCA – National Center for Fødevarer og Jordbrug

Af Rikke Albrechtsen<sup>1</sup>, Anders Peter Adamsen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut for Miljøvidenskab, <sup>2</sup>Institut for Bio- og Kemiteknologi

# Datablad

---

Titel:	Input til udledningspostnotat om håndtering af gødning fra svin i stald og lager
Forfattere:	Akademisk medarbejder Rikke Albrektsen, Institut for Miljøvidenskab, AU, Seniorforsker Anders Peter Adamsen, Institut for Bio- og Kemiteknologi
Fagfællebedømmelse:	Chefkonsulent Ole-Kenneth Nielsen, Institut for Miljøvidenskab, AU, Post-doc Frederik Rask Dalby, Institut for Bio- og Kemiteknologi, AU
Kvalitetssikring, DCA:	Chefkonsulent Klaus Horsted, DCA Centerenheden, AU
Rekvirent:	Landbrugsstyrelsen, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM)
Dato for bestilling/levering:	15.03.2023 / 01.05.2023
Journalnummer:	2023-0502344
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og Aarhus Universitet under "Ydelsesaftale Husdyrproduktion 2023-2026".
Ekstern kommentering:	Nej
Eksterne bidrag:	Nej
Kommentarer til bestilling:	Bestillingen af en af fem bestillinger fremsendt af Landbrugsstyrelsen til AU, hvor Landbrugsstyrelsen ønsker input til beregning af drivhusgasudledninger.
Kommentarer til besvarelse:	Nærværende besvarelse er en kommentering på et notat udarbejdet af Landbrugsstyrelsen (vedlagt som bilag), samt en besvarelse af tilhørende spørgsmål stillet af Landbrugsstyrelsen. Besvarelsen kan ikke sidestilles med en fagfællebedømmelse, se yderligere under "Baggrund" og "Besvarelse" nedenfor.
Citeres som:	Albrektsen, R., Adamsen A.P. 2023. Input til udledningspostnotat om håndtering af gødning fra svin i stald og lager. 10 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 1. maj 2023.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på <a href="https://dca.au.dk/raadgivning/">https://dca.au.dk/raadgivning/</a>

# Baggrund

Nedenstående besvarelse er udarbejdet på baggrund af en bestilling modtaget fra Landbrugsstyrelsen til DCA- Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug ved Aarhus Universitet d. 22. marts 2023. Opgaven er knyttet til fire andre bestillinger bestilt i perioden fra d. 15. marts 2023 til 28. marts 2023. De fem bestillinger har følgende titler:

Input til udledningspostnotat om malkekvægs fordøjelse  
Input til udledningspostnotat om svins gødning i stald og lager  
Input til udledningspostnotat om gødskning af marker  
Input til udledningspostnotat om kulstofrige jorde  
Input til udledningspostnotat om lattergas fra nedbrydning af planterester

Bestillingerne skal tjene som indledende øvelse til et større arbejde med identifikation og beskrivelse af mulige beregninger af bedriftsspecifikke udledninger.

I samtlige bestillinger indgår et notat fra Landbrugsstyrelsen, og i besvarelsen ønskes en kommentering og evt. forslag til forbedring af den faglige forståelse beskrevet i LBST-notatet af beregningsmetoden i den nationale emissionsopgørelse og mulighederne for en større målretning af opgørelsesmetoderne mod mere bedriftsnære opgørelser, der f.eks. indregner flere virkemidler og bedriftsspecifikke forhold.

Der ønskes således input til 1) hvorvidt den faglige forståelse i notatet er korrekt, herunder forslag til konkrete justeringer, 2) hvorvidt der er væsentlige nuancer som bør uddybes, herunder konkrete tekstforslag, 3) hvorvidt oversigt over virkemidler er fyldestgørende såvel som korrekt beskrevet, herunder input til evt. yderligere virkemidler, 4) hvorvidt AU ser yderligere forbedringsmuligheder som ikke allerede er beskrevet i notatet og 5) om oversigt over igangværende forskningsprojekter er fyldestgørende og korrekt beskrevet, herunder fremhævnin g af evt. yderligere forskningsprojekter som LBST ikke allerede er orienteret om.

Endvidere ønskes følgende konkrete input:

- Linje 129: Uddybning af hvordan den anvendte emissionsfaktor er tilpasset for gylle
- Afsnit 2.1, s. 7: Alternative beregningsmodeller, som kan bringes i anvendelse på bedriftsniveau – kort redegørelse
- Afsnit 2.2, s. 7: Oversigt over yderligere aktivitetsdata, som kan være relevant at indhente fra bedrifterne set ift. det nuværende aktivitetsdatagrundlag?
- • Tabel 1.5 (s. 6-7) og tabel 2.1 (s. 7-9): Uddybende redegørelse af hvordan virkemidler i tabel 1.5 opgøres i NIR, samt afklaring af hvorvidt virkemidler i tabel 2.1 allerede opgøres i NIR – i så fald med uddybende redegørelse af hvordan de opgøres i NIR. Der er generelt behov for et kvalitetstjek af tabel 2.1, herunder perspektivering til evt. alternative beregningsmodeller, jf. kolonnen "kan effekten indregnes i evt. alternative beregninger?"

# Besvarelse

AU har ikke foretaget beregninger endsige efterprøvet Landbrugsstyrelsens beregninger. AU's input består alene af nærværende besvarelse, og AU har ingen indflydelse på hvordan og i hvilket omfang Landbrugsstyrelsen vælger at inddrage disse input i deres notater. Endelig kan AUs input via nedenstående besvarelse heller ikke tolkes derhen, at AU dermed godkender rigtigheden af de ikke kommenterede dele af Landbrugsstyrelsens notater. AU er således ikke fagfællebedømmer på notaterne.

I besvarelsen henvises til linjenumre, der fremgår af LBSTs udledningspostnotat, vedlagt som bilag.

## Generelle kommentarer:

Det er angivet, som om der i de nationale emissionsopgørelser regnes på gennemsnitsværdier for svin, dette er ikke tilfældet, der regnes på detaljeret niveau af dyretype, staldtype og gødningstype, som angivet i AUs normtal. Dog er der regnet med en gennemsnitlig temperatur og opholdstid af gylle. I NIR er der dog angivet gennemsnitsværdier samlet for svin, da grupperingen i afrapporteringen til FN er svin samlet.

## Kommentarer til hovedteksten:

Linje 0 (indledningstabel):

### **Kort beskrivelse af udledningskilde:**

Ammoniak bør også nævnes, da det også er en indirekte kilde til lattergas.

### **Nuværende beregning**

*Punkt 5:* Der er nævnt at CHR (Centrale HusdyrbrugsRegister) bruges som input til antallet af dyr i emissionsopgørelserne. Dette er ikke korrekt, da der anvendes data fra Danmarks Statistik i de nationale emissionsopgørelser. Forslag til omskrivning af punktet:

"Som input til beregningerne anvendes oplysninger fra Danmarks Statistik om antallet af dyr samt indberetninger om staldd typer fra gødningsregnskaberne og anvendte normtal for udskillelse af kg N pr. dyr pr. år."

*Punkt 6:* Her kan nævnes en række af de teknologier, der er beskrevet i seneste klimavirkemiddelkatalog.

Linje 7-8: Sætningen "Beregningsmetoden er grundlæggende den samme for alle dyretyper, men nogle af værdierne for parametrene afhænger af dyretype eller gødningstype." giver ikke helt mening – hvad er det der skal fortælles med denne sætning?

Linje 10: For smågrise og slagtesvin skal der også regnes antal hold per år med i beregningen. Dyr på stald giver et øjebliksbillede af antal dyr, men ikke i antal producerede dyr per år.

Linje 26:  $B_0$  er den potentielle metanproduktion. Man kan også tale om en ultimativ eller maksimal metanproduktion som beregnes ud fra Buswells-formel (Symons & Buswell, 1933).

Linje 27: der skal ikke være punktum efter kg.

Linje 31-32: VS af tørstof er ikke baseret på det danske normtalsystem, men på kilden Sommer et al. (2013).

Linje 37: Når der kun regnes for dyr på stald, kan udtrykket reduceres og da mængden af strøelse i tabel 1.1 er angivet per år, bør formelen rettes til:

$$VS = m \times DM_m \times VS_{DM} + s \times DM_s \times (1 - \% \text{ aske}/100)$$

Linje 41-44: Dette giver ikke helt mening. Hvordan er de 0,156 regnet, hvad er enheden? Er væsentlig anderledes end EF givet i tabel 1.1, som er angivet til 3,39.

Linje 50-51 (tabel 1.1): Der bør være en kommentar om at en række af disse parametre varierer fra år til år og kildeangivelse med hvilket år, der er opgivet tal for i tabellen. Der bør ensrettes om der står enheder i kolonnen "betydning" eller i "numerisk værdi".

## Betydning

*EF CH<sub>4</sub>*: Enheden bør angives – kg CH<sub>4</sub> per dyr per år (gennemsnit for svin samlet).

## Numerisk værdi

*DM<sub>m</sub>*: Værdien varierer mellem 2-30%. Følgende sætning er ikke rigtig: "I NIR anvendes et vægtet gennemsnit". Beregningerne i de nationale emissionsopgørelser er beregnet på detaljeret niveau for dyretype, stalddtype og gødningstype. Sætningen bør slettes.

*EF CH<sub>4</sub>*: MCF er opdateret i NIR 2023, både for flydende og fast gødning. Brug komma og ikke punktum i tallene. Det er ugennemskueligt at bruge en gennemsnitstal på tværs af alle dyretyper. Dels eksporteres der smågrise, og dels regnes der med forskellige EF for de enkelte dyretyper.

*N<sub>dyr</sub>*: CHR giver vel kun et øjebliksbillede af dyrestanden.

*M*: Følgende sætning er ikke rigtig: "I NIR anvendes et vægtet gennemsnit". Beregningerne i de nationale emissionsopgørelser er beregnet på detaljeret niveau for dyretype, stalddtype og gødningstype. Sætningen bør slettes.

*VS*: Slagtesvin – denne værdi var desværre behæftet med en fejl i NIR 2022, så kan rettes til 0,09 kg per dyr per dag.

Ved beregning af udskilt VS af dyr giver Normtallene følgende værdier:

Søer: 141 kg VS per so per år fordelt på farestalde og løbe-drægtighedsstalde

Smågrise: 6,0 hold per år · 5,4 kg VS per svin = 32 kg VS per stiplads per år

Slagtesvin: 3,7 svin per stiplads per år · 33 kg VS per svin = 122 kg per stiplads per år.

Data om antal producerede dyr per stiplads per år findes i 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

Linje 54-55: Mængde af gødning, tørstofindhold af gødning og mængde af strøelse brugt i de nationale emissionsopgørelser kommer fra normtalssystemet.

Linje 56-60: MCF er opdateret væsentligt i NIR 2023. Måske der bør stå en beskrivelse af den nationale estimerede MCF for flydende svinegødning, da der her indgår temperatur på gødningen i stald og lager, samt opholdstid, som kunne være nogle af de parametre, der kan variere betydeligt på bedriftsniveau og har væsentlig betydning for emissionen.

Linje 63-64: Som for linje 7-8: Sætningen "Beregningsmetoden er grundlæggende den samme for alle dyretyper, men nogle af værdierne for parametrene afhænger af dyretype eller gødningstype." giver ikke helt mening – hvad er det der skal fortælles med denne?

Linje 77: Der er en parentes for meget for enden af ligningen.

Linje 79-80 (tabel 1.2): **Numerisk værdi**

*Antal dyr(T)*: I forhold til antal dyr på bedrift niveau kan disse oplysninger også findes i gødningsregnskabet

*Nex(T)*: Er i emissionsopgørelserne opdelt på søer, smågrise og slagtesvin, ikke gennemsnit for alle svin.

Linje 83-84: N-udskillelsen, der bruges i emissionsopgørelserne, er opdelt på søer, smågrise og slagtesvin, men i NIR opgivet som et samlet gennemsnit, da grupperingen i afrapporteringen til FN er svin samlet.

Linje 88-90: Bør rettes til:

Gylle	0,00475 kg N <sub>2</sub> O-N pr. kg Nex
Bioforgasset gylle	0,0006 kg N <sub>2</sub> O-N pr. kg Nex
Ajle	0,005 kg N <sub>2</sub> O-N pr. kg Nex
Staldgødning	0,005 kg N <sub>2</sub> O-N pr. kg Nex
Dybstrøelse	0,07 kg N <sub>2</sub> O-N pr. kg Nex

Linje 92-93: Bør rettes til: "Data om dyrenes fordeling på staldd typer fås fra gødningsregnskaberne (Landbrugsstyrelsen) og andelen af gødningstyperne kommer af staldd typefordelingen kombineret med fordeling af gødningen fra normtallene."

Linje 101: I de nationale emissionsopgørelser er beregningen af indirekte N<sub>2</sub>O koblet sammen med emissionsopgørelserne for luftforurening af NH<sub>3</sub> og NO<sub>x</sub>. NH<sub>3</sub> beregnes ud fra normtallene på det detaljerede niveau med dyretype, staldd type og gødningstype (emission fra stald og lager) og nationale emissionsfaktorer for NH<sub>3</sub> fra de enkelte staldd typer og lagre. NO<sub>x</sub> beregnes ved en Tier 1 metode fra EMEP/EEA Guidebook der afhænger af dyretype og gødningstype.

Linje 115 (tabel 1.4): **Kilde i emissionsopgørelsen**

*Antal dyr*: Det er hovedsageligt baseret på data fra Danmarks Statistik (der bruges dog tal for so-dødelighed fra SEGES til beregningen af antal slagtesvin).

## Mulig kilde på bedriftsniveau

*Antal dyr:* Her kan også bruges gødningsregnskab.

Linje 117: Er der en kilde på denne foranalyse?

Linje 131: (I bestillingen betegnet som linje 129) Emissionsfaktoren for N<sub>2</sub>O fra gylle er tilpasset så det er en vægtet værdi af IPCC's EF for gylle med flydelag/overdækket og gylle uden flydelag, hhv. 0,005 og 0 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N-udskilt (IPCC 2019 Refinement, Volume 4, tabel 10.21). 5 % af svinegylle er vurderet til ikke at være overdækket, det er svært at holde fuldt flydelag altid.

Linje 137: Til estimering af MCF for gylle bruges også opholdstid for gyllen i stalden.

### Linje 163-166 (tabel 1.5): Virkemiddel

*Reduktion af antal svin:* Antallet af svin opgøres ud fra tal fra Danmarks Statistik, så hvis antallet reduceres kommer det med i emissionsopgørelserne via statistikkerne. Dette påvirker emissioner af CH<sub>4</sub> fra fordøjelse, stald og lager, N<sub>2</sub>O fra stald og lager, samt N<sub>2</sub>O fra husdyrgødning udbragt på marken.

*Hyppig udslusning af gylle:* Opholdstid indgår i beregningen af MCF på nuværende tidspunkt, men ikke hyppig udslusning, da omfanget af brugen af dette ikke kendes. Det kan dog implementeres når omfanget kendes. Dette vil påvirke emission CH<sub>4</sub> fra stald og lager.

*Biogas fra gylle:* Mængden af gylle, der bliver behandlet i biogasanlæg estimeres ud fra indberetninger fra 80-90 % af biogasanlæggene til Energistyrelsen. I emissionsopgørelsen omregnes det til, hvor stor en andel af svine- og kvæggyllen der bliver biogasbehandlet og derfor har en reduceret emission af CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.

*Forsuring og gyllekøling:* Reduceret emission af NH<sub>3</sub> pga. forsuring af gylle og gyllekøling er inkluderet i emissionsopgørelserne. Udbredelsen af forsuring er estimeret ud fra oplysninger fra forhandleren (JH Agro) af størstedelen af anlæggene. Udbredelsen af gyllekøling er estimeret ud fra oplysninger fra miljøgodkendelser. Disse virkemidler forventes også at have en reducerende effekt på CH<sub>4</sub>, men dette er ikke inkluderet i emissionsopgørelserne, da reduktionseffekten ikke er endeligt vurderet. Det forventes dog at blive implementeret så snart det er muligt.

Linje 170: I forbindelse med beregning af effekt af hyppig udslusning af svinegylle (Adamsen et al., 2021) og senest klimavirkemiddelkataloget (Andersen et al., 2023a) er der anvendt en regnearksmodel, som kombinerer produktionsdata (foder mv. og udskillelse af organisk stof) fra Normtalsmodellen med beregninger fra Arrhenius-modellen (Petersen et al., 2016) til at beregne udledning af metan fra stalde og lagre. Parametrene i regnearksmodellen er beskrevet i klimavirkemiddelkataloget kapitel 4.1 (Andersen et al., 2023a)

I projektet Udvidet normtal anvendes en lidt mere avanceret model, Anaerobic biodegradation model (ABM) (Dalby 2021), til at modellere udledning af metan fra stalde og lagre. Modellen kan også beregne udledning af ammoniak. Rent praktisk vil en bedrift skulle indtaste en række oplysninger i et regneark om hver sektion i en stald, hvorefter ABM modellerer udledning i programmet R. Resultaterne inklusive inputdata vil kunne udlæses i en Excel-fil. Det forventes også at der vil blive mulighed for at vise resultaterne grafisk i R-Shiny.

Begge modeller er senest blevet brugt i følsomhedsanalysen (Andersen et al., 2023b).

For inputdata til modellerne, se næste punkt.

Linje 172: Ud over de data som man i dag får om staldtyper mv. i landbrugsindberetning og som kan findes i gødningsdatabasen, så vil der være behov for yderligere oplysninger til en mere bedriftsnær regulering.

- Stald
  - Produktionsdata
    - Antal dyr og størrelse i sektion
    - Tilvækst og produktion
    - Foderindtag per sektion
    - Evt. skøn over foderspild
  - Beskrivelse af gyllesystemer per sektion i en stald (
    - Produktionsareal
    - Kummeareal
    - Kummedybde
    - Vurdering af gyllehøjde før og efter udslusning
    - Tid mellem tømning af stald og indsættelse af nyt hold (tomtid)
    - Udslusningsinterval
    - Gylletemperatur i halv gyllehøjde
  - Anvendelse af teknologi
    - Gyllekøling
    - Forsuring
    - Tilsætning af additiver
    - Gulvudsugning (punktudsugning)
    - Luftrensning
    - Etc
- Gylletank
  - Beskrivelse
    - Størrelse
    - Højde
    - Overdækning
    - Tømning af gylletank (hvornår og hvor meget, gerne gyllehøjde)
  - Anvendelse af teknologi

Listen er foreløbig, men et godt bud på hvilke data der vil blive behov for fremover. Det ville være ønskeligt med data om gødningen, men det vil ikke umiddelbart kunne fremskaffes på bedriftsniveau.

Linje 194-196 (tabel 2.1): Se kommentarer med rød angående emissionsopgørelser.

Virkemiddel, der ikke reflekteres i den nationale emissionsopgørelse	Kan effekten indregnes i eventuelle alternative beregninger?	Forventes effekten at kunne medregnes i 2027?	Hvilke forudsætninger er der for, at effekten af virkemidlet kan indregnes?
Biogas m. gyllekøling i svinestalden	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så kombinationen af virkemidler kan indgå, samt dokumentation af effekt Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Biogas m. hyppig udslusning i svinestalden	Ja	Ja	Kræver at omfanget af hyppig udslusning kendes



			Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Gylleforsuring i stald hos svin	Ja	Måske	Kræver dokumentation for reduktionseffekt og viden om udbredelsen Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Køling af svinegylle	Ja	Måske	Kræver dokumentation for reduktionseffekt, driftstid og viden om udbredelsen Dokumentation af effekt
Overdækning af gyllebeholdere med ventileret flydelag	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så emission fra stald og lager kan opdeles Dokumentation af effekt
Tilsætningsstof til gyllen (NoGas)	Ja	Måske	Dokumentation af effekt
Gylleforsuring i lager for svin (optimeret sommer-/lagerforsuring)	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så emission fra stald og lager kan opdeles Dokumentation af effekt
Hypig udslusning af svinegylle m. lagerforsuring	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så emission fra stald og lager kan opdeles Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Hypig udslusning suppleret med staldforsuring i svinstalde (Intermet)	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så kombinationen af virkemidler kan indgå, samt dokumentation af effekt Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Køling af svinegylle m. lagerforsuring	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så kombinationen af virkemidler kan indgå, samt dokumentation af effekt Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Afbrænding af husdyrgødning [Overvej om den hører til på denne liste. Begrundelsen skulle i så fald være, at alternativet til afbrænding er oplagring i længere tid og dermed potentiale for tab af drivhusgasser.]		Nej	Dokumentation af effekt Afbrænding kræver biomasser med > 20% tørstof, fx fra fjerkræ eller efter gylleseparation. Det samme gælder pyrolyse.
Avl for fodereffektivitet i svineproduktionen [Idet bedre fodereffektivitet kunne medføre reduktion af de bestanddele i		Nej	

gødningen, der medfører udledning af drivhusgasser]			
Afbrænding i fakkelt af luft fra gyllebeholdere	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så emission fra stald og lager kan opdeles Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Rensning af luft fra gyllebeholdere med gylle med biofilter	Ja	Måske	Kræver ændring i modelopsætning, så emission fra stald og lager kan opdeles Dokumentation af kædeeffekt samt registrering på bedriftsniveau af aktiviteter
Vaskerobot	Ja	Måske	Dokumentation af effekt

## Referencer

Adamsen, A.P.S., Hansen, M.J., Møller, H.B., (2021). Effekt af hyppig udslusning af gylle på metanproduktion, Nr. 2020-0166155, 9 s., Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret jan. 12, 2021.

Andersen MN, Adamsen AP, Hansen EM, Thomsen IK, Hutchings NJ, Elsgaard L, Jørgensen U, Munkholm L, Børgesen CD, Sørensen P, Petersen SO, Lærke PE, Olesen JE, Børsting CF, Lund P, Kjeldsen MH, Maigaard M, Villumsen TM, Dalby FR, Kai P, Nørremark M, Blicher-Mathiesen G, Audet J, Bruus M, Krogh PH, Kronvang B, Winding A, Kristensen HL. 2023. Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget. 303 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 21.04.2023.

Andersen MN (red), Møller AB, Greve MB, Børgesen CD, Adamsen AP, Hafner SD, Dalby FR, Lund P, Hellwing ALF, Børsting CF, Weisbjerg MR, Nørgaard JV, Sattarova E, Albrektsen R & Mikkelsen MH. 2023. Følsomhedsanalyse af inklusion af mere aktivitetsdata i drivhusgas-udledningsberegninger på bedriftsniveau. 40 sider. Rådgivningsrapport fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 22.03.2023.

Dalby, Frederik R., Hafner, S. D., Petersen, S. O., Vanderzaag, A., Habtewold, J., Dunfield, K., Chantigny, M. & Sommer, S. G. (2021). A mechanistic model of methane emission from animal slurry with a focus on microbial groups. PLoS ONE, 16(6), e0252881. <https://doi.org/doi: 10.1371/journal.pone.0252881>

EMEP/EEA, 2019: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture>

Kai, P., Adamsen, A.P. (2017). Fra produktionsbaseret til arealbaseret emissionsberegning del 2: Emissionsfaktorer.

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. PLoS ONE, 11(8), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160968>

Sommer, S.G., Christensen, M.L., Schmidt, T. and Jensen, L.S., 2013: Animal Manure Recycling: Treatment and Management. ISBN: 978-1-118-48853-9, 382 pages, September 2013.

IPCC, 2019: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>