

Reference-udledninger af klimagasser fra griseproduktion

Finn Udesen

^a SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Effektiv reduktion af grisenes udledninger metan og lattergasklimagasser kræver målrettet anvendelse af teknologiske virkemidler. For at undgå fremtidige fejlinvesteringer i teknologi, er det vigtigt at teknologierne er dokumenteret ude på grisebedrifter efter anerkendte testprotokoller, så virkemidlernes klimaeffekter ligger fast. Det kræver også, at basisudledninger fra stald og lager dokumenteres og fastlåses, idet fordelingen af metan udledninger fra stald og lager påvirker virkemidlernes effekt.

Sammendrag

Dette notat analyserer klimagasser fra dansk griseproduktion med fokus på metan og lattergas fra staldsystemer og gødningshåndtering. En kombination af høj produktivitet og målrettet anvendelse af teknologiske virkemidler er nødvendig for at opnå betydelige reduktioner i udledninger af metan og lattergas. For at griseproducenterne kan implementere de mest økonomisk optimale teknologier til de forskellige dyrekategorier og staldindretninger, har de behov for et digitalt værktøj til dokumentation og beregning af både basisudledninger, og effekter ved implementering af teknologier til reduktion af klimagasser.

Alle klimaberegninger er udført med ESGreen Tool Climate. Emissionerne af metan og lattergas for de forskellige dyrekategorier og staldtyper er beregnet på basis af NORM-data for produktivitet og en kombination af IPCC og nationale emissionsfaktorer.

Resultaterne viser, at metan fra gyllehåndtering udgør den største andel af udledningerne (73 %), mens enterisk metan (15 %) og lattergas (12 %) bidrager i mindre grad. Produktivitetsforbedringer frem mod 2030 får ingen reducerende effekt for søerne, men forventes at reducere smågrisens udledninger af metan og lattergas med 6,3 % og slagtegrisenes udledninger med 7,3 %. De teknologiske virkemidler til stalde f.eks. (hyppig udslusning og linespilsanlæg) har større reducerende effekt på metan udledninger, når de kombineres med lagerteknologier som f.eks. biogas, lavdosis forsuring eller fakkelaftænding af metan. Når de kombineres, kan der opnås reduktionseffekter på op til 88 % af metan. Hvis gyllebeholderen har en fast overdækning, som skaber en tæt og kontrolleret atmosfære over gyllen, kan metanen ledes til et fakkelanlæg, hvor det brændes af. Effekten vurderes at være på niveau med lavdosis tankforsuring. Fremtidig innovation som f.eks. Space Kit-kassetter fra SPACE

Systems' viser reduktionseffekter på niveau med linespilsanlæg. Det medfører, at der er flere muligheder for at fremtidens stalde kan indrettes med systemer, hvor gyllen hurtigt kan ledes ud af staldene. Der er kun mindre forskelle i udledningen af klimagasser fra staldsystemer, der er baseret på gylle. Staldsystemer med dybstrøelse eller opdelt i fast gødning og ajle har større emissioner af klimagasser.

Baggrund

Fra 2030 vil landbrugets husdyrproduktion blive pålagt en klimaafgift baseret på drivhusgas udledninger af metan og lattergas, med et bundfradrag på 60 % af gennemsnitsudledningen per dyretype. For at griseproducenterne kan få overblik over deres muligheder for at reducere udledninger af metan og lattergas, har de behov for på basis af de aktuelle aktivitetsdata for hver dyrekategori og staldsystem, at kunne beregne udledningen af metan og lattergas på nu-situationen, og på fremtidige scenarier ved inddragelse af virkemidler. Griseproduktionens kompleksitet, med mange lokaliteter og varierende staldtyper, gør det vanskeligt at vælge det mest økonomisk optimale virkemiddel uden anvendelse af et digitalt klimaværktøj, der er opdateret med de nyeste emissionsfaktorer samt godkendte virkemidler, og ikke mindst effekterne af kombinationsvirkemidler. Samtidig er produktionsforholdene i konstant forandring, hvilket udfordrer dokumentationen. For at undgå fejlinvesteringer i klimavirkemidler og sikre cost-effektivitet er det vigtigt, at reduktionseffekter anerkendes gennem gennemsigtige metoder, og at klimavirkemidler registreres i en obligatorisk database, som kan integreres i det nationale klimaregnskab [3] [4].

Mange producenter investerer allerede i klimareducerende teknologier. Men usikkerhed om, hvilke teknologier der anerkendes, og hvilke reduktionseffekter man kan regne med, skaber stor risiko for fejlinvesteringer og tabte muligheder. For såvel de virksomheder, der udvikler klimavirkemidler, som de landmænd, der skal investere i virkemidler, er det afgørende at kravene til godkendelse er kendt og kan gennemføres forholdsvist hurtigt. For griseproducenter og slagterier er det vigtigt, at klimareducerende tiltag kan gennemføres så omkostningseffektivt som muligt, så konkurrenceevnen ikke forringes.

Formål

Formålet med notatet er at dokumentere reference udledninger af metan og lattergas for de mest anvendte staldsystemer til søer, smågrise og slagtegrise, samt at vise de klimareducerende effekter ved brug af forskellige virkemidler, samt fremtidige produktivitetsforbedringer.

Materialer og metoder

Til beregning af klimaaftrykket fra griseproduktion anvendes ESGreen Tool Climate, som er et digitalt værktøj udviklet til at estimere udledningen af drivhusgasser på bedriftsniveau. Beregningerne bygger på en kombination af bedriftsaktivitetsdata (Tier 2-niveau) og emissionsfaktorer (Tier1- og 2-niveau). Disse data anvendes til at modellere drivhusgasudledningen fra både dyrenes fordøjelse og gødningshåndtering. Foderets klimaaftryk er udeladt af klimaberegningerne. Resultaterne viser således udelukkende de territoriale klimagasser ved produktion af grise.

ESGreen Tool Climate er opdateret med de aktuelle emissionsfaktorer, som er anvendt i Danmarks National Inventory 2025. Effekten af de forskellige teknologiske virkemidler til reduktion af metan, er baseret på "Virkemidler til reduktion af klimaaftryk på grisebedrifter" [6]. Virkemidlernes reduktions-effekter er tilpasset de nye emissionsfaktorer for metan.

Aktivitetsdata

Aktivitetsnormdata er baseret på "Notat vedr. Landsgennemsnit for produktivitet hos grise 2024" [8]. Normdata for 2030 er baseret på et bud på den årlige fremgang i produktivitet. Det forventes, at en gennemsnitsbedrift i 2030 vil have en produktivitet, der ligger tæt på den produktivitet som de bedste 25 % af bedrifterne havde i 2024. Foderets proteinindhold er baseret på NORM tal [5], der anvendes til gødningsregnskaber i 2025. Som fravænningsvægt er der anvendt indsættelsesvægten i smågrisstalden. For slagtegrise er der anvendt en levendevægt på 116,6 kg, som svarer til en slagtevægt på 89 kg. Produktivetsgrundlaget fremgår af Tabel 1. Til territoriale klimaberegninger er der kun behov for data, der påvirker foderforbruget samt foderets energi- og proteinindhold. Derudover skal data som dyretype, gulvtyper, gødningshåndtering, samt anvendelse af teknologiske og biologiske virkemidler for hver enkelt lokalitet og dyregruppe være kendt, for at kunne opgøre udledningen af klimagasser.

NORM data i Tabel 1. er baseret på "Landsgennemsnit for produktivitet i produktionen af grise i 2024" [8]

Tabel 1. Norm produktivitet 2024-2030		
Søer	NORM-2024	NORM-2030*
Fravænnede grise per årso	35,6	37,5
Fravænningsvægt, kg	6,2	6,0
Foderenheder per årso	1538	1538
Sofoder, FEso per kg	1,06	1,06
Råprotein, g per kg	133	133
Smågrise, fravænnning-30 kg		
Reference foderforbrug per kg tilvækst	1,74	1,64
FEsv per kg foder	1,12	1,12
Råprotein, g per FEsv	180	180
Slagtegrise, 30-116,6 kg		
Foderforbrug per kg tilvækst	2,59	2,40
FEsv per kg foder	1,08	1,08
Råprotein, g per FEsv	156	156

*) I 2030 forventes det, at en gennemsnitlig bedrift har samme produktivitet som bedste 25 % havde i 2024. For slagtegrise er foderforbruget reduceret med yderligere 0,05 FEsv per kg tilvækst på grund af forventning om øget hangriseproduktion.

Staldsystem

I Danmarks klimaregnskab er griseproduktionens udledning af klimagasser i 2023, baseret på nedenstående staldsystemer [1].

Tabel 2. Fordeling af gulvtyper i 2023		
Staldsystem	Gødningstype	Fordeling, %
Drægtige søer		
Individuel opstaldning, delvis spaltegulv	Gylle	57,1
Individuel opstaldning, fast gulv	Staldgødning+ ajle	0,3
Løsgående, dybstrøelse +spaltegulv	Dybstrøelse+gylle	4,4
Løsgående, dybstrøelse +fast gulv	Dybstrøelse+gylle	0,5
Løsgående, dybstrøelse	Dybstrøelse	1,4
Løsgående, delvis spaltegulv	Gylle	36,3
Diegivende søer		

Kassestier, delvis spaltegulv	Gylle	82,9
Kassestier, fuldspaltegulv	Gylle	17,1
Fravænnede grise		
To klimastald, delvis spaltegulv	Gylle	81,7
Drænet gulv + spalter (50/50)	Gylle	17,7
Fast gulv	Staldgødning+ ajle	0,1
Dybstrøelse	Dybstrøelse	0,5
Slagtegrise		
Delvis spaltegulv med 50-75% fast gulv	Gylle	10,5
Delvis spaltegulv med 25-49% fast gulv	Gylle	38,1
Drænet gulv + spalter (33/67)	Gylle	50,3
Fast gulv	Staldgødning+ ajle	0,2
Dybstrøelse, opdelt lejeareal	Dybstrøelse+gylle	0,4
Dybstrøelse	Dybstrøelse	0,5

Det fremgår af Tabel 2, at det næsten kun er gulvtyper til gylle, der anvendes. Indenfor hver dyrekategori er der 2-3 gulvtyper som udgør 90-100 % af de anvendte gulvtyper. Fast gulv og dybstrøelse anvendes i meget få stalde og udgør samlet mindre end 1 % af gødningen.

Emissionsfaktorer

I Tabel 3 ses emissionsfaktorerne for metan (MCF), direkte lattergas (EF) og ammoniak (EF) som forårsager indirekte lattergas. Faktorerne for metan er dels nationale, dels fra IPCC. For direkte lattergas anvendes faktorer fra IPCC (Tier1), og for ammoniakemissioner anvendes der nationale emissionsfaktorer (Tier2). En pct. af den fordampede NH₃-N omdannes til lattergas ifølge IPCC.

Tabel 3. NORM strøelse og emissionsfaktorer (EF) der er tilknyttet udledninger fra gødningen (metan, direkte lattergas, ammoniak)							
	Staldsystemets forekomst, [1]	Halmstrøelse kg per so/gris [2]	CH ₄ MCF stald/lager [3]	N ₂ O-N EF-stald [4]	N ₂ O-N EF-lager [4]	NH ₃ -N EF-stald af urin N [5]	NH ₃ -N EF-lager af urin N [5]
Løbe/drægtighedsstalde							
Individuel opstaldning, delvis spaltegulv	57,1	50	0,201	0,002	0,005	0,1301	0,0253
Individuel opstaldning, fast gulv	0,3	75	0,201	0,002	0,0062	0,2109	0,1950
Løsgående, dybstrøelse +spaltegulv	4,4	350	0,199	0,002	0,0062	0,1752	0,0515
Løsgående, dybstrøelse +fast gulv	0,5	350	0,199	0,002	0,0062	0,1956	0,0529
Løsgående, dybstrøelse	1,4	900	0,180	0,010	0,010	0,2049	0,1048
Løsgående, delvis spaltegulv	36,3	50	0,201	0,002	0,005	0,1607	0,0253
Farestalde							
Kassestier, delvis spaltegulv	82,9	10	0,201	0,002	0,005	0,1310	0,0251
Kassestier, fuldspaltegulv	17,1	10	0,201	0,002	0,005	0,260	0,0241
Løsgående dieg. søer, delvist spaltegulv	-	10	0,201	0,002	0,005	0,19	0,02
Løsgående dieg. søer, fuldspaltegulv	-	10	0,201	0,002	0,005	0,39	0,02
Smågrisestalde							

To klimastald, delvis spaltegulv	81,7	1	0,201	0,002	0,005	0,1070	0,0240
Drænet gulv + spalter (50/50)	17,7	0	0,201	0,002	0,005	0,2139	0,0272
Fast gulv	0,1	2,5	0,201	0,002	0,006	0,3743	0,5128
Dybstrøelse	0,5	13	0,082	0,010	0,010	0,2674	0,2190
Slagtegrisestalde							
Delvis spaltegulv med 50-75% fast gulv	10,5	3	0,201	0,002	0,005	0,1313	0,0216
Delvis spaltegulv med 25-49% fast gulv	38,1	3	0,201	0,002	0,005	0,1688	0,0226
Drænet gulv + spalter (33/67)	50,3	0	0,201	0,002	0,005	0,2125	0,0238
Fast gulv	0,2	13	0,201	0,002	0,0061	0,2688	0,3077
Dybstrøelse, opdelt lejeareal	0,4	35	0,1998	0,002	0,010	0,2125	0,0952
Dybstrøelse	0,5	85	0,137	0,010	0,010	0,2375	0,1803

MCF-faktorerne for gyllebaserede staldsystemer er opjusteret fra 17,7 % (2022) til 20,1 % (2023). MCF-faktoren øger metanemission fra stald og lager fra 3,14 kg metan i 2022 per ton gylle til 3,8 kg metan per ton gennemsnits grisegylle af dyr i 2023. I 2022 var der i National Inventory en officiel national MCF-faktor for staldsystemer med gylle. I 2023 er der anvendt en ny metode til at beregne metanemission fra gyllesystemer, hvor f.eks. hyppig udslusning indgår direkte i formlen. Det betyder, at de 3,8 kg metan per ton gylle uden brug af virkemidler, er det bedste vægtede skøn over udledningen af metan per ton gylle før indregning af virkemidler. Det er ikke muligt umiddelbart at anvende formlerne, så de indeholder forskellige virkninger af virkemidler for både stald og lager. På en grisebedrift, kan der være forskellige staldsystemer og stalde med og uden virkemidler, samt kombinationer af virkemidler. For at kunne indregne effekten af virkemidler og kombinationer af virkemidler anvendes der en fordeling af grundudledningen før effekter af virkemidler mellem stald og lager på; 1,67 kg metan fra stalden og 2,13 kg metan fra lageret, gældende for stalde med gyllesystemer. Hele øgningen af metan emissionen fra 3,14 kg i 2022 til 3,8 kg i 2023 er dermed tillagt i lageret. Efterhånden som metan emissioner fra lageret bliver dokumenteret, kommer der måske yderligere øgninger. Der er endnu ingen officielle metan emissionsfaktor for farestier til løsgående søer, men foreløbig anvendes der samme faktor for metan og direkte lattergas, som for almindelige kassestier med tilsvarende gulvsystem, hvorimod ammoniak-emissionerne forventes at være 50 % højere, som skyldes at stiens areal er 50 % større.

Enterisk metan

Beregning af enterisk metan er baseret på data i Tabel 1. samt NORM-tal og faktorer, som fremgår af Denmark's National Inventory Document 2025 (NIR) [7].

Foderets energiindhold (GE)	Bruttoenergi i MJ per FE
Sofoder	17,5
Smågrisefoder	16,5
Slagtegrisefoder	17,3
Energiindhold af CH ₄ , MJ pr. kg CH ₄ : 55,65MJ	
Metan omregningsfaktor, procent af bruttoenergien i foder omdannet til metan 0,6% (Ym)	

Beregning af enterisk metan (Ym) er baseret på gamle danske data fra 1980'erne (Tier2). Der er igangværende forskning, som formentlig fører til en revision af Ym. De foreløbige resultater tyder på, at Ym faktoren for søer er for lav, og for vækstgrise for høj. Til beregning af enterisk metan anvendes foderets indhold af GE (Gross Energy), hvorimod der til foderoptimeringer anvendes ME (Metabolizable Energy). Til at illustrere forskellen, indeholder et kg hvede ca. 18 MJ/kg tørstof (GE) eller ca. 14 kg MJ/kg

tørstof (ME). Hos grise dannes metan hovedsagelig i tyktarmen, og derfor påvirker grisens alder og foderets fiberindhold dannelsen af enterisk metan.

Basisemissioner for dyrekategori og opstaldning

På basis af data i Tabel 1, samt emissionsfaktorerne i Tabel 3, er ESGreen Tool Climate anvendt til at beregne basisemissioner af lattergas og metan for de forskellige staldsystemer og dyrekategorier, der er nævnt i Tabel 2. Alle beregninger er uden virkemidler. Metanemissioner er omregnet til CO₂e med faktor 28 og lattergas med faktor 265 til CO₂e, IPCC AR5 (Fifth Assessment Report). IPCC har offentliggjort en opdatering i form af AR6 (Sixth Assessment Report) med en opdatering af GWP-værdier. For biogent metan er den nye faktor 27, en lille reduktion fra 28, og for lattergas en lille øgning til 273. Så længe AR 5 faktorerne anvendes i Danmarks nationale klimaregnskab, anvendes de samme faktorer i ESGreen Tool. Resultaterne fremgår af Tabel 4.

Tabel 4. Udlægning af CO₂e per dyr ved NORM produktivitet 2024				
Søer	Metan fra gødning, kg CO ₂ e per so/gris	Enterisk metan, kg CO ₂ e per so/gris	Lattergas, kg CO ₂ e per so/gris	I alt territoriale klimagasser, kg CO ₂ e per so/gris
Individuel opstaldning, delvis spaltegulv *)	481,3	81,3	74,7	637,3
Individuel opstaldning, fast gulv *)	508,8	81,3	90,6	680,7
Løsgående, dybstrøelse, spaltegulv *)	805,1	81,3	88,4	978,8
Løsgående, dybstrøelse, fast gulv *)	805,1	81,3	74,1	960,5
Løsgående, dybstrøelse *)	1284,0	81,3	193,3	1558,6
Løsgående, delvis spaltegulv *)	481,3	81,3	75,4	638,0
Smågrise, 30 kg				
To klimastald, delvis spaltegulv	9,4	2,1	1,06	12,6
Drænet gulv, spalter (50/50)	8,3	2,1	1,09	11,5
Fast gulv	11,1	2,1	1,51	14,7
Dybstrøelse	9,2	2,1	3,4	14,7
Slagtegrise, 30-116,6 kg				
Delvis spaltegulv med 50-75% fast gulv	56,4	11,7	8,2	76,2
Delvis spaltegulv med 25-49% fast gulv	54,8	11,7	8,3	74,8
Drænet gulv, spalter (33/67)	51,5	11,7	8,5	71,7
Fast gulv	65,8	11,7	11,3	88,8
Dybstrøelse, opdelt lejeareal	89,5	11,7	10,4	116,6
Dybstrøelse	87,7	11,7	25,1	124,5

*) Klimaberegningerne er baseret på farestalde med kassestier til diegivende søer, delvis spaltegulv.

Der er anvendt samme produktivitet på alle gulvtyper indenfor hver dyrekategori. Det medfører, at emissionen af enterisk metan bliver ens for alle gulvtyper indenfor hver dyrekategori. Gødningsmængden af gris er ligeledes den samme for alle gulvtyper, men MCF-faktoren og halmmængden afhænger af gulvtypen, og giver derfor forskellige resultater for metan emissionen. Lattergas kommer hovedsagelig fra direkte lattergasemission fra gylletanken, og udgør ca. 75 % af den totale lattergas emission. Ammoniak emissionen varierer betydeligt mellem gulvtyper, men kun 1 % af NH₃-N emissionen bliver til lattergas, hvilket medfører, at den klimamæssige effekt er meget beskeden.

Resultater

Effekten af produktivetsforbedringer fra 2024 til 2030

Effekten er kun beregnet for de mest udbredte staldsystemer, som fremgår af Tabel 2. Reduktionen af klimagasser skyldes alene reduktion i foderforbruget, idet virkemidler er holdt ude af beregningerne. Ændringerne vil derfor være ens for staldsystemer med de samme emissionsfaktorer (gyllebaserede stalde), og kun afvige lidt for stalde med dybstrøelse og fast gødning, hvor emissionsfaktorerne er forskellige fra gyllesystemer. Resultaterne fremgår af Tabel 5.

Tabel 5. Effekt af fremtidig produktivetsfremgang på udledningen af metan og lattergas				
	Metan kg CO ₂ e per so/gris	Enterisk metan, kg CO ₂ e per so/gris	Lattergas, kg CO ₂ e per so/gris	Ændring kg CO ₂ e per so/gris
Sohold-2024	485,3	81,3	75,0	641,6
Sohold -2030	485,3	81,3	75,0	641,6
Reduktion af klimagasser, kg CO ₂ e	0	0	0	0
Smågrise-2024	9,6	2,1	1,1	12,8
Smågrise-2030	9,1	2,0	0,9	12,0
Reduktion af klimagasser, kg CO ₂ e	-0,5	-0,1	-0,2	-0,8
Slagtegrise-2024	53,1	11,6	8,4	73,1
Slagtegrise-2030	49,6	10,9	7,3	67,8
Reduktion af klimagasser, kg CO ₂ e	-3,5	-0,7	-1,1	-5,3

Soens udledninger af klimagasser ændres ikke i de kommende år, baseret på de nuværende forudsætninger. Øget kuldstorelse og øget kuldvægt ved fravænnning kan dog medføre, at foderforbruget per årsso øges lidt i de kommende år. Hvis soens udledninger af klimagasser fordeles på de fravænnede grise, så ville resultaterne vise et fald på ca. 5 %. I 2024 var basisudledningen af territoriale klimagasser per fravænnet gris 18,0 kg CO₂e, og i 2030 forventes det at være 17,1. Et fald på 0,9 kg CO₂e. Hvis antal fravænnede grise holdes konstant på f.eks. 33 mio., vil der i 2030 være behov for 5,33 % færre søer til at producere det samme antal grise. Søernes udledning af klimagasser vil være reduceret tilsvarende på nationalt niveau. For smågrise vil der være et tilsvarende fald per gris på ca. 6 %, og for slagtegrise et lidt større fald per gris på ca. 7 %, som skyldes det forventede fald i slagtegrisenenes foderforbrug, som delvist skyldes overgangen til hangrise eller immune kastrerede hangrise. Øget produktivitet medfører et fald i de territoriale klimagasser, men er langt fra tilstrækkelig til at opfylde de fremtidige klimamål.

Anvendelse af virkemidler til at reducere udledninger af metan

Produktivitet og anvendelse af foder med lavt råprotein har kun mindre effekter på udledningen af territoriale klimagasser. Derfor er det nødvendigt at tage teknologiske virkemidler i brug for at opnå større reduktioner. Metan emissionerne fra gødning udgør ca. 73 % af de territoriale emissioner. Metan dannes som en del af den anaerobe nedbrydning af organisk materiale af metanogene arkæer. Disse mikroorganismer arbejder bedst ved høje temperaturer. Den gennemsnitlige temperatur er over året noget højere i grisealdene som er 18-19 °C end udetemperaturen i gyllen, som er 12-13 °C. Derfor kan der opnås en reduktion i metan emissionen ved blot at fjerne gyllen fra stalden så hurtigt, som muligt. For gylle, der ikke sendes til et biogasanlæg, er det vigtigt at anvende et virkemiddel i forbindelse med gylleopbevaringen. Der er i klimaværktøjet ESGreen Tool Climate pt. 4 staldteknologier og 4 lagerteknologier. Stald- og lagerteknologierne kan kombineres på forskellige måder, så der er 26 kombinationer at vælge imellem. Luftrensningssystemer til at reducere ammoniak emissioner er udeladt

af klimaberegningerne. De har en lille positiv effekt på indirekte lattergas, som reelt afhænger af hvordan den frarensede ammoniak håndteres.

I Tabel 6 ses virkemidlernes reduktionseffekter på metan emissioner fra stald og lager. Virkemidlerne er rangeret efter deres effekt. Virkemidlernes effekter er beregnet ud fra en basis udledning af metan fra stalden på 1,67 kg metan og fra lageret på 2,13 kg metan. En samlet udledning før virkemidler på 3,80 kg metan per ton gylle. Metan udledninger fra lager er øget betragtelig i forhold til tidligere. Med den nuværende fordeling af metan emissioner kommer der 44 % fra stalden og 56 % fra lageret. Når der anvendes virkemidler i stalden, som linespil og hyppig udslusning, reduceres gyllens opholdstid i stalden og emission af metan reduceres. Til gengæld øges opholdstiden og dermed mængden af gylle i lageret, som medfører øget metanemission. Da temperaturen er lavere i lageret, øges emissionen af metan ikke tilsvarende reduktionen i stalden. Ved at kombinere teknologier i stald og lager opnås der en større effekt end effekten fra teknologierne hver for sig. Hyppig udslusning har f.eks. en nettoeffekt på 12 %, og biogas en nettoeffekt på 50 %, sammenlagt en effekt på 62 %, men når de to teknologier kombineres, så er den totale effekt øget til 70 %. Når gyllen fjernes fra lokaliteten umiddelbart efter udslusning, opnås der fuld reduktionseffekt i stalden. Der er også additiveffekter, selvom gyllen ledes direkte til gødningsopbevaring, hvis der anvendes metan reducerende teknologi i lageret. Hvis reduktionsteknologien på lagret f.eks. reducerer metan emissionen med 50 %, så er der en halvering af den øgede emission i lageret, som følge af hyppig udslusning. Der vil således altid være en additiveffekt ved at få gyllen hurtigt ud af stalden, når der er anvendes reduktionsteknologi i lageret. Virkemidlernes effekter fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 6. Virkemidlernes reduktionspotentiale samt omkostning pr. ton reduceret CO ₂ e.	Reduktion af metan i % af metan fra stald+lager [9]	Omkostning per ton reduceret CO ₂ e [6]
Linespil + biogas	89	139
Hyppig udslusning + gyllekøling + biogas	77	126
Linespil + kompost-biofilter fra lager	73	342
Hyppig udslusning + biogas	70	54
Linespil + lavdosis-forsuring i lager	71	181
Linespil + fakkelaftbrænding fra lager	70	473
Gylleforsuring	70	361
Hyppig udslusning + gyllekøling + kompost-biofilter fra lager	61	368
Hyppig udslusning + gyllekøling + lavdosis-forsuring i lager	59	141
Hyppig udslusning + gyllekøling + fakkelaftbrænding fra lager	58	303
Gyllekøling + biogas	58	186
Hyppig udslusning + kompost-biofilter fra lager	55	303
Hyppig udslusning + lavdosis-forsuring i lager	53	84
Hyppig udslusning + fakkelaftbrænding fra lager	53	230
Biogas-gylle	50	90
Biogas-dybstrøelse	48	?
Gyllekøling + kompost-biofilter fra lager	45	563
Gyllekøling + lavdosis-forsuring i lager	43	265
Gyllekøling + fakkelaftbrænding fra lager	42	473
Kompost-biofilter fra lager	38	526
Lavdosis-forsuring i lager	36	147
Fakkelaftbrænding fra lager	36	407
Linespil	25	281
Gyllekøling + hyppig udslusning	16	260
Hyppig udslusning	12	0
Gyllekøling	5	971

*) Virkemidlernes effekter er ved at blive dokumenteret. Effekten af biogas er muligvis overestimeret.

Hyppig udslusning i eksisterende slagtegrise-stalde med gyllesystemer var et lovkrav fra 1. maj 2023, og for alle stalde, der har fået miljøgodkendelse fra denne dato. Da hyppig udslusning er et vilkår, er udgiften ikke indregnet, idet udgiften dermed er en integreret del af staldsystemet. Derfor er udgiften sat til 0 kr. Hyppig udslusning kan indregnes som et virkemiddel i klimaberegninger i henhold til treparts aftalen.

Produktivitet og foderets indhold af råprotein er også virkemidler, som kan medføre mindre reduktioner i de territoriale klimagasudledninger. Reduktionspotentialerne af produktivitet og foderets indhold af råprotein ses af Tabel 7.

Tabel 7. Territorial klimaeffekter alt andet lige af produktivitet og foderets proteinindhold			
	Metan kg CO ₂ e per dyr	Lattergas kg CO ₂ e per dyr	Kg CO ₂ e per dyr
+/- 100 FEso per årssø	31,9	6,5	38,4
+/- 0,1 FEsv / kg tilvækst (2,3 FEsv per smågris)	0,6	0,2	0,8
+/-0,1 FEsv / kg tilvækst (8,6 FEsv per slagtegris)	2,5	0,7	3,2
Sofoder +/- 10 g råprotein per kg foder		7,5	
Smågrise-foder +/- 10 g råprotein per kg foder		0,2	
Slagtesvinefoder +/- 10 g råprotein per kg foder		1,1	

De teknologiske virkemidlers effekter på en bedrifts territoriale klimagasudledninger

Reduktionspotentialer af udvalgte teknologiske virkemidler vises trinvis for det mest anvendte staldsystem indenfor hver dyrekategori. De valgte virkemidler er:

1. Hyppig udslusning
2. Linespilsanlæg
3. Biogas
4. Lavdosis forsuring i lageret
5. Hyppig udslusning kombineret med biogas
6. Linespil kombineret med biogas.
7. Hyppig udslusning kombineret med lavdosis forsuring i lageret
8. Linespilsanlæg kombineret med lavdosis forsuring i lageret

De valgte staldsystemer ses af Tabel 8.

Tabel 8. Valgte staldsystemer	Forekomst, %
Søer, Individuel opstaldning, delvis spaltegulv + kassesti	57,1
Smågrise, To klimastald, delvis spaltegulv	81,7
Slagtegris, Drænet gulv + spalter (33/67)	50,3

Alle staldsystemer med gylleopbevaring, har de samme muligheder for at vælge blandt de forskellige virkemidler. Staldsystemer, der ikke er gyllebaseret, har ikke de samme muligheder for anvendelse af virkemidler, og kan derfor ikke reducere udledningen af metan i samme grad. Næsten alle virkemidler har udelukkende metan reducerende effekter. Effekten af hyppig udslusning i smågrise-stalde er formentlig overvurderet, da der reelt ikke kan gennemføres hyppig udslusning de første 3-4 uger efter at grisene er indsat i stalden. Virkemidlerne som staldforsuring og gyllekøling, der også anvendes til ammoniak reduktion, reducerer også lattergasemissionen.

I Tabel 9 er effekten af virkemidler beregnet trin for trin, for de tre dyretyper søer, smågrise og slagtegrise.

Tabel 9. Reduktion af metan fra virkemidler	Udledning af metan, Kg CO ₂ e per so/gris *)	Reduktion af metan i forhold til basis, %
Søer		
Basis udledning før virkemidler, Kg CO ₂ e	485,3	-
Hyppig udslusning, Kg CO ₂ e	417,3	14
Linespilsanlæg, Kg CO ₂ e	364,0	25
Biogas, Kg CO ₂ e	237,8	51
Lavdosis forsuring i lagret, Kg CO ₂ e	310,6	36
Hyppig udslusning kombineret med biogas, Kg CO ₂ e	131,0	73
Linespil kombineret med biogas, Kg CO ₂ e	58,2	88
Hyppig udslusning kombineret lavdosis forsuring i lagret, Kg CO ₂ e	213,5	56
Linespil kombineret med lavdosis forsuring, Kg CO ₂ e	140,7	71
Smågrise		
Basis udledning før virkemidler	9,6	-
Hyppig udslusning, Kg CO ₂ e	8,2	14
Linespilsanlæg, Kg CO ₂ e	7,2	25
Biogas, Kg CO ₂ e	4,7	51
Lavdosis forsuring i lagret, Kg CO ₂ e	6,1	36
Hyppig udslusning kombineret med biogas, Kg CO ₂ e	2,6	73
Linespil kombineret med biogas, Kg CO ₂ e	1,1	88
Hyppig udslusning kombineret lavdosis forsuring i lagret, Kg CO ₂ e	4,2	56
Linespil kombineret med lavdosis forsuring, Kg CO ₂ e	2,8	71
Slagtegrise		
Basis udledning før virkemidler	53,1	-
Hyppig udslusning, Kg CO ₂ e	45,6	14
Linespilsanlæg, Kg CO ₂ e	39,8	25
Biogas, Kg CO ₂ e	26,0	51
Lavdosis forsuring i lagret, Kg CO ₂ e	34,0	36
Hyppig udslusning kombineret med biogas, Kg CO ₂ e	14,3	73
Linespil kombineret med biogas, Kg CO ₂ e	6,4	88
Hyppig udslusning kombineret lavdosis forsuring i lagret, Kg CO ₂ e	23,4	56
Linespil kombineret med lavdosis forsuring, Kg CO ₂ e	15,4	71

*) De angivne udledninger af metan vil ændres i takt med, at de basale udledninger fra gylleopbevaringen øges, og i takt med, at virkemidlernes effekter dokumenteres.

Når der anvendes virkemidler til at reducere metan fra gødning, reduceres effekten på de territoriale klimagasser ved at øge produktiviteten. Hvis der anvendes meget effektive virkemidler, hvor metan fra gødning reduceres med mere end 80 %, så er den nominelle udledning af metan fra gødning næsten ens, uanset bedriftens produktivetsniveau. Betydningen af produktivitet falder, fordi virkemidlerne reducerer forskellen mellem høj og norm produktivitet med samme procentsats, som virkemidlet reducerer metan emissionen. Der er dog stadig en positiv effekt af mindre enterisk metan og lattergas. Disse klimagasser påvirkes ikke af virkemidler, der udelukkende reducerer metan emissioner fra gødningen. Såvel højproduktive bedrifter, som alle andre grisebedrifter, har behov for at etablere teknologiske virkemidler til at reducere udledning af drivhusgasser. For at opnå tilstrækkelig reduktion af klimagasser skal gyllen hurtigt ud af stalden f.eks. med linespil eller hyppig udslusning af gyllen, opfulgt af en effektiv behandling enten via biogas eller i lagertanken. Det er muligt, at der kan udvikles

andre reduktionsmuligheder i stalden f.eks. effektiv fjernelse af metan producerende mikroorganismer eller tilsætningsstoffer til gyllen, der hæmmer methanogene processer. Forsuring af gyllen i stalden hæmmer methanogene processer, og reducerer ammoniakudledningen. En test af SPACE System SpaceKit kassetter i farestald til løse diegivende søer, viste meget lovende resultater med en reduktion af metan i stalden på 92 %, hvilket er på niveau med linespilsanlæg.

Udover, at gyllen hurtigst muligt skal ud af stalden, skal der også være effektive foranstaltninger til at reducere metan emissioner i lageret. Den billigste måde for griseproducenten, er at have en aftale med et biogasanlæg om at afhente gyllen i forbindelse med udslusning. Forsuring af gyllen i tanken eller opsamling og afbrænding af metanen, er også effektive virkemidler, sammen med staldindretninger, hvor det er muligt at sluse gyllen ud hurtigt. Biogas eller lavdosis forsuring, kombineret med hyppig udslusning eller linespil/spacekits, er indtil videre både blandt de mest effektive, og billigste metoder til at reducere metan emissioner.

Konklusion

Griseproduktionens territoriale udledninger af klimagasser er betydelige, og komplekse at opgøre. Beregninger med ESGreen Tool Climate viser, at metan fra gødningshåndtering udgør den største andel af emissionerne. Produktivitetsforbedringer alene bidrager kun med beskedne reduktioner i fremtiden. Det medfører, at der er behov for teknologiske virkemidler til at reducere metan emissioner, uanset produktivetsniveau. Effektiv reduktion af klimaaftrykket kræver målrettet anvendelse af teknologiske virkemidler. Kombinationer af stald- og lagerteknologier – såsom hyppig udslusning, linespilsanlæg, biogas og lavdosis forsuring – kan på basis af gældende reduktionseffekter, reducere metan emissioner fra gyllen med op til 88 %. Kombinationen af høj produktivitet og målrettet teknologiindsats er afgørende metoder til at reducere griseproduktionens udledninger af territoriale klimagasser.

Referencer

- [1] Emission Inventories 1990-2023, Table 3D-1 Changes in barn type 1990 – 2023 <https://envs.au.dk/en/faglige-omraader/luftforurening-udledninger-og-effekter/udledning-af-luftforurening/greenhousegases/supporting-documentation>
- [2] Norm halm og NH₃-N emissioner [Svin, ab dyr](#)
- [3] Emission Inventories 1990-2022 Table 3D-15 National manure management system and MCF vs. IPCC manure management system and MCF.
- [4] Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management Table 10.21 (updated) default emission factors for direct n₂o emissions from manure management.
- [5] Normtal 2024/25
https://anivet.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Normtal_2020_og_frem/Normtal_2024/Normer_ANIVET_hjemmeside_excel_planaar_2024_25_rettelse_300524_titler_slagtekyllinger.pdf
- [6] Virkemidler til reduktion af klimaaftryk på grisebedrifter
[Virkemidler til reduktion af klimaaftryk på grisebedrifter](#)
- [7] Denmark's national inventory document 2025
- [8] Landsgennemsnit for produktivitet i produktionen af grise i 2024.
https://www.landbrugsinfo.dk/public/e/b/4/management_landsgennemsnit Produktion grise 2024
- [9] ESGREEN-TOOL Climate

NAV-nr.: 101986

//LATO//

Dyregruppe: Søer, smågrise og slagtegrise

Fagområde: Klima & Bæredygtighed

Nøgleord: Klimagasser metan og lattergas, emissionsfaktorer, virkemidler