

CO<sub>2</sub>-  
Reduktionspotentiale

Combigas – GreenFarm

COMBIGAS APS

16. NOVEMBER 2021

## Version 1.2 November 2021

Udført for:  
Combigas ApS  
Kontaktperson: Frank Wennerberg  
Ryttervangen 11C  
DK-7323 Give  
E-mail: [fwe@combigas.dk](mailto:fwe@combigas.dk)

Præsenteret af:  
NIRAS A/S  
Ceres Allé 3  
8000 Aarhus C  
Kontaktperson: Mads Hagh, Projektleder  
E-mail: [hagh@niras.dk](mailto:hagh@niras.dk)

Revision:

---

1.2 GWP20 kommentarer tilføjet

HAGH

16.11.2021

---

---

# Indholdsfortegnelse

1	Resumé	4
2	Introduktion	5
2.1	Rapportering	5
3	Metode	6
3.1	Hyppigere udslusning i stalde	6
3.2	Mindsket udledning af klimagasser (metan og lattergas)	7
3.3	Erstatning af handelsgødning	8
3.4	Metantab fra biogasanlæg	8
3.5	Fortrængning af fossil energi	8
3.6	Energiforbrug på anlægget	9
3.7	Pyrolyse	9
4	Resultater	11
4.1	Samlet CO <sub>2</sub> -regnskab	11
4.2	CO <sub>2</sub> -regnskab fordelt på bidrag	11
4.3	Perspektivering	13

# 1 Resumé

Nærværende rapport dokumenterer et års potentiel drivhusgas reduktionspotentialet for et standard biogasanlæg efter konceptet GreenFarm. Rapporten er udført for Combigas ApS (Combigas) af NIRAS A/S (NIRAS).

GreenFarms biogasanlæg producerer biogas til elproduktion, og anlæggenes årlige biomassegrundlag er baseret på hhv. 12.000 tons svinegylle eller 9.000 tons kvæggylle.

Det endelige mål med denne analyse af CO<sub>2</sub>-regnskabet er at identificere de største drivhusgasreduktioner med fokus på reduktion af udledninger fra stalde, anlæg, tanke, mark samt el-forbrug og desuden at præsentere en bæredygtig og miljøbevidst virksomhed til kunder, ansatte, leverandører, interesseorganisationer og andre interessenter.

## Metode

Analyse og udredning af et års emissionsreduktioner for et biogasanlæg efter konceptet GreenFarm er udført med nøgletal oplyst fra kunden samt med emissionsfaktorer fra relevante kilder som anført i rapporten.

## Resultater

I alt er de årlige CO<sub>2</sub>-reduktioner<sup>1</sup> for et standard GreenFarm biogasanlæg baseret på hhv. svine- og kvæggylle estimeret til 693 tCO<sub>2</sub>-e og 216 tCO<sub>2</sub>-e ekskl. CO<sub>2</sub>-reduktioner ved anvendelse af pyrolyseanlæg til videre behandling af den afgassede gylle. Inkluderer pyrolyseanlægget estimeres de årlige CO<sub>2</sub>-reduktioner til 759 tCO<sub>2</sub>-e og 270 tCO<sub>2</sub>-e for et biogasanlæg baseret på hhv. svine- og kvæggylle.

De totale CO<sub>2</sub>-emissioner og -reduktioner udgøres af følgende aktiviteter på et standard GreenFarm biogasanlæg:

- Hyppigere udslusning i stalde: 262 tCO<sub>2</sub>-e og 41 tCO<sub>2</sub>-e for hhv. et svine- og kvæggyllebaseret GreenFarm anlæg.
- Mindsket udledning af klimagasser: 416 tCO<sub>2</sub>-e og 156 tCO<sub>2</sub>-e for hhv. et svine- og kvæggyllebaseret GreenFarm anlæg.
- Erstatning af handelsgødning: 9 tCO<sub>2</sub>-e for både et svine- og kvæggyllebaseret GreenFarm anlæg.
- Metantab fra biogasanlæg: -25 tCO<sub>2</sub>-e og -21 tCO<sub>2</sub>-e for hhv. et svine- og kvæggyllebaseret GreenFarm anlæg.
- Fortrængning af fossil energi (ekskl. eget forbrug): 32 tCO<sub>2</sub>-e og 31 tCO<sub>2</sub>-e for hhv. et svine- og kvæggyllebaseret GreenFarm anlæg.
- Pyrolyse (inkl. lattergasfortrængning, kulstoflagring, transport): 66 tCO<sub>2</sub>-e og 54 tCO<sub>2</sub>-e for hhv. et svine- og kvæggyllebaseret GreenFarm anlæg.

<sup>1</sup> Benævnt som: tons carbondioxid ækvivalenter eller tCO<sub>2</sub>-e.

## 2 Introduktion

GreenFarm anlæggene er baseret på et koncept, hvor biogasanlægget er placeret på et husdyrbrug til behandling af gylle fra husdyrbruget. Anlæggene er opbygget af en udrådningstank til behandling af gyllen og produktion af biogas, der afbrændes i et gasmotoranlæg til produktion af el og varme som en fossilfri energikilde. I denne rapportering præsenteres GreenFarm anlæg baseret på et årligt biomassegrundlag på hhv. 12.000 tons svinegylle eller 9.000 tons kvæggylle.

Ved placering af biogasanlægget på husdyrbruget er det forventet, at gyllen kan udsluses hurtigere fra staldene og tilføres biogasanlægget.

I tilknytning til biogasanlægget er det også betragtet et scenarie med behandling af tørstoffractionen fra den afgassede biomasse i et eksternt pyrolyseanlæg, hvor biokullet leveres retur til husdyrbruget.

### 2.1 Rapportering

Combigas har bedt NIRAS om at udfærdige en analyse af et årligt CO<sub>2</sub>-regnskab for reduktioner af CO<sub>2</sub>-emissioner ved et standard GreenFarm anlægskoncept.

Det primære formål med analysen er at kunne præsentere GreenFarm anlægget som et bæredygtigt og miljøbevidst koncept over for kunder, medarbejdere, leverandører og andre interessenter.

## 3 Metode

Dette kapitel giver en oversigt over den anvendte metode ved beregninger af GreenFarm CO<sub>2</sub>-regnskab. I beregningerne er der anvendt data fra et standard GreenFarm biogasanlæg til behandling af hhv. 12.000 tons svinegylle og 9.000 tons kvæggylle samt data fra relevante faglige rapporter.

Opgørelsen betragter reduktioner / effekter ved at indføre et standard GreenFarm biogasanlæg ved husdyrbruget samt de CO<sub>2</sub>-emissioner, der forårsages i driften af GreenFarm anlægget ifm. metantab på anlægget samt transporter med biokul.

CO<sub>2</sub>-regnskabet er afgrænset således, at de omfatter reduktioner og emissioner forårsaget af virksomheden. Med det forstås, at disse beregninger er udført på baggrund af de processer, der sker i forbindelse med driften af biogasanlægget. Det vil sige, at der ikke er medtaget de indirekte opstrøms og nedstrøms emissioner, som udledes i forbindelse med udvinding af råstoffer til etablering og drift af anlægget og produktion af anlæggets maskinel, samt anlægsbortskaffelse.

### 3.1 Hyppigere udslusning i stalde

Landbrugets primære bidrag til drivhusgasudledninger udgøres af emissioner af klimagasserne metan og lattergas.

Ved at øge hyppigheden af gylleudslusning fra stalde til lagre reduceres udledningen af metan fra gyllen og dermed klimapåvirkningen fra landbruget. Temperaturen i gyllelagrene er lavere end i staldene, og dermed udskilles mindre metan ved hyppigere udslusning til lagrene og kortere opholdstid i staldene.

Desuden øges biogaspotentialet i gyllen ved efterfølgende afgangning, da gyllen er mere frisk, og afgangningen ikke foregår i stalden.

Med et biogasanlæg placeret på husdyrbruget optimeres muligheden for hurtig udslusning fra stalde til lager med direkte aftag til biogasanlægget fra lagertanken, således at lagringstiden af den rå gylle forkortes.

Beregningerne i denne rapport tager udgangspunkt i, at GreenFarm biogasanlæg vil reducere opholdstiden i staldene fra 15 til 5 dage.

I beregningerne er der anvendt en reduktionsfaktor på 10,9 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. tons svinegylle ved en reduceret opholdstid i staldene fra 15 til 10 dage jf. rapport fra PlanEnergi, 2021<sup>2</sup>.

Ud fra denne reduktionsfaktor er der antaget en direkte proportional sammenhæng med opholdstiden i stalden, således at der for GreenFarm biogasanlæg med svinegylle opnås en reduktionsfaktor på 21,8 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. tons svinegylle ved en reduceret opholdstid fra 15 til 5 dage.

Ud fra opgørelser i en DCA rapport fra 2018<sup>3</sup> samt ovennævnte reduktionsfaktor for svinestalde er der estimeret en reduktionsfaktor på 4,6 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. tons kvæggylle ved en reduceret opholdstid fra 15 til 5 dage.

#### Forudsætninger for beregninger:

- Reduktionsfaktor på 10,9 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. tons svinegylle ved reduceret opholdstid fra 15 til 10 dage
- Reduktionsfaktor på 21,8 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. tons svinegylle ved reduceret opholdstid fra 15 til 5 dage
- Reduktionsfaktor på 4,6 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. tons kvæggylle ved reduceret opholdstid fra 15 til 5 dage

<sup>2</sup> PlanEnergi, 2021, Rådgivningsordning for biogasfællesanlæg og deres leverandører af gylle om muligheder for at reducere gylles opholdstid i stalde og på lagre 2018-2020

<sup>3</sup> DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2018, Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget

### 3.2 Mindsket udledning af klimagasser (metan og lattergas)

I forbindelse med biogasproduktion bliver metan og lattergasemissionen fra marker og gødningslagre reduceret.

Biogas består af en blanding af hovedsageligt metan (CH<sub>4</sub>) og kuldioxid (CO<sub>2</sub>), der dannes, når organisk materiale i bl.a. gylle nedbrydes af bakterier i den anaerobe udrådningsproces i biogasanlæg. Udledningen af metan vil i forbindelse med den efterfølgende lagring af den afgassede gylle falde, fordi størstedelen af det organiske materiale, der kunne være omdannet til metan i lagrene, allerede er omdannet og fjernet i biogasanlægget. Desuden vil der være en reduceret udledning af drivhusgasser fra gyllelagre til opbevaring af rågylle til biogasanlæg, end i lagre hvor rågylle udbringes på landbrugsjorden uden afgasning i biogasanlæg, grundet en kortere opholdstid af gyllen, da gyllen til et biogasanlæg aftages løbende. Gyllen, der anvendes i biogasanlæg, får derved ikke så lang tid til at afgasse i det fri. Dette vil især give en mindsket udledning af metan, men også en mindsket udledning af lattergas.

Udledningen af lattergas vil ligeledes falde, da det organisk bundne kvælstof i gyllen, der ikke umiddelbart er plantetilgængeligt, til dels vil blive omsat til ammonium-N under afgasningsprocessen, som er plantetilgængeligt. Behandlingen af gylle i et biogasanlæg vil derfor medføre, at en større del af kvælstoffet kan optages i planterne, når det udbringes på markerne, og en tilsvarende lavere andel potentielt vil kunne omdannes til lattergas.

Den mindskede udledning af klimagasser fra landbruget ved forgasning af husdyrgødning regnes på flere måder.

På baggrund af en rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi<sup>4</sup> kan der anvendes en reduktionsfaktor på 8,72 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. produceret 1 GJ biogas. Tallet er baseret på, at gylle udgør 76% af biomasse tilført et biogasanlæg målt i ton vådvægt, mens de resterende 24% udgøres af andre biomasser. Det er indregnet, at de 24% anden biomasse kan bidrage til en udledning fra lagringen af den afgassede biomasse. Den andel af biomasseindtaget, der vil bidrage til en mindsket udledning af klimagasser, er den andel, der ellers ville blive udbragt på landbrugsarealer uden afgasning, hvis ikke det endte i et biogasanlæg. Det bemærkes, at der er stor usikkerhed på tallet, da datamateriale er begrænset, således at tallet følgelig vil ændre sig i takt med, at datagrundlaget forbedres.

I ovenstående beregning er der udelukkende medtaget mindsket udledning af metan, idet der jævnfør ovennævnte rapport, ikke er indregnet en effekt af lattergasemissioner ved biogasbehandling. Dette skyldes, at der i en rapport fra Energistyrelsen<sup>5</sup> anføres, at effekten fra biogasbehandling i forhold til udledning af lattergas, er vanskelig at kvantificere. Det skal endvidere bemærkes, at reduceret udledning af lattergas vil have stor effekt, idet lattergas er en meget kraftig drivhusgas - 298 CO<sub>2</sub>-ækvivalenter for lattergas mod 25 CO<sub>2</sub>-ækvivalenter for metan. Den anførte klimaeffekt er på den baggrund undervurderet i vist omfang.

En anden metode er den metode, der er aftalt i EU. I sommeren 2018 blev det opdaterede EU-direktiv for vedvarende energi (REDII) vedtaget<sup>6</sup>. Annex VI afsnit D til direktivet beskriver de omregningsfaktorer som blev aftalt, når det gælder afgasning af forskellige typer biomasse. Husdyrgødning generelt angives at mindske udledningen med 89 g CO<sub>2</sub> ækvivalenter/MJ ved brug til elproduktion.

Metoden anvendt til beregninger i denne rapport er metoden beskrevet af Peter Jacob Jørgensen, PlanEnergi<sup>7</sup> til beregning af mindsket udledning af både metan og lattergas fra landbruget, hvor der fås en reduktionsfaktor i

<sup>4</sup> DCE - Nationalt center for Miljø og Energi, 2016, Biogasproduktionens konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget,

<sup>5</sup> Energistyrelsen, 2016, Effekt af biogasproduktion på drivhusgasemissioner

<sup>6</sup> DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources

<sup>7</sup> PlanEnergi, Peter Jacob Jørgensen, 2009, Biogas – Grøn Energi

CO<sub>2</sub> ækvivalenter på 26 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. tons gylle for mindsket udledning af lattergas og metan ved omdannelse af husdyrgødning i biogasanlæg. Tallet er baseret på en ligelig blanding af kvæg- og svinegylle med henholdsvis 10 og 5 % tørstof og 75 % VS, samt reduktionsfaktorer, baseret på modelberegninger, på ca. 0,6 og 0,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. kg organisk stof for henholdsvis svine- og kvæggylle. Tallene er baseret på tidligere antagelser i IPCC rapport 2, hvor der anvendes emissionsfaktorer for henholdsvis CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O på 22 kg CO<sub>2</sub>/kg CH<sub>4</sub> og 310 kg CO<sub>2</sub>/kg N<sub>2</sub>O.

Forudsætninger for beregninger:

- Reduktion på 26 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. tons gylle.
- Reduktion på 34,7 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. tons svinegylle.
- Reduktion på 17,3 kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter pr. tons kvæggylle.

### 3.3 Erstatning af handelsgødning

Ved afgang af gylle i et biogasanlæg forsvinder ingen næringsstoffer i gyllen, da gasproduktionen hovedsageligt består af CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub>. De samme mængder næringsstoffer, som kommer ind med biomasserne findes efterfølgende i den afgassede gylle. Behandlingen og processen kan have en række positive effekter på næringsstofbalancerne i gyllen som gødningsprodukt. I processen sker der en ændring af kvælstofsammensætningen i gyllen. Mens det totale indhold af kvælstof er uændret, ændres forholdet mellem organisk bundet kvælstof og kvælstof på ammonium-form, således at der bliver mere af det plantetilgængelige ammonium, hvilket øger gødningsvirkningen af gyllen. I beregningerne i nærværende rapport er der estimeret et merbidrag til gødningsværdien af afgasset gylle ift. rågylle i form af mere plantetilgængeligt kvælstof. Bidraget af denne andel kvælstof vil substituere en tilsvarende mængde kvælstof i den kunstgødning, som ellers ville være brugt til afgrøderne på landbrugsarealerne.

Forudsætninger for beregninger

- Den afgassede gylle bidrager med et estimeret næringsindhold på ca. 0,2 kg ammonium-kvælstof/t gylle<sup>8</sup>
- Drivhusgasreduktion ved en mindre brug af kunstgødning er 3,7 ton CO<sub>2</sub> ækvivalenter/ton N<sup>9</sup>

### 3.4 Metantab fra biogasanlæg

I forbindelse med biogasproduktion og -behandling på biogasanlægget vil der oftest opstå et mindre metantab på anlægget fra eksempelvis tanke, gasmotoranlæg mm., der reducerer klimafordelen ved afgang af gylle, primært grundet den høje klimaeffekt for udledningen af metan. I et studie fra Dansk Gasteknisk Center<sup>10</sup>, der har målt metantabet på en række danske biogasanlæg, er der estimeret et metantab på 1,1 % af den opgivne årlige biogasproduktion fra disse anlæg, som er anvendt i beregningerne i denne rapport.

Forudsætninger for beregninger

- Metantab på biogasanlægget: 1,1 % af den årlige biogasproduktion

### 3.5 Fortrængning af fossil energi

Hvor stor en indflydelse anvendelsen af biogas har på CO<sub>2</sub>-regnskabet afhænger af hvilken energikilde, biogassen erstatter. Det kan være fossile energikilder som kul, olie, naturgas eller halm eller anden vedvarende energi.

<sup>8</sup> Landbrugscenteret, 1983, Gødningsvirkningen af afgasset og ikke afgasset gylle

<sup>9</sup> <https://www.yara.dk/godning/godning-og-miljo/reduceret-carbon-footprint/carbon-footprint-deklaration/>

<sup>10</sup> Dansk Gasteknisk Center, 2016, Pilot project for voluntary measuring program of methane leakage from biogas and upgrading plants



GreenFarm biogasanlæg anvender den producerede biogas til elproduktion i gasmotorer til eget forbrug samt til afsætning til elnettet eller til den lokale landmand. Varmeproduktion fra gasmotoren anvendes ligeledes til eget forbrug på biogasanlægget. Effekten af elproduktion fra biogas afhænger af biogassens metanindhold samt gasmotorens el-virkningsgrad, og fortrængningen af el fra det nationale el-net afhænger af de gældende emissionsfaktorer for produktionen af på det aktuelle brændselsmix hvoraf der indgår en vis andel fossilt brændsel.

I beregningerne af CO<sub>2</sub>-reduktioner for Green Farm biogasanlæg ved fortrængning af el er der anvendt nedenstående faktorer.

#### Forudsætninger for beregninger

- Biogaspotentiale: 11 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tons svinegylle og 12 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tons kvæggylle
- Metan-indhold: min. 60 %
- El-virkningsgrad på gasmotor: 29 % (EC Power, XRG1 15)
- Energi indeholder i metan 9,97 kWh/Nm<sup>3</sup>
- CO<sub>2</sub>-udledningen fra el produceret til det nationale el-net: 125 g CO<sub>2</sub>/kWh<sup>11</sup>

### 3.6 Energiforbrug på anlægget

I forbindelse med driften af biogasanlægget anvendes varme (procesvarme) og el fra anlæggets egen produktion i gasmotoranlæg, og der anvendes således ikke fossilt brændsel til drift af biogasanlægget. Energiforbrug til drift af GreenFarm biogasanlæg baseret på hhv. svinegylle og kvæggylle er opgjort til ca. 111.000 kWh og 76.000 kWh. Dette energiforbrug medregnes ikke i anlæggenes emissionsreduktioner ved fortrængning af brændsel til det nationale el-net.

Der anvendes fossile brændsler til transport til og fra det eksterne pyrolyseanlæg ved fragt af fiberfraktionen i den afgassede separerede gylle fra biogasanlægget til pyrolyseanlægget. Ved transport af gyllefibre indregnes både en afhentning og en levering af biomasse. Returnering af biokul til biogasanlægget er indregnet i returkørslerne til biogasanlægget. Tankbilerne har et forbrug på antaget minimum 1,3 km/l diesel med fuldt læs på 20 tons, og der er i beregningerne antaget en gennemsnitlig afstand til pyrolyseanlægget på 25 km. Desuden vil indførelsen af pyrolyseanlægget generere ekstra udbringning på marker, når biokul anvendes som gødning, da væskefraktionen fra separation af gylle og biokullet udbringes af to omgange. Det er antaget, at der udbringes 5 tons biokul pr. ha, og at dieselforbruget er det samme som for transport i tankbiler.

#### Forudsætninger for beregninger

- Dieselforbrug tankbiler: 1,3 km/l
- Afstand til eksternt pyrolyseanlæg: 25 km
- CO<sub>2</sub> ved afbrænding af én liter diesel er 2,7 kg (1 liter diesel vejer 835 g, og diesel består af 86,2% C eller 720 g C/l). Ved afbrændingen bruges 1.920 g O, og således bliver den samlede vægt (720 + 1920)g ~ 2,7 kg CO<sub>2</sub>/liter diesel).
- Fiberfraktion i gylle: 5%
- Andel af biokul ud af fiberfraktion: 33 %
- Udbringning af biokul: 5 tons/ha

### 3.7 Pyrolyse

For GreenFarm biogasanlæggene planlægges det, at fiberfraktionen i den afgassede gylle behandles i et eksternt pyrolyseanlæg. I pyrolyseanlægget opvarmes gyllefibre op til 600°C, hvorved biomassen omdannes til gas og biokul. Gassen kan anvendes direkte til varmereproduktion eller opgraderes til biobrændstof. Biokullet kan anvendes som gødningsprodukt på landbrugsmarker på samme måde som rå eller afgasset gylle.

<sup>11</sup> Energinet, 2021, Miljøvaredeklaration af 1 kWh el, 2020

Fortrængning af fossile brændsler ved anvendelse af pyrolysegassen tilgår ikke biogasanlægget i dette scenarie, da behandlingen foregår ved eksternt firma. Biokullet vil blive leveret retur til biogasanlægget og anvendt som gødning.

Ved pyrolyse af gyllefibrene bliver ca. 50% af biomassens kulstof fikseret som biokul, og biokullet består af ca. 60-90% fikseret, stabilt kulstof<sup>12</sup>. Dette kulstof tilbageføres til landbrugsjorden, når biokullet anvendes som gødning på markerne. Pyrolyseret biomasse har et højere potentiale for kulstofsekvistering i jorden end ikke-pyrolyseret biomasse, og lagres i jorden i flere hundrede år. Derved reduceres udledningen af CO<sub>2</sub> fra udbringning af gylle.

Pyrolyse af gyllefibrene har desuden den effekt, at en stor del af kvælstofindholdet i gyllefibrene omsættes til frit kvælstof i pyrolysegassen og den resterende kvælstof i biokullet findes primært som plantetilgængeligt kvælstof, der optages i jorden. Dermed reduceres emissionerne af lattergas fra den afgassede gylle. Den yderligere forbedrede gødningsværdi af biokullet sammenlignet med afgasset gylle medtages ikke som et bidrag til CO<sub>2</sub>-reduktioner, da mængden af gødning i form af biokul, og dermed erstatning af handelsgødning, vil være mindre end mængden af gødning fra den afgassede gyllefiberfraktion. Det antages, at den forbedrede gødningskvalitet i biokullet modsvarer den mindre mængde gødning i den afgassede gyllefiberfraktion der er tilbage i biokullet.

#### Forudsætninger for beregninger

- Kulstofindhold i gyllefiberfraktion: 50 kg/ton<sup>13</sup>
- Fiksering af kulstof i biokul: 50%
- Andel kvælstof optaget i jorden ved biokul: 90 %
- Kvælstofindhold i gyllefiberfraktion: 5,69 kg N/t og 6,14 kg N/t for hhv. svine- og kvæggylle<sup>14</sup>
- Kvælstofindhold i gyllefiberfraktion: 15 % af kvælstofindhold i den afgassede gylle
- Andel kvælstof forbrændt til frit kvælstof ved pyrolyse: 50 %<sup>15</sup>

<sup>12</sup> DTU v. Jesper Ahrenfeldt, 2019, Pyrolyse forgasning af afgasset gylle

<sup>13</sup> [https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2010/978-87-92668-03-5/html/kap43\\_eng.htm#43.2.8](https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2010/978-87-92668-03-5/html/kap43_eng.htm#43.2.8)

<sup>14</sup> DJF, 2001, Reduktion af drivhusgasemission

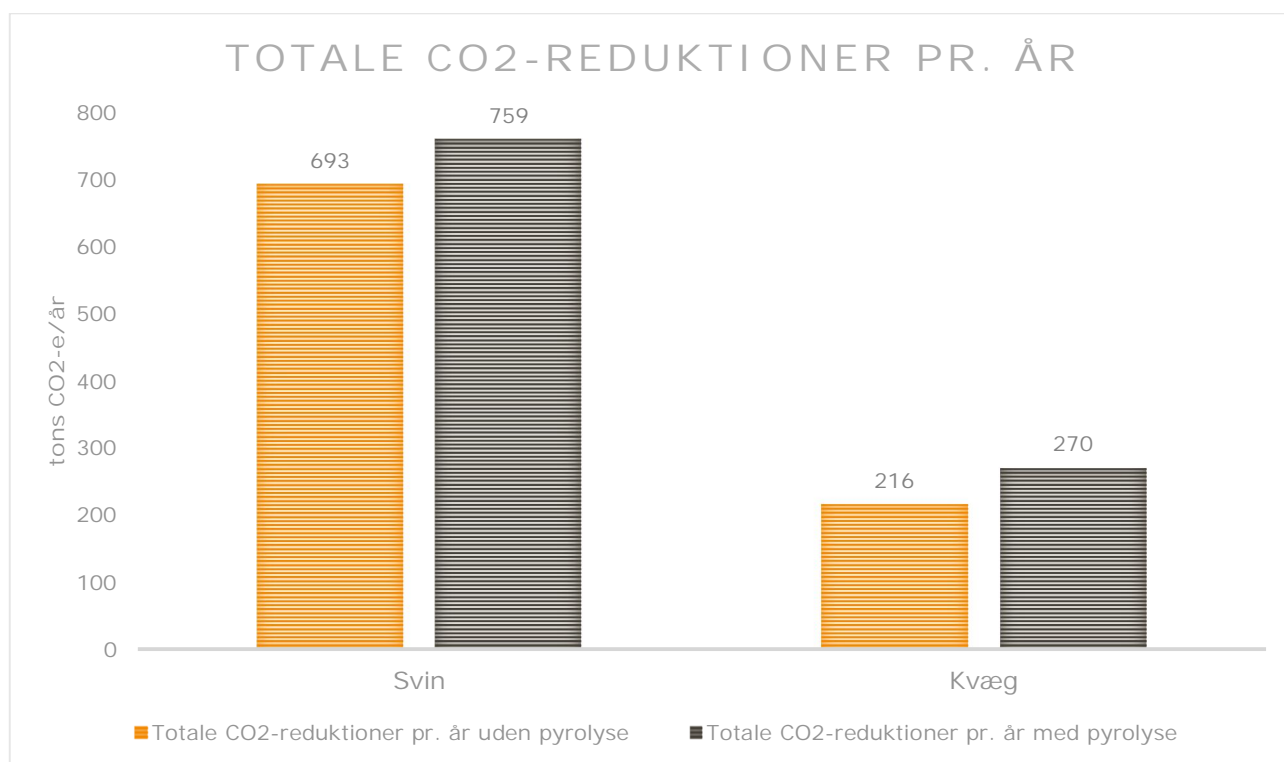
<sup>15</sup> [https://www.landbrugsinfo.dk/public/5/f/7/jord\\_jordbearbejdning\\_kulstoflagring\\_jorden\\_gavner\\_klima](https://www.landbrugsinfo.dk/public/5/f/7/jord_jordbearbejdning_kulstoflagring_jorden_gavner_klima)

## 4 Resultater

I dette afsnit præsenteres resultaterne af CO<sub>2</sub>-regnskab for et standard GreenFarm biogasanlæg for Combigas. Resultaterne er kategoriseret i de forskellige bidrag til CO<sub>2</sub>-regnskabet på biogasanlægget.

### 4.1 Samlet CO<sub>2</sub>-reduktionspotentiale

De totale CO<sub>2</sub>-reduktioner<sup>16</sup> fra et GreenFarm biogasanlæg eksklusiv pyrolyse for et år er estimeret til hhv. 693 tCO<sub>2</sub>-e/år for et biogasanlæg baseret på svinegylle og 216 tCO<sub>2</sub>-e/år for et biogasanlæg baseret på kvæggylle. Inkluderes pyrolyse af det afgassede slam fås CO<sub>2</sub>-reduktioner på 790 tCO<sub>2</sub>-e/år for et biogasanlæg baseret på svinegylle og 321 tCO<sub>2</sub>-e/år for et biogasanlæg baseret på kvæggylle.



Figur 4.1: CO<sub>2</sub>-reduktioner

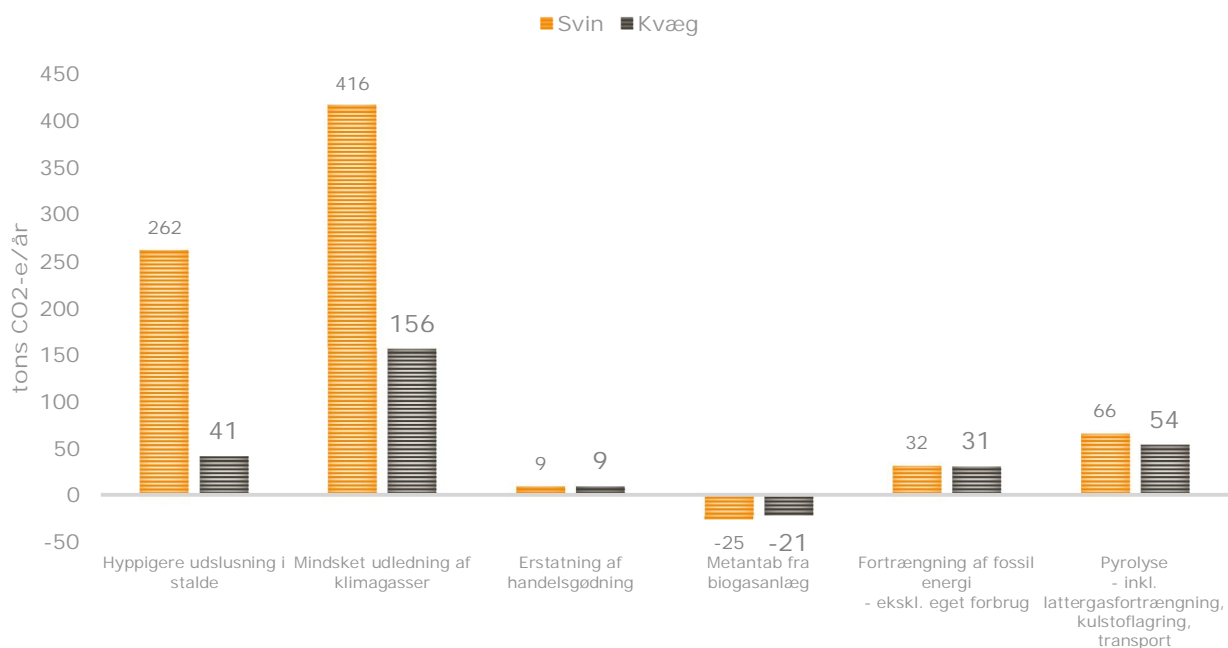
### 4.2 CO<sub>2</sub>-regnskab fordelt på bidrag

Tabellen og diagrammet nedenfor viser CO<sub>2</sub>-reduktioner og -emissioner opdelt i de enkelte bidrag fra biogasanlægget. Egetforbrug af biogas på anlægget er fratrukket fortrængningen af fossil energi. De største bidragsydere til CO<sub>2</sub>-reduktionerne er mindskede udledning af klimagasser fra landbruget ved afgasning af gylle i biogasanlægget.

<sup>16</sup> Svarende til potentielt reducerede CO<sub>2</sub>e udledninger

Bidrag		CO <sub>2</sub> -reduktionspotentiale pr. år	
		Svin	Kvæg
Hyppigere udslusning i stalde	tons CO <sub>2</sub> -e/år	262	41
Mindsket udledning af klimagasser	tons CO <sub>2</sub> -e/år	416	156
Erstatning af handelsgødning	tons CO <sub>2</sub> -e/år	9	9
Metantab fra biogasanlæg	tons CO <sub>2</sub> -e/år	-25	-21
Fortrængning af fossil energi - ekskl. eget forbrug	tons CO <sub>2</sub> -e/år	32	31
Pyrolyse - inkl. lattergasfortrængning, kulstoflagring, transport	tons CO <sub>2</sub> -e/år	66	54
Total uden pyrolyse	tons CO <sub>2</sub> -e/år	693	216
Total med pyrolyse	tons CO <sub>2</sub> -e/år	759	270

## BIDRAG TIL CO<sub>2</sub>-REDUKTIONER



### 4.3 Perspektivering

Når der regnes på projektspecifikke udledninger og reduktionspotentialer benyttes IPCC<sup>17</sup> GWP100<sup>18</sup>. Dette blandt andet for at kunne sammenligne direkte imellem projekter. Men GWP20 benyttes også i debatten om klima for blandt andet for at fremhæve metan, som en drivhusgas med en stor effekt på klimaet, inden for en kort tid. Dette for at pointere den hurtigere effekt på klimaet ved at reducere netop metan-udledningen.

GWP100 bliver benyttet som faktor til at sammenligne den relative effekt forskellige drivhusgasser har. Men forskerne har udviklet en række andre faktorer, der kan benyttes til at sammenligne de enkelte drivhusgassers effekt. Disse kan være baseret på forskellige tidshorisonter som klimaeffekten har eller forskellige metoder til at beregne klimaeffekten. Her benyttes blandt andet GWP20 som alternativ til GWP100.

Ligesom GWP100 er baseret på den energi, der absorberes af drivhusgassen over 100 år, så er GWP20 baseret på den energi, der absorberes af drivhusgassen over 20 år. Det betyder at GWP20 prioriterer drivhusgasser med en kortere livstid, fordi den ikke tager hensyn til effekten efter 20 år.

Fordi alle drivhusgasser er beregnet i forhold til CO<sub>2</sub>, vil en kortere tidshorizont resultere i større effekt for drivhusgasser med en kortere levetid. Eksempelvis CH<sub>4</sub> (metan), som har en kort levetid på 12 år og som har en GWP 100 på 28 kg CO<sub>2</sub>e / kg CH<sub>4</sub>, men som har en GWP 20 på 84 kg CO<sub>2</sub> / kg CH<sub>4</sub>. Til sammenligning har N<sub>2</sub>O (lattergas) en længere levetid på 121 år, en GWP 100 på 265 kg CO<sub>2</sub> / kg N<sub>2</sub>O og en GWP 20 på 264 kg CO<sub>2</sub> / kg N<sub>2</sub>O<sup>19</sup>.

I forbindelse med dette projekt er der herunder oplistet de faktorer, som har indflydelse på de enkelte bidrag.

Bidrag	Drivhusgas	GWP100	GWP20
Hyppigere udslusning i stalde	Metan	28	84
Mindsket udledning af klimagasser	Metan	28	84
Erstatning af handelsgødning	Lattergas	265	264
Metantab fra biogasanlæg	Metan	28	84
Fortrængning af fossil energi (ex. egetforbrug)	Kombination <sup>20</sup>	125	130
Pyrolyse (inkl. N <sub>2</sub> O fortræng., kulstoflag., transport)	Hovedsagelig lattergas <sup>21</sup>	265	264

<sup>17</sup> FN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

<sup>18</sup> Global Warming Potential (GWP) svarende til drivhusgaseffekten set over 100 år.

<sup>19</sup> Jf. IPCC Fifth Assessment Report (AR5) svarende til IPCC's seneste 5. Rapport fra 2014.

<sup>20</sup> Består af bidrag fra CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. GWP20 er beregnet vha. oplysninger på Energinet.dk's varedeklaration for udledningsfaktoren for elproduktion i 2020.

<sup>21</sup> Hvor bidraget fra lattergas fortrængning (N<sub>2</sub>O som er næsten ens for GWP100 og GWP20) og kulstoflagringen (CO<sub>2</sub> som er den samme for GWP100 som for GWP20) udgør ca. 95% af det samlede bidrag fra Pyrolyse.

Ovenstående resulterer i følgende CO<sub>2</sub>-reduktionspotentiale ved GWP100 henholdsvis GWP20.

CO <sub>2</sub> -reduktionspotentiale	GWP100		GWP20	
	tons CO <sub>2</sub> -e/år		tons CO <sub>2</sub> -e/år	
	Svin	Kvæg	Svin	Kvæg
Bidrag				
Hyppigere udslusning i stalde	262	41	785	124
Mindsket udledning af klimagasser	416	156	1248	468
Erstatning af handelsgødning	9	9	9	9
Metantab fra biogasanlæg	-25	-21	-75	-64
Fortrængning af fossil energi (ex. egetforbrug)	32	31	33	32
Pyrolyse (inkl. N <sub>2</sub> O fortræng., kulstoflag., transport)	66	54	65	54
Total uden pyrolyse	693	216	2000	570
Total med pyrolyse	759	270	2065	623