

## Gyllehåndtering og forbehandling, optimering

Energi- og Omkostningsoptimering af Bionaturgasproduktion  
EUDP jr. nr. 64018-0512



**NORDJYLLAND**  
Jyllandsgade 1  
DK-9520 Skørping  
Tel. +45 9682 0400  
Fax +45 9839 2498

**MIDTJYLLAND**  
Vestergade 48 H, 2. sal  
DK-8000 Aarhus C  
Tel. +45 9682 0400  
Fax +45 8613 6306

**25. november 2020**

**SJÆLLAND**  
A.C. Meyers Vænge 15  
DK-2450 København SV  
Tel.: +45 2224 2562

[www.planenergi.dk](http://www.planenergi.dk)  
[planenergi@planenergi.dk](mailto:planenergi@planenergi.dk)

CVR nr.: 7403 8212

Sags. nr. 19-002

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>FORORD</b>	<b>3</b>
1.1	Indledning	3
<b>2</b>	<b>KONKLUSION OG OPSUMMERING</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>RØRTRANSPORT SOM SUPPLEMENT TIL VEJTRANSPORT</b>	<b>7</b>
3.1	Rørtransport til enkel leverandør	7
3.2	Rørtransport via lagertank til flere leverandører (fordelingsnet)	9
<b>4</b>	<b>HYPPIGERE UDSLUSNING I SVINESTALDE</b>	<b>14</b>
4.1	Metanemission fra svinestalde	17
4.2	Gylletemperaturens betydning for metanudledning i stalde og tanke	18
<b>5</b>	<b>TILTAG FOR ØGET TØRSTOF I RÅGYLLE</b>	<b>20</b>
5.1	Reduktion af vaskevand	21
5.2	Øge tørstofindhold ved iblanding af dybstrøelse og foderrester.	23
5.3	Betalingsfordeling af halmpiller til brug som strøelse ved landmænd	25
5.4	Filterkasse fra Landia	26
<b>6</b>	<b>POTENTIELLE UDVIKLINGSOMRÅDER</b>	<b>30</b>

# 1 Forord

Denne rapport er udarbejdet i projektet "Energi- og Omkostningsoptimering af bionaturgasproduktion", EUDP jr. nr. 64018-0512. De deltagende parter er Dansk Gasteknisk Center a/s (projektleder), PlanEnergi, Aarhus Universitet, Biogas Danmark (tidl. Foreningen Biogasbranchen), Evida og Dansk Fagcenter for Biogas. Projektets formål er at foreslå tiltag, der kan forøge indtægter og at reducere omkostninger til produktion af opgraderet biogas (biogas, der bliver opgraderet og sendt til gasnettet), samt foreslå tiltag, der kan reducere klimabelastningen.

Projektet er delvis finansieret af det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP), der er en offentlig tilskudsordning. Ordningen støtter ny teknologi på energiområdet, som kan bidrage til at indfri Danmarks målsætninger inden for energi og klima. Projektet startede i januar 2019 og afsluttes i november 2020.

Denne rapport er resultatet af arbejds pakken AP 3 – Gyllehåndtering og forbehandling, optimering og er udarbejdet af:

Anders H. Nedergaard, PlanEnergi

Jacob Rosholm Mortensen, PlanEnergi

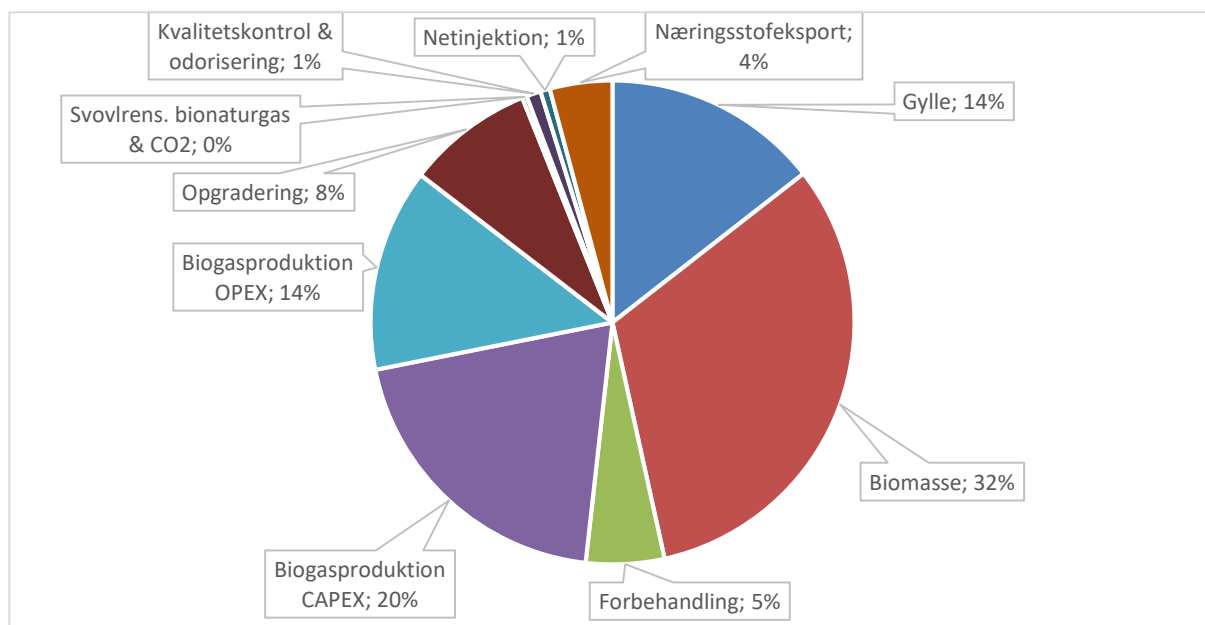
Karl Jørgen Nielsen, PlanEnergi

Line Borup, PlanEnergi

Projektets offentliggjorte resultater kan frit citeres med kildeangivelse.

## 1.1 Indledning

Formålet med arbejds pakke 3 er at identificere muligheder for at reducere omkostninger og metantab i gyllehåndtering og forbehandling inden gyllen leveres til biogasanlægget. I arbejds pakke 2 blev produktionsomkostninger af opgraderet biogas nedbrudt i omkostninger i relation til biomasseinput, biogasproduktion, opgradering samt yderligere udspecificeringer. Dette fremgår af Figur 1.



Figur 1: Omkostninger ved produktion af opgraderet biogas ved stort biogasmodelanlæg m. aminopgradering

Resultaterne af arbejdet i AP2 viser, at omkostninger der relaterer sig til gylle, biomassekøb og forbehandling til sammen udgør en væsentlig del af den samlede udgift ved produktion af opgraderet biogas. Omkostninger udgør for de tre forskellige modelbiogasanlæg hhv.

- Mindre biogasanlæg inkl. membran opgradering - 40 %
- Mellemstort biogasanlæg inkl. amin opgradering - 49 %
- Stort biogasanlæg inkl. amin opgradering - 51 %
- Meget stort biogasanlæg inkl. amin opgradering – 53 – 54 %.

Derved er det vigtigt at undersøge, hvilke tiltag der kan gennemføres i forbindelse med biomasseinput og gyllehåndtering for at reducere de overordnede omkostninger ved produktion af opgraderet biogas. Denne arbejdsplan vil gennemgå en række relevante tiltag i relation til optimering af gyllehåndtering og forbehandling. De fem overordnede tiltag, der vil fokuseres på i dette notat, er;

- Rørtransport i stedet for vejtransport som en mulighed for at spare omkostninger og reducere CO<sub>2</sub>-udledningen ved transport af gylle mellem leverandør og biogasanlæg.
- Gyllehåndteringsomkostninger hos leverandørerne med fokus på hyppigere udslusning og afhentning, for at få en frisk gylle til biogasanlægget, samt at reducere metantabet fra staldene.
- Tre forslag med løsningsmodeller for at øge tørstofprocenten i rågylle før transport, her vil der være fokus på reduktion af vaskevand og forbehandling af rågylle hos leverandøren før transport.

Gennemgående i notatet er tiltagenes økonomiske gevinst sat i relation til potentielle besparelser på modelanlæggene i Tabel 1 fra arbejdsplan 2. Opgraderingsteknologien på de store anlæg er valgt til at være aminopgradering. Dette er valgt, fordi der kræves flere vandskrubber enheder for at rense alt gasen, hvilket gør løsningen dyr og pladskrævende.

Tabel 1: Modelanlæg fra arbejdsplan 2

Modelanlæg	Mindre biogasanlæg (Stort gårdanlæg / mindre fællesanlæg) <i>Anlæg 1-M</i>	Mellemstort biogasanlæg (mellemstort fællesanlæg) <i>Anlæg 2-A</i>	Stort biogasanlæg (stort fællesanlæg / industrianlæg) <i>Anlæg 3-A</i>	Meget stort biogasanlæg (meget stort industrianlæg) <i>Anlæg 4a-A og Anlæg 4b-A</i>
Procestemperatur	52 °C	52 °C	52 °C	52 °C
Biomasseinput	130.000 tons/år	420.000 tons/år	840.000 tons/år	1.780.000/1.030.000 tons/år
Metaneksport til gasnet	4.300.000 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	12.900.000 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	25.800.000 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	51.600.000 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Opgraderingsanlæg	Membran	Aminskrubber	Aminskrubber	Aminskrubber

## 2 Konklusion og opsummering

Af Tabel 2 fremgår en opsummering på de besparelspotentialer, der er fundet på optimeringstiltag i denne arbejdsplan.

Tabel 2: Besparelspotentialer ved implementering af optimeringstiltag i kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>

Tiltag	Omkostningsændring ved modelanlæg kr./Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>				
	1M	2A	3A	4a-A	4b-A
Pumpeledning – til én leverandør	0,015	0,005	0,003	0,001	0,001
Pumpeledning – fordelingsnet	0,055	0,018	0,009	0,005	0,005
Reduktion af vaskevand	- 0,014	- 0,016	- 0,017	- 0,019	- 0,011
Hyppigere udslusning	- 0,012	- 0,012	- 0,012	- 0,012	0,009
Iblanding af dybstrøelse	- 0,011	- 0,012	- 0,012	- 0,012	0,005
Filterkasse til separation	- 0,036	- 0,038	- 0,038	- 0,038	- 0,020

Pumpeledning frem for rørtransport skal ikke ses som en fuldstændig erstatning for lastbiltransport, men en mulig løsning for transport fra de landmænd der ligger tættere på anlægget, og hvor der samtidig er en relativ stor mængde gylle samlet. I de to eksempler der medtages, er økonomien undersøgt ved at pumpe, ca. 5.000 og 10.000 tons gylle 3,5 km direkte ind til biogasanlægget.

Yderligere er det undersøgt, hvorvidt det er muligt at etablere en fælles pumpeledning fra ni leverandører, plus rørføring til og fra samletank til hver leverandør, men det er fundet i dette scenarie, at omkostninger er for høje til en gyllemængde på ca. 53.600 tons.

En pumpeledning vil have positive effekter i forhold til hurtig udslusning fra staldene, da gyllen kan pumpes direkte til biogasanlægget, lige så snart det har forladt stalden. Det kan også betyde at leverandøren sparer en investering i en større fortank, hvis det var en nødvendighed for hurtig udslusning. Desuden vil der være en miljøgevinst i en pumpeledning frem for vejtransport, da CO<sub>2</sub>-udledningen reduceres med reduktion af dieselforbrug.

Hyppig udslusning fra stalde er et tiltag, der kan øge metanpotentialet i svinegylle, ved at gyllen hurtigere kommer ud fra den varme stald til den i forvejen køligere fortank. Det betyder, at der tabes mindre metan i stalden, og at nedkølingen i fortanken reducerer de metanproducerende mikroorganismers aktivitet og dermed metanproduktionen. I det lille anlæg forventes et øget metanpotentiale på ca. 50.000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/år. Omkostningen dertil vil være hyppigere trækning af gyllepropper i stalden, og enkelte steder vil det kræve investering i større fortank. Niveauet vil ligge på 3,64 kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> i omkostninger.

Reduktion af vaskevand fra svinestalde, er et tiltag med relativt stort potentiale og få omkostninger. Ved mange stalde vil det kræve, at vaskevandet kan ledes udenom afhentningstanken og direkte til lagertanken hos leverandøren. Gennemsnitlig er der ca. 7% vaskevand i rågyllen, og kan man undgå at få det med til biogasanlægget, vil det spare transport, opvarmning og pumpning af vand der er uden biogaspotentiale, og det kan give plads til at anlægget kan få tilført anden gylle, der kan øge produktionen. Potentialet i kr./år i at undgå transport af vaskevand i svinegylle til biogasanlægget er beregnet for modelanlæggene.

Alternativt kan anlægget få plads til ekstra gylle fra en ny leverandør, og den gasproduktion, der kommer fra denne gyllemængde, kan erstatte indkøbt majs for ca. 93.000 kr. ved anlæg 1.

Muligheder for at hæve tørstoffet i fortanken hos leverandøren, undersøges i forhold til om der kan iblandes dybstrøelse eller andre biomasser. Fordelen for biogasanlægget vil være, at det ikke kræver forbehandling på anlægget, når det er sammenblandet hos leverandøren, og det vil minimere antallet af fremmedlegemer i dybstrøelsen.

### 3 Rørtransport som supplement til vejtransport

Som et led i at reducere gyllehåndteringsomkostninger, undersøges fordelene ved at transportere gylle via rør som supplement til vejtransport både med hensyn til økonomi og miljøbelastning. Dette undersøges med udgangspunkt i to scenarier;

1. Rørtransport fra biogasanlæg til én enkelt leverandør
2. Rørtransport fra biogasanlæg via en samletank til et fordelingsnet, hvor ni leverandører er tilkøbet.

#### 3.1 Rørtransport til enkel leverandør

Tabel 3 viser et prisoverslag for omkostninger ved etablering af en pumpeledning mellem leverandør og biogasanlæg.

Priserne på materialer og årlige driftsomkostninger er undersøgt hos en leverandør på markedet.

Priser for montage af rør er naturligvis afhængige af landskabelige forhold, så som diger, åer og større vej anlæg, der kan kræve underboringer.

Nedenstående eksempel viser et overslag over rentabiliteten i at etablere en pumpeledning til en større leverandør (5.000 og 10.000 tons gylle) indenfor en kortere afstand på 3,5 km. Derudover forudsættes det, at leverandøren tager samme mængde afgasset gylle retur. Rågyllen og den afgassede gylle holdes adskilt i en frem- og returledning for at mindske smittefare. Det kræver, at der er, eller installeres en omrører i fortanken, for at sikre, at rågyllen er homogen inden den pumpes til biogasanlægget.

Tabel 3: Prisoverslag for pumpeledning ved leverandør

Priser for pumpeledning ved leverandør – direkte til anlæg				
Nedgravning af rør, begge veje pr. km	340.750 kr.	3,50	km	1.192.625
El tilslutning ved fortank hos landmand, 30 amp.	45.000 kr.	1	stk.	45.000
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000 kr.	1	stk.	75.000
Krydsning asfalt	17.900 kr.	1	steder	17.900
			<b>Total</b>	<b>Kr. 1.330.525</b>

Forudsætninger for beregningerne er fastsat til en levetid på ledningen på 20 år samt 10 % i rente. Transportomkostningen med lastbil er i dette eksempel indregnet til 15,00 kr./tons (ved 4,0 km gns. afstand). Det svarer til en årlig udgift på 75.000 kr. og 150.000 kr. for hhv. 5.000 og 10.000 ton gylle.

Elforbrug er indregnet til 0,7 kWh/tons rågylle og afgasset gylle, ud fra at der er en pumpe og omrører både hos leverandør og biogasanlæg. Prisen på elektricitet er 484 kr./MWh Pumpekapaciteten er indregnet til 60 tons i timen.

Årlige driftsudgifter	Kr./år ved 5.000 tons	Kr./år ved 10.000 tons
Elforbrug pr. tons rågylle 0,7 kWh/tons	- 1.694 kr.	- 3.388 kr.
Elforbrug pr. tons afgasset gylle 0,7 kWh/tons	- 1.694 kr.	- 3.388 kr.
Drift & vedligeholdelse pr. år 0,75 kr./ton/år	- 3.750 kr.	- 7.500 kr.
I alt driftsudgifter	- 7.138 kr.	- 14.276 kr.

Årlige omkostninger for pumpeledning	Kr./år ved 5.000 tons	Kr./år ved 10.000 tons
Levetid (år)	20	20
Rente	10%	10%
Scrapværdi	- kr.	- kr.
Årlig ydelse	- 159.409 kr.	- 159.409 kr.
El og vedligehold, samt pasning	- 7.138 kr.	- 14.276 kr.
Samlede årlige udgifter	- 166.547 kr.	- 173.685 kr.

Sparet transport 11 kr./tons (4 km afstand)	55.000 kr.	110.000 kr.
---	------------	-------------

<b>Simpel rentabilitets beregning overskud pr. år</b>	<b>- 111.547 kr.</b>	<b>- 63.685 kr.</b>
---	----------------------	---------------------

Med ovenstående forudsætninger er investeringen ikke rentabel ved en mængde gylle på ca. 5.000 eller 10.000 tons/år indenfor samme afstand.

Forudsat at der er muligt at pumpe en stor mængde på ca. 10.000 tons gylle fra en leverandør ved hvert modelanlæg, findes potentialet i  $\text{øre}/\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ , som fremgår af Tabel 4.

Tabel 4: Potentiale ved pumpeledning ved modelanlæggene.

Potentiale ved modelanlæg	Anlæg 1M	Anlæg 2A	Anlæg 3A	Anlæg 4a-A	Anlæg 4b-A
Omkostningsændring kr./pr år	63.685	63.685	63.685	63.685	63.685
Produceret $\text{Nm}^3 \text{CH}_4$ pr. år	4.300.000	12.900.000	25.800.000	51.600.000	51.600.000
<b>Omkostningsændring kr./<math>\text{Nm}^3 \text{CH}_4</math></b>	<b>0,015</b>	<b>0,005</b>	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>

En evt. gevinst af pumpeledning set i forhold til vejtransport, er en reduceret  $\text{CO}_2$ -udledning, som det kan ses af Tabel 5.

Tabel 5: Sammenligning af  $\text{CO}_2$  emission ved transport af gylle ved vejtransport og pumpeledning

$\text{CO}_2$ emission ved transport af gylle	kg. $\text{CO}_2$ -ækv. pr. år (5000 tons)	kg. $\text{CO}_2$ -ækv. pr. år (10.000)
Pumpeledning (elforbrug 0,7 kWh/tons)	132	265
Vejtransport (39 tons pr. læs, 1,3 liter diesel pr. km)	1.843	3.686

$\text{CO}_2$  emission 0,054 kg  $\text{CO}_2$ -ækv. / $\text{kWh}_{\text{el}}$

$\text{CO}_2$  emission 2,67 kg  $\text{CO}_2$ -ækv. /liter diesel<sup>1</sup>

I forbindelse med at reducere transportomkostninger, og  $\text{CO}_2$ -udledningen vil det alligevel være relevant at undersøge realiserbarheden af en pumpeledning hos de større leverandører af gylle. Yderligere er dette især relevant ved mindre biogasanlæg, hvor det er kortere afstande til nærmeste leverandører.

<sup>1</sup> EIA, 2020, [https://www.eia.gov/environment/emissions/co2\\_vol\\_mass.php](https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.php), besøgt 2020.19.03



### 3.2 Rørtransport via lagertank til flere leverandører (fordelingsnet)

Det er ligeledes blevet undersøgt, om der er nogle fordele ved at transportere gyllen i pumpeledning over længere afstande i sammenspil med en samletank, som flere leverandører leverer ind på. Dette kan især være relevant ved større fællesanlæg, hvor der ofte er brug for en større radius og derved en større mængde biomassepotentiale.

I projektet er der regnet med et fordelingsnet med pumpeledning fra 9 leverandører til en fælles samletank. Der tages udgangspunkt i en afstand på 4 km hovedledning fra biogasanlæg til samletank og derudover yderligere et par km til hver leverandør, jf. Tabel 6.

Tabel 6: Omkostninger pr. leverandør

<b>Leverandør 1 – 6.500 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	1,00	km	340.750 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
<b>Total</b>				<b>478.650 kr.</b>

<b>Leverandør 2 – 5.500 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	0,20	km	68.150 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	2	steder	35.800 kr.
<b>Total</b>				<b>223.950 kr.</b>

<b>Leverandør 3 – 4.500 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	1,00	km	340.750 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
<b>Total</b>				<b>478.650 kr.</b>

<b>Leverandør 4 – 5.500 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	0,75	km	255.563 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
<b>Total</b>				<b>393.463 kr.</b>

<b>Leverandør 5 – 4.700 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	1,20	km	408.900 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.

Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
Total				546.800 kr.

<b>Leverandør 6 – 9.500 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	0,85	km	289.638 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
Total				427.538 kr.

<b>Leverandør 7 – 4.700 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	0,30	km	102.225 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
Total				240.125 kr.

<b>Leverandør 8 – 4.000 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	1,50	km	511.125 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
Total				649.025 kr.

<b>Leverandør 9 – 8.000 tons gylle</b>				
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750	0,95	km	323.713 kr.
El tilslutning fortank ved landmand 30 amp	45.000	1	stk	45.000 kr.
Pumpe fortank (1 pr. leverandør)	75.000	1	stk	75.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900	1	steder	17.900 kr.
Total				461.613 kr.

Den fælles samletank er forudsat til at være 500 m<sup>3</sup>, størrelsen på den enkelte tank skal afklares endelig, når vi kender de enkelte leverandørers leveringsmængder, således at den enkelte altid kan tømme sine staldsektioner uden at skulle vente på, at der bliver plads i indsamlingstanken.

Ligesom der installeres en omrører i fortank ved hver leverandør, installeres der også en omrører i indsamlingstanken, da det er vigtigt at gyllen er homogen, inden den via en dykpumpe pumpes videre til biogasanlægget.

Pumpeledninger fra den enkelte leverandør til samletanke afsluttes ved samletanken med et individuelt overpumpningsrør med hævertventil, for at undgå tilbageløb. Det er vigtigt, at rågyllen i samletanke omrøres til en homogen gylle, før den pumpes videre i rørledningerne. Der etableres en hydrant (hane) pr. km på hovedledning, hvilket er nødvendigt for at kunne rengøre og spule ledningen ved tilstopning. Yderligere, for at undgå rørsprængninger pga. produktion af metangas i lukkede rørledninger, etableres der udluftninger ved hver hydrant, altså for hver km. I forbindelse med udluftningen etableres også små aktive kulfiltre for at undgå lugtproblemer.

Hovedledning:	Pris	Pris info	Antal	Total
Samlings-station	252.500 kr.		1 stk.	252.500 kr.
Hydrant	20.000 kr.		3 stk.	60.000 kr.
Nedgravning rør, begge veje pr. km	340.750 kr.		4 km	1.363.000 kr.
Krydsning asfalt	17.900 kr.		4 stk.	71.600 kr.
Opstart pr. km	26.675 kr.		4 stk.	106.700 kr.
Styrestrøm pr. km	42.000 kr.		4 km	168.000 kr.
el tilslutning pumper fra samletank 75 amp	112.500 kr.	1500 kr./amp + el skab	1 stk.	112.500 kr.
Lodsejererstatning kr. /km	50.000 kr.		4 stk.	200.000 kr.
Montagepris	2 %			42.686 kr.
I alt inkl. montage				2.376.986 kr.

Samlede investeringer	kr.
9 Leverandører	3.899.813 kr.
Montagepris 2% ekskl. lodsejererstatning	77.996 kr.
Hovedledning inkl. montage	2.376.986 kr.

Total	6.354.795 kr.
-------	---------------

De samlede investeringsomkostninger er ca. 6.4 mio. kr. dette er sammenlagt for fordelingsnet fra de ni leverandører til samletanken og hovedledning fra samletank til biogasanlægget.

Elforbrug er indregnet til 0,88 kWh/tons rågylle og 0,83 kWh/tons afgasset gylle, ud fra at der er en pumpe og omrører både hos leverandør og biogasanlæg. Pumpekapaciteten er indregnet til 60 tons i timen. Elprisen er 484 kr./MWh. Drift og vedligehold af pumpe og ledning er beregnet ud fra ca. 1,5 time til en neddykket pumpe og omrører.

Transportomkostningen med lastbil er i dette eksempel 7,00 kr. i startomkostninger og 1,00 kr. pr. km. Det svarer til en årlig udgift på 635.390 kr.

Forudsætninger for beregningerne er fastsat til en levetid på ledningen på 20 år samt 5 % i rente.

Årlige driftsudgifter ved rørtransport	Kr./år
Elforbrug pr. tons rågylle 0,88 kWh/tons	- 22.829 kr.
Elforbrug pr. tons afgasset gylle 0,83 kWh/tons	- 21.532 kr.
Drift & vedligeholdelse pr. år 1,5 kr./ton/år	- 80.400 kr.
I alt	- 124.762 kr.

Transportomkostninger ved vejtransport	
Sparet transport 7 kr. i start, 1 kr. pr. km <sup>2</sup>	635.390 kr.
I alt sparede transportudgifter	635.390 kr.

<sup>2</sup> Indregnede omkostninger ved transport af gylle 7 kr./ton i startomkostninger plus 1 kr./ton/km Ud fra 850 kr./time til lastbil med tanksættevogn og en gns. Hastighed på vejene på 45 km/time.

<b>Ydelsesberegning for pumpeledning</b>	
Levetid, år	20 år
Rente	10 %
Årlig ydelse	- 746.432 kr.
El og vedligehold, samt pasning	- 124.762 kr.
Samlede årlige udgifter	- 871.193 kr.
<b>Simpel rentabilitetsberegning</b>	<b>- 235.803 kr.</b>

Med ovenstående forudsætninger giver det ikke et overskud med en fælles pumpeledning ved 9 leverandører inkl. rørføring til samletank til hver leverandør. Dette skyldes at omkostningerne ved etablering er for høje i forhold til at benytte vejtransport til at flytte gyllemængden på 53.600 tons.

<b>Følsomhedsberegninger</b>	
Længere levetid + 5 år	- 189.467 kr.
Rente 5% lavere	703 kr.
Længere levetid + 5 år (25 år) og 5% lavere rente (5%)	59.740 kr.
Investering - 10 %	161.160 kr.
Investering + 10 %	- 310.446 kr.

Forudsat, at det er muligt at etablere et fordelingsnet ved alle modelanlæggene ved tilsvarende mængder og afstande, findes potentialet i øre/Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, som fremgår af Tabel 7.

Tabel 7: Potentiale ved pumpeledning ved de tre modelanlæg

Potentiale ved modelanlæg	Anlæg 1-M	Anlæg 2-A	Anlæg 3-A	Anlæg 4a-A	Anlæg 4b-A
Omkostningsændring Kr./pr år	235.803	235.803	235.803	235.803	235.803
Produceret Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> pr. år	4.300.000	12.900.000	25.800.000	51.600.000	51.600.000
<b>Omkostningsændring Kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub></b>	<b>0,055</b>	<b>0,018</b>	<b>0,009</b>	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>

En gevinst af pumpeledning set i forhold til vejtransport, er en reduceret CO<sub>2</sub>-udledning, som det kan ses af Tabel 8.

Tabel 8: Sammenligning af CO<sub>2</sub> emission ved transport af gylle ved vejtransport og pumpeledning

CO <sub>2</sub> emission ved transport af gylle	kg. CO <sub>2</sub> -ækv. pr. år
Pumpeledning (elforbrug 0,7 kWh/tons)	2.114
Vejtransport (39 tons pr. læs, 1,3 liter diesel pr. km)	246.988

CO<sub>2</sub> emission 0,054 kg CO<sub>2</sub>-ækv. /kWh<sub>el</sub>

CO<sub>2</sub> emission 2,67 kg CO<sub>2</sub>-ækv. /liter diesel<sup>3</sup>

<sup>3</sup> EIA, 2020, [https://www.eia.gov/environment/emissions/co2\\_vol\\_mass.php](https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.php), besøgt 2020.19.03

### Fordele ved pumpeledning frem for vejtransport

- Væsentlig reduceret CO<sub>2</sub>-emissioner ved pumpeledning ift. vejtransport som det fremgår af Tabel 8, hvilket også bør indgå i overvejelserne.
- Reduceret støj ved vejtransport
- Reducerer belastningen af vejnettet ved færre transporter
- Mulighed for hurtigere pumpning af frisk gylle til anlægget direkte fra stalden, hvilket medfører øget metanudbytte af rågyllen, især ved svinegylle.
- Lagertank med afgasset gylle kan fyldes op på kort tid, da man ikke som ved lastbiltransport, er afhængig af at der skal læs med begge veje.

### Ulemper ved pumpeledning frem for vejtransport

- Store anlægsomkostninger ved pumpeledning ift. vejtransport, gør det mindre fleksibelt, hvis ejendomme sælges og ny ejer ikke har forpligtet sig til at levere. Det kan overvejes om leverandøren skal bindes ved leverandøraftaler i en bestemt periode, indtil ledningen er betalt hjem.
- Pumpeledninger er kun aktuelt til leverandører, hvor der foreligger en lang leveringsaftale med biogasanlægget. Korte aftaler giver ikke tilstrækkelig lang afskrivningsmulighed på ledningen.
- Mindre fleksibilitet end med lastbiltransport.

## 4 Hyppigere udslusning i svinestalde

Dette afsnit vil give et estimat på gyllens opholdstid i svinestalde, og herunder også hvad metanpotentialet er ved at reducere denne opholdstid. Afsnittet tager afsæt i de foreløbige resultater fra projektet "Rådgivning af biogasfællesanlæg og deres leverandører af svinegylle om muligheder for at reducere gyllens opholdstid i stalde og på lagre 2018 – 2020", hvor PlanEnergi er projektleder. Projektet er støttet med midler fra den grønne pulje, som blev afsat til at fremme den grønne omstilling. Projektet udspringer bl.a. af en rapport nr. 197 udgivet af DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus i 2017<sup>4</sup>, hvori der vurderes at være store klimamæssige gevinster forbundet med at reducere opholdstiden af svinegylle i stalde og på lagre.

I projektet kortlægges forholdene ved leverandører af svinegylle til biogasfællesanlægget. Herunder indhentes data om gyllens alder før afhentning. Derefter udregnes potentialer for at reducere gyllens alder på baggrund af opmålinger af staldanlæggene, størrelse på fortanke og leverandørens vurdering af den nuværende drift i forhold til muligheder for ændret praksis ved udslusningen.

De foreløbige resultater fra ti biogasanlæg og 165 leverandører kan ses i Tabel 9. Denne viser at gyllens gns. opholdstid i stalde (HRT) før hyppigere udslusning er implementeret, er 2,16 uge, og at den hydrauliske opholdstid (HRT) kan reduceres med gns. 0,66 uge. Der er i gennemsnit et potentiale ved 60 % af de besøgte leverandører med hhv. 27 % for det anlæg med den laveste tilslutning til 81 % ved den højeste.

Tabel 9: Resultater - reduktion i opholdstid ved hyppigere udslusning

Biogasanlæg nr.	Info leverandører				Opholdstid		
	Gyllemængde hos besøgte leverandører	Leverandører besøgt	Potentiale hyppigere udslusning	Procentvist potentiale	Gns. Opholdstid (nu)	Gns. Opholdstid (hyppigere udslusning)	Forskel
	tons/år	Antal	Antal	%	uge	uge	uge
1	77.834	22	17	77,3	3,20	1,90	1,30
2	116.034	21	17	81,0	2,55	1,51	1,04
3	131.943	35	20	57,1	2,31	1,87	0,44
4	96.273	16	11	68,8	2,74	1,90	0,84
5	44.229	11	3	27,3	0,91	0,77	0,14
6	54.518	8	3	37,5	1,39	1,22	0,18
7	151.397	23	18	78,3	2,65	1,58	1,07
8	36.286	5	2	40,0	1,33	0,90	0,43
9	49.213	9	4	44,4	2,46	2,11	0,35
10	58.216	15	12	80,0	2,04	1,24	0,80
Min.	36.286	5	2	27,3	0,91	0,77	0,14
Middel	<b>81.594</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>59,2</b>	<b>2,16</b>	<b>1,50</b>	<b>0,66</b>
Maks.	151.397	35	20	81,0	3,20	2,11	1,30

**Totaler**                      **815.943**            **165**                      **107**

<sup>4</sup> Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R. & Gyldenkerne, S. 2016. Biogasproduktions konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 41 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 197.

Gyllens opholdstid i stalden reduceres ved at der i de fleste tilfælde manuelt trækkes gyllepropper hyppigere, så gyllen løber ud i fortanken. Hos en del af leverandørerne er fortankens kapacitet den begrænsende faktor, når hele gyllemængden fra en gyllekanal ikke kan være der, og dette bliver afgørende for hvorvidt opholdstiden i stalden kan reduceres eller ikke.

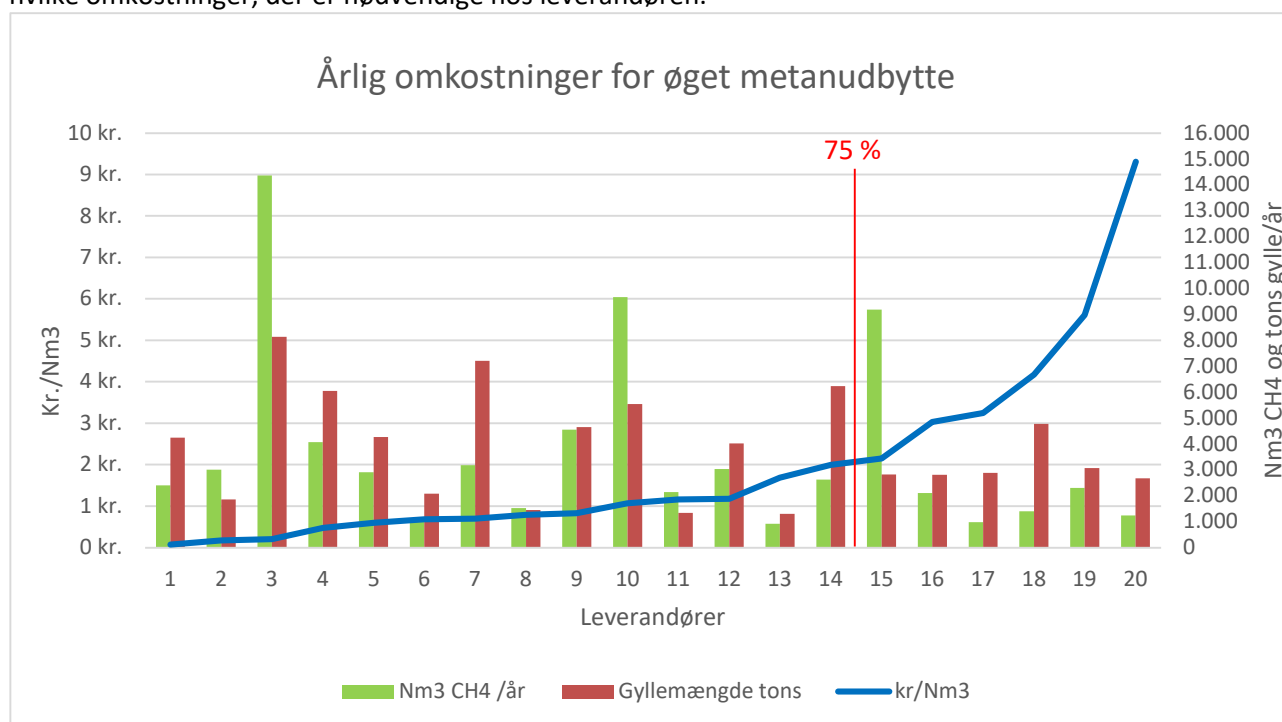
### Omkostninger ved udnyttelse af 75 og 100 % af potentialet

På baggrund af den beregnede HRT, mængden af organisk stof i stalden og CH<sub>4</sub> emissionen pr. kg. organisk stof, udregnes en metanemission. Denne beregning er nærmere forklaret i afsnit 4.1. Gevinsten i metan er fundet ved ti biogasanlæg og kan aflæses af Tabel 10 til gennemsnitlig 0,44 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> pr. tons gylle.

Omkostningerne er beregnet ud fra, hvilke omkostninger, der vurderes nødvendige hos leverandørerne til biogasanlægget, for at de kan udsluse hyppigere. Omkostninger relaterer sig bl.a. til arbejdstid til manuelt at trække gyllepropper. Den gennemsnitlige arbejdstid pr. prop pr. udslusning er estimeret til 5 minutter ved en timeløn på 150 kr. Dertil vil der være en mindre omkostning til køb af rovfluer, da de også udsluses hyppigere.

Yderligere blev der identificeret to konkrete barrierer for hyppigere udslusning. Hos nogle af leverandørerne er det en begrænset størrelse på afhentningstanken. Her gør det sig gældende, at afhentningstankens volumen er mindre end tankbilens volumen, derved er de afhængige af at skulle udsluse gylle samtidig med afhentning. Størrelsen på en ny fortank foreslås til at være volumen i den kummesektion med den største kummevolumen + volumen af den største tankbil (ca. 39 tons). En ny fortank er prissat til ca. 1.200 kr./m<sup>3</sup>. En anden barriere er at fortanken er fuld, og derved er der behov for at biogasanlægget afhenter hyppigere. Dette skyldes at der ellers ikke er mulighed for at udsluse gyllen hyppigere, da en fuld fortank vil blokere for at gyllen kan komme ud af stalden.

På eksemplet Figur 2 ses den forventede pris i kr. pr. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ud fra de årlige omkostninger, der er nødvendige at gennemføre hos leverandørerne. Eksemplet er fra et konkret biogasanlæg i projektet. Den blå kurve er sorteret, så det billigste metan potentiale fremgår længst til venstre, hvorefter prisen er stigende alt efter hvilke omkostninger, der er nødvendige hos leverandøren.



Figur 2: Årlige omkostninger for øget metanudbytte ved hyppigere udslusning

Forudsætningerne for investering i en fortank er omregnet til en årlig ydelse ved 5 % rente over en 20-årig periode iht. beregningsforudsætningen i rådgivningsprojektet for Landbrugsstyrelsen. Dertil er de årlige omkostninger til arbejds løn til manual udslusning tilføjet. Som forudsætning er valgt en afskrivning over 20 år ud fra en forventet levetid på afhentningstanken. For en del biogasanlæg vil det være for lang en periode, hvis deres tildelte støttetilsagn gælder en kortere periode end 20 år, med mindre der undervejs opstår nye muligheder for støtte.

Tilsvarende er fundet hos ti biogasanlæg, som det kan aflæses i Tabel 10. Den viser en gennemsnitlig gevinst pr. tons gylle på 0,33 (0,44 \* 75 %) Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, samt en omkostning på 2,24 kr. pr. Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ved udnyttelse af de billigste 75 % potentiale.

Tabel 10: Metanpotentialet på baggrund af leverandørens vurdering

Biogasanlæg nr.	Leverandørens vurdering						
	CO <sub>2</sub> reduktion hyppig udslusning		Effekt af hurtig udslusning	Gevinst	Værdi af metan	75 % af potentialet med de laveste omkostninger	100 % udnyttelse af potentialet ved hyppig udslusning
	kg CO <sub>2</sub> /år	kg CO <sub>2</sub> /tons gylle	ekstra Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /år	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> pr tons gylle	Kr./år	Gns. kr./Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ved 75 %	Gns. kr./Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ved 100 %
1	1.272.054	16,34	63.789	0,82	382.735	1,05	2,33
2	1.162.137	10,02	58.278	0,50	349.667	2,86	3,92
3	1.448.741	10,98	72.650	0,55	435.902	0,77	1,99
4	772.031	8,02	38.715	0,40	232.291	5,27	5,74
5	192.004	4,34	9.628	0,22	57.771	2,76	3,91
6	258.303	4,74	12.953	0,24	77.719	1,47	1,98
7	2.113.580	13,96	105.990	0,70	635.940	1,75	2,47
8	65.693	1,81	3.294	0,09	19.766	4,76	10,13
9	305.710	6,21	15.330	0,31	91.983	0,41	0,79
10	717.015	12,32	35.956	0,62	215.738	1,31	3,10
Min	65.693	1,81	3.294	0,09	19.766	0,41	0,79
<b>Middel</b>	<b>830.727</b>	<b>8,87</b>	<b>41.659</b>	<b>0,44</b>	<b>249.951</b>	<b>2,24</b>	<b>3,64</b>
Maks	2.113.580	16,34	105.990	0,82	635.940	5,27	10,13

<b>Totaler</b>	<b>8.307.267</b>	<b>416.585</b>	<b>2.499.511</b>
----------------	------------------	----------------	------------------

På baggrund af ovennævnte potentiale pr. tons gylle og omkostningerne relateret hertil, er det fundet en gevinst ved hvert modelanlæg, denne kan aflæses i Tabel 11. Potentialet er udregnet på baggrund af mængden af svinegylle som input til modelanlæggene. Projektet "hyppigere udslusning" er kun undersøgt ved leverandører af svinegylle, hvor der er det største potentiale, og ikke ved kvæggyllle.

Tabel 11: Gevinst ved hyppigere udslusning ved modelanlæggene.

	Anlæg 1-M	Anlæg 2-A	Anlæg 3-A	Anlæg 4a-A	Anlæg 4b-A
Tons svinegylle pr. år	40.216	126.203	252.864	505.727	377.519
Samlet omkostningsændring kr. årligt ved 2,24 kr./Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> i omk.	- 50.443	- 158.297	- 317.169	- 634.338	- 473.525
<b>Samlet omkostningsændring kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub></b>	<b>- 0,012</b>	<b>- 0,012</b>	<b>- 0,012</b>	<b>- 0,012</b>	<b>- 0,009</b>



## 4.1 Metanemission fra svinestalde

Metan emissionen fra stalden beregnes, som mængden af VS (organisk stof) ganget med en emissionsfaktor for svinegylle ganget med gyllens opholdstid i stalde.

Det har ikke kunnet påvises, at bedrifter der leverer gylle til biogasanlæg, har en anden praksis for håndtering af husdyrgødning i stalden sammenholdt med bedrifter, som ikke leverer til biogasanlæg (Kai et al., 2015). Derfor vurderes metanemissionen fra stalden at være den samme, uanset om gyllen efterfølgende afgasses i biogasanlæg eller ej.

Emissionen beregnes ved følgende formel:

$$E_{stald} = VS_{stald} \cdot EF_{stald} \cdot HRT/365$$

hvor:

$E_{stald}$  = CH<sub>4</sub>-emission fra stald, kg CH<sub>4</sub>

$VS_{stald}$  = Mængden af organisk stof, kg VS

$EF_{stald}$  = Emissionsfaktor for CH<sub>4</sub>, kg CH<sub>4</sub> per kg VS per dag

HRT = Gyllens opholdstid i stalden, dage

For svinegylle er emissionsfaktoren  $EF_{stald}$  beregnet til at være 569,50 g CH<sub>4</sub> per kg VS pr. år eller 1,56 g CH<sub>4</sub> per kg VS per dag (Mikkelsen et al. 2016). Emissionsfaktoren vil være meget påvirket af temperaturen som det også fremgår af Figur 4. Som nævnt ovenfor anvendes 18,6° C som standardtemperatur.

Beregningerne deles op i følgende kategorier:

- Drægtige søer
- Søer i farestalde
- Smågrise
- Slagtesvin.

Ved slagtesvin regnes med en mellemtilvækst og en periode på stald i 88 dage. Ved smågrise regnes med mellemtilvækst og en periode på stald i 55 dage. Antal dage er udregnet ved middel tilvækst kurve på baggrund af erfaringstal fra Svinerådgivningen, Herning.

Det antages, at emissionen fra stalden er lineær proportional med den gennemsnitlige opholdstid i stalden, og at den daglige emission fra et kg VS udskilt fra grisen, er den samme i hele den periode, hvor det organiske stof opholder sig i gyllekanalen. Dette er en antagelse, der ikke er dokumenteret ved forsøg og ved lange opholdstider, men det må formodes at emissionen per dag reduceres.

Opholdstiden (HRT) i stalden beregnes som den gennemsnitlige opholdstid. Den gennemsnitlige opholdstid beregnes, som halvdelen af tiden mellem udslusningerne.

Klimagevinsten ved den øgede gasproduktion på biogasanlægget beregnes ved at antage, at det er fossil gas, der erstattes, og at emissionen fra fossil gas er 0,057 kg CO<sub>2</sub>/MJ (Møller et al., 2008). Den øgede mængde metan, der kan produceres fra biogasanlægget ved hurtig udslusning antages at være den samme, som den

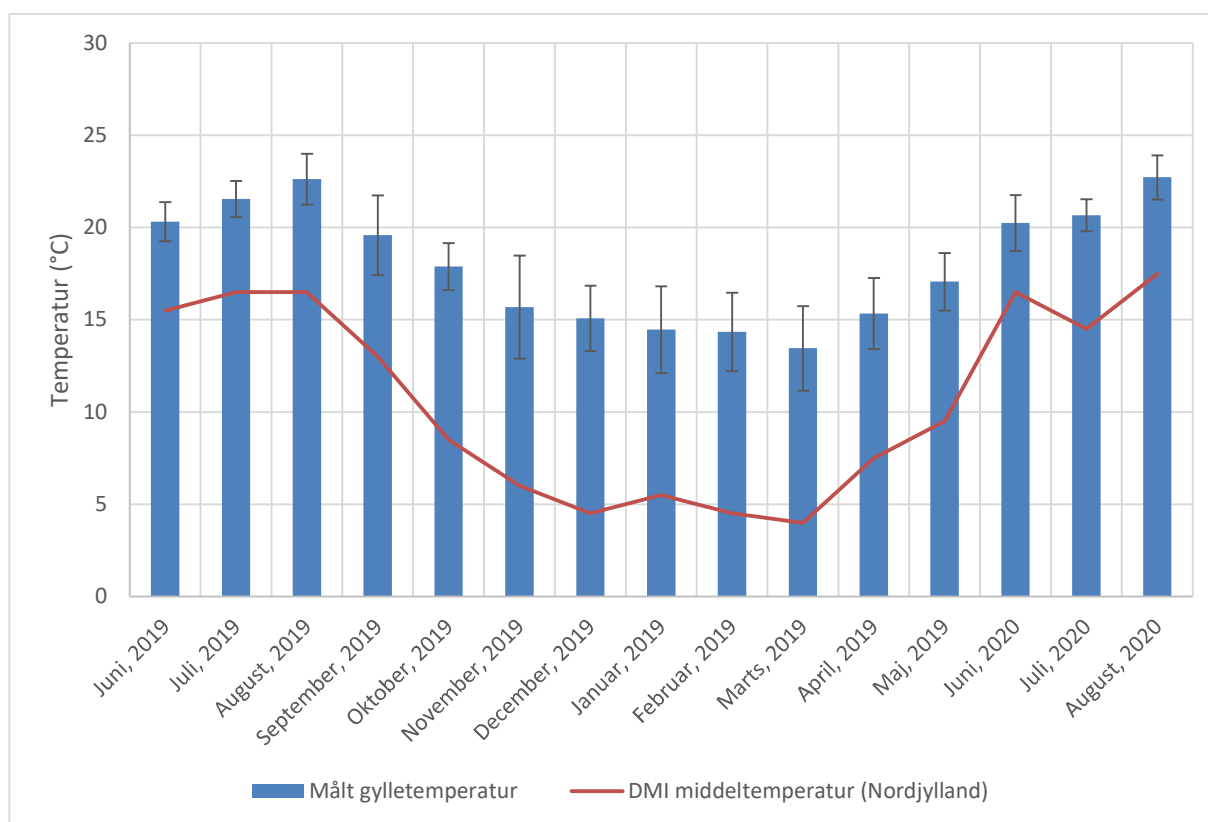
reducerede metanudledning fra stalden fratrukket et forventet metantab på 1% fra biogasanlægget<sup>5</sup>. Metantabet fra biogasanlægget (1%) ganges med metanfaktoren (GWP=25), og reducerer således den samlede CO<sub>2</sub>-ækv. effekt, der er ved at substituere fossil gas med den øgede biogasproduktion, der fremkommer ved hyppigere udslusning.

## 4.2 Gylletemperaturens betydning for metanudledning i stalde og tanke

Som vist i Figur 4 afhænger metanemissionen fra svinedylle i høj grad af temperaturen. Det vil sige, at jo højere temperaturen er i kummerne, des større metantab. Ved udregning af metanemissionen fra stalde er der anvendt 18,6 °C DCE-rapport 197, 2017.

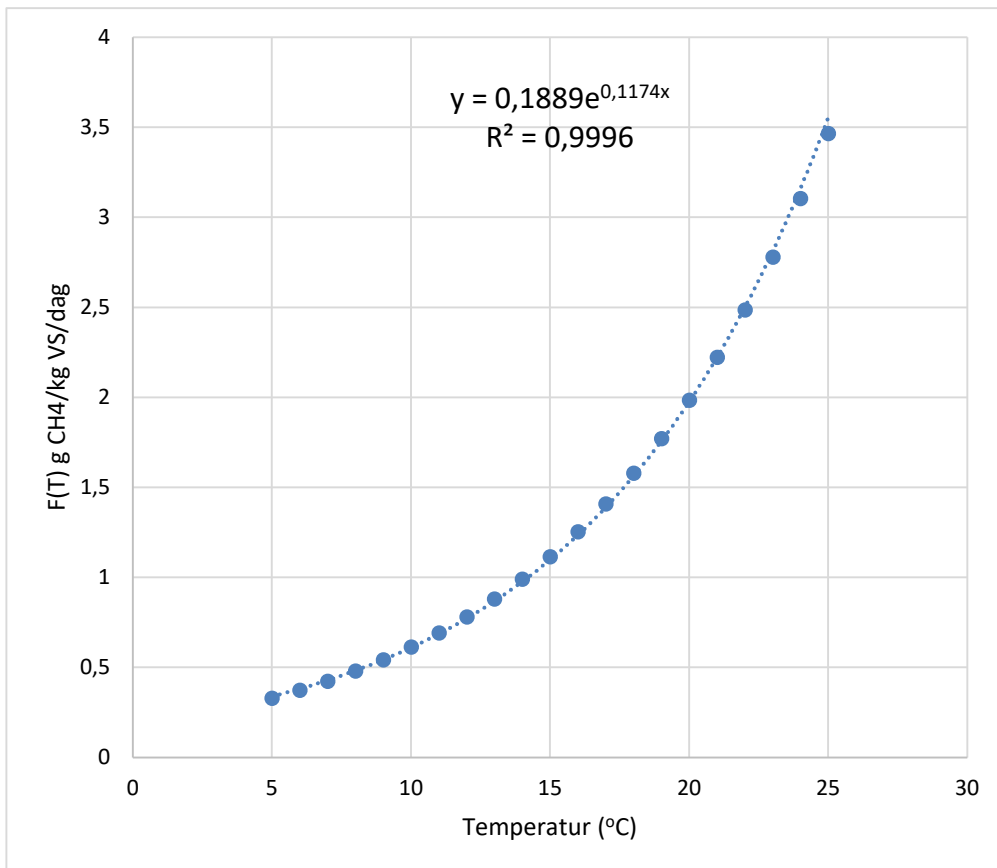
I forbindelse med projektet er der blevet installeret temperaturmålere på 4 lastbiler hos et biogasanlæg. Disse målinger kan indikere, hvad temperaturen er i fortanken ude hos leverandørerne. De foreløbige resultater fra temperaturmålingerne i perioden 1.6.19 til 29.2.20 fremgår af Figur 3. De gennemsnitlige temperaturer for hver leverandør er aggregeret for hver måned. Datagrundlaget er generelt højere i efterår/vinterperioden end om sommeren. Det ses som forventet, at temperaturen i fortank/stalden er højere om sommeren end vinteren med højeste temperaturer i august med gns. 22,3 °C og laveste i februar med gns. 13,5 °C.

Det, at temperaturen har stor betydning for metantabet, burde også have afgørende betydning for, hvor gyllen lagres og hvor længe. I sommerperioden skal der specielt være stort fokus på, at få gyllen afhentet fra stalde og tanke, hvor der ikke er gyllekøling. Det anbefales derfor, at gyllen nedkøles eller afhentes af biogasselskabet hurtigst muligt.



<sup>5</sup> Biogas Danmark's mål om at metantabet i 2020 er maksimalt 1 % samlet for biogasanlæg og opgraderingsanlæg.

Figur 3: Gennemsnitlige temperaturmålinger fra 4 lastbiler



Figur 4: Metantabet i gram metan pr. kg. organisk tørstof pr. dag stiger jo højere temperaturen er. Da gyllens temperatur i kummerne er tæt på at være lig med staldtemperaturen, er der risiko for øget metantab om sommeren. Kilde Henrik B. Møller, AU.

## 5 Tiltag for øget tørstof i rågylle

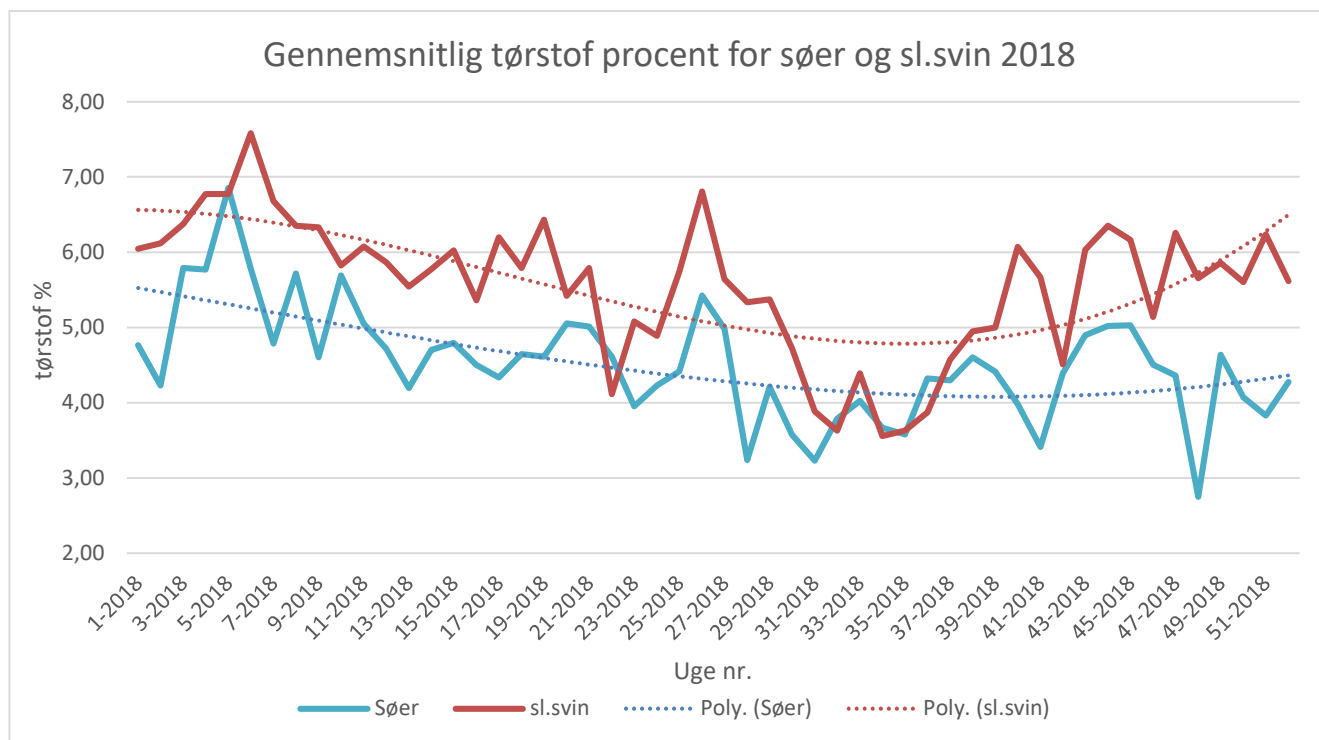
Mange biogasfællesanlæg i Danmark får målt tørstofindholdet, i den gylle der modtages fra deres leverandører. Vi har samlet analyseprøver fra to anlæg i et gennemsnit for hver uge, som er præsenteret på Figur 5 og Figur 6. Formålet er at undersøge om, der er variationer i løbet af året, og om der skulle være en tendens til faldende eller stigende tørstofindhold i gyllen. Det kan ses, at tørstofprocenten varierer over året og tendenslinjen viser, at tørstofindholdet falder og stiger over året fra 5 % til 6 % for begge anlæg. Der kan være flere årsager til denne årsvariation i tørstofprocenten, og der ses også variationer fra anlæg til anlæg.

Dette har betydning for biogasanlægget, da slagtesvinegylle med 5 % tørstofindhold har et metanindhold på ca. 11,7 Nm<sup>3</sup>/ton. Ved 4% er metanindholdet ca. 9,4 Nm<sup>3</sup>/ton. Med en reduktion eller stigning på 2,3 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tons pr. procent tørstof, svarende til en metanværdi på ca. 14,00 kr./Nm<sup>3</sup> (ved 6,00 kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>).

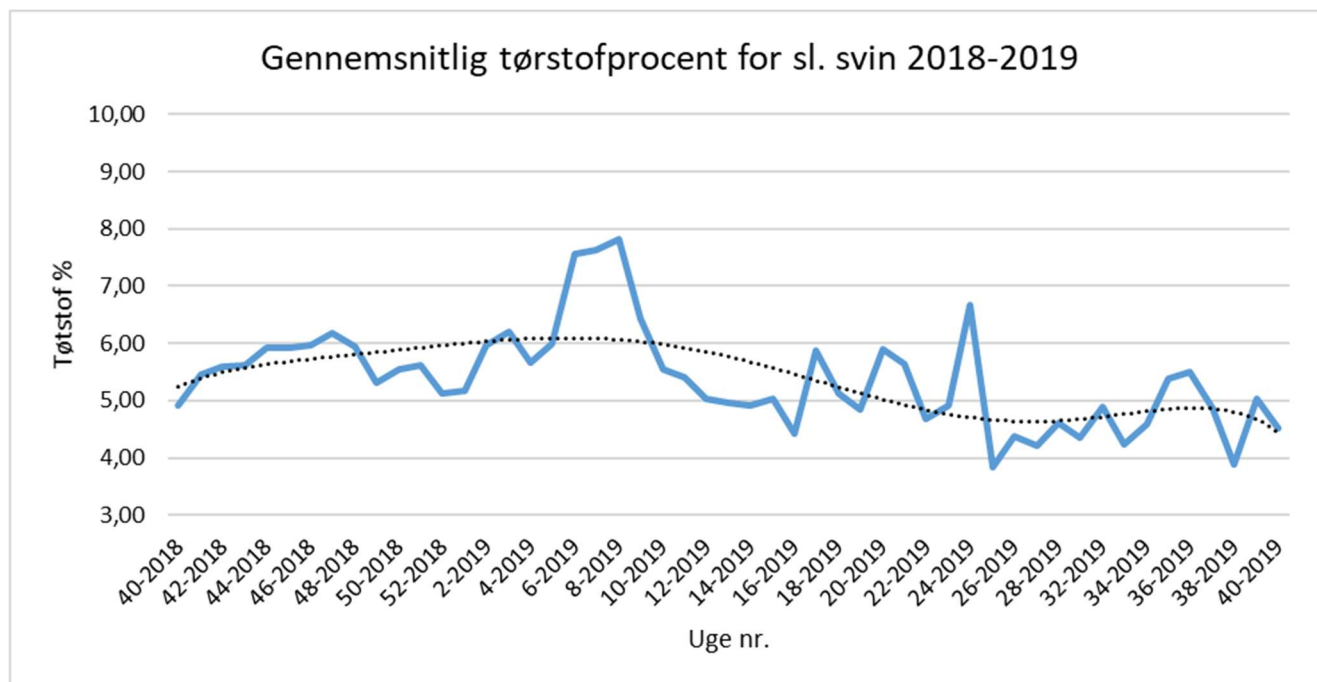
Dvs. at hvis tørstofindholdet i svinegylle kan holdes på et højt niveau og mere stabilt over året, vil der være en potentiel gevinst på at få hævet tørstoffet med minimum 0,5% i gennemsnit af året. Det vil betyde et øget metanpotentiale på 1,15 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> pr. tons, svarende til en værdi på 7,00 kr./tons svinegylle. Gevinsten ved øget tørstof på 0,5 % i gennemsnit over året ved modelanlæggene, som fremgår af Tabel 12.

**Tabel 12: Gevinst ved øget tørstof procent ved modelanlæggene.**

	Anlæg 1-M	Anlæg 2-A	Anlæg 3-A	Anlæg 4a-A	Anlæg 4b-A
Tons svinegylle pr. år	40.216	126.203	252.864	505.727	328.277
Øget metanproduktion Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ved 1,15 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tons gylle	46.248	145.133	290.794	581.586	377.519
Omkostningsændring kr. årligt	- 277.490	- 870.801	- 1.744.762	- 3.489.516	- 2.265.111



Figur 5: Eksempel på tørstofindholdet i so- og slagtesvinegylle over et år



Figur 6: Eksempel på tørstofindholdet i slagtesvinegylle over et år

Dette afsnit undersøger, hvad der kan gøres for at hæve tørstofprocenten i gyllen, når den leveres til biogas-anlægget, dette vil både kunne spare transportomkostninger, samt reducere mængden af dyrere indkøbte biomasse til anlægget. Det er især relevant at reducere i biomassemængden fremover, da biogasproducerende anlæg får tildelt en årsnorm, som vil være den maksimale mængde metan, de kan opnå støtte til. Det, der produceres over denne norm, vil ikke blive tildelt støtte oveni.

## 5.1 Reduktion af vaskevand

I forbindelse med rådgivningsordningen for biogasfællesanlæg og deres leverandører af gylle om muligheder for at reducere gylles opholdstid i stalde, bliver der gennemført besøg ved min. 400 leverandører af svinegylle til biogasanlæg. Ud fra besøgsrapporterne bliver det beregnet, hvor meget vaskevand der er i den rågylle der køres til biogasanlægget. Mængden af vaskevand, der årligt kommer i gyllen, er beregnet på baggrund af leverandørernes oplysninger om, hvordan der vaskes (manuelt eller robot), vandydelse pr. lanse, antal vasketimer pr. gang, og hvor mange gange staldene vaskes årligt. Det er således kun beregnet på vaskevand og ikke overbrusningsanlæg eller andre aktiviteter, der kan betyde øget vand i gyllen.

De foreløbige resultater viser et gennemsnitligt vandindhold af den samlede andel gylle er ca. 7 %. Vandindholdet er beregnet på baggrund af 165 leverandører, der i alt leverer til ti biogasanlæg.

Dette er en udfordring for biogasfællesanlægget, da produktionskapaciteten på anlægget begrænses, da der transporteres store mængder vand, samt at tørstofprocenten reduceres.

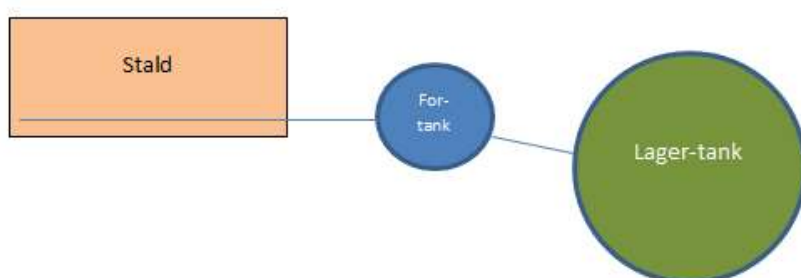
Vaske er en naturlig del af staldarbejdet, når et staldafsnit tømmes for grise, og der gøres klar til næste hold. Der kan være forskellige årsager til at vaskevandet ikke ledes udenom afhentningstanken og direkte til lager-tank. Det kan skyldes at der ikke er ekstra tank, der kan bruges til opbevaring af vaskevand, udfordringer med ophobninger af faststof i gyllekummerne, der gør at man lader vasket stå, for at undgå problemer ved ind-sætning af næste hold, eller der kan være andre årsager til at vaskevandet ledes i afhentningstanken. I

besøgsrapporterne er der beskrevet en række scenarier til frasortering af vaskevand alt efter, hvilke forhold der er hos leverandøren, der kan reducere mængden af vaskevand, disse kan ses på Figur 7.

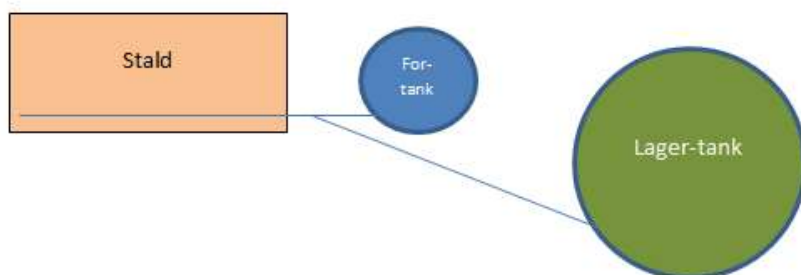
En løsning kan være at etablere et T-stykke med to ventiler på gyllestrengen foran fortanken, så vaskevandet kan ledes enten i en fortank eller i en vaskevandstank og ikke lagertanken. Priserne for sådan en løsning ligger på 20-25.000 kr. Dertil kommer en pumpeledning, som prissættes individuelt afhængig af afstande fra gyllestald til tank. Dette er relevant hos de leverandører, der i dag ikke har mulighed for at lede vaskevandet udenom tanken, hvor biogasanlægget henter gylle fra.

Et andet tiltag til reduktion af vaskevand er indførelse af en kostægte bonus / strafsysteem, der kan være medvirkende til, at leverandørerne får interesse i at levere rågylle med et højere tørstofindhold, hvor der er indeholdt så lidt vaskevand som muligt. Som nævnt tidligere kan en procentvis stigning eller fald på 1 % ved slagtesvinegylle give en reduktion eller stigning på  $\pm 14,00$  kr./Nm<sup>3</sup> (ved 6,00 kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>).

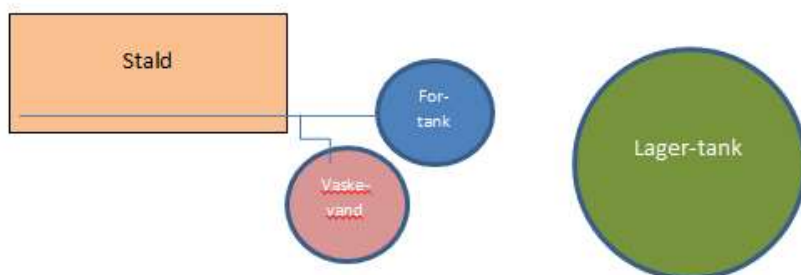
#### Scenarie 1



#### Scenarie 2



#### Scenarie 3



Figur 7: Frasortering af vaskevand gennem fortank til lagertank, uden om fortank til lager tank eller i separat tank til vand. I scenarie 2 og 3 etableres et T-stykke foran fortanken, så vaskevand kan ledes til enten vaskevandsbeholder eller lagertank (Byggeri og teknik, 2019)

### Potentiale i reduktion af vaskevand

Ind- og udtransport af vaskevand er årligt en stor omkostning for biogasanlægget, som det fremgår af

Tabel 13, dette er ved en gennemsnitlig transportudgift, som varierer afhængig af størrelsen på anlægget. Anlægsstørrelserne har udgangspunkt i de modelanlæg, der er opstillet i arbejdsplanen 2. Den gennemsnitlige mængde af vaskevand på 7 %, tager udgangspunkt i de foreløbige resultater fra fem biogasanlæg.

Tabel 13: Transportomkostninger ved produktion af vaskevand

	Anlæg 1-M	Anlæg 2-A	Anlæg 3-A	Anlæg 4a-A	Anlæg 4b-A
Tons gylle pr. år	40.216	126.203	252.864	505.727	328.277
Gns. % af mængden af vaskevand	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Kr. pr. tons	21	24	24	28	25
Omkostningsændring kr. årligt	- 59.118	- 212.021	- 424.812	- 991.225	- 574.485
<b>Omkostningsændring kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub></b>	- 0,014	- 0,016	- 0,017	- 0,019	- 0,011

Udover transportomkostningerne begrænser vandet samtidig produktionskapaciteten på anlægget, da de ekstra tons vand kunne erstattes af rågylle, der ville kunne producere 12 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tons gylle. Ved en pris på 6,00 kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> kan dette give en væsentlig besparelse på biogasanlægget.

Alternativt kan en ekstra mængde rågylle erstatte andre biomasser som f.eks. majsensilage. Det vil kunne reducere mængden af majs til biogas på mellem 700 og 4.500 tons om året (ved 100 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton majsensilage) og stadig opnå samme metanproduktion. Dette er især interessant, når biogasproducerende anlæg får tildelt en årnorm, der sætter et loft på opgraderet biogasproduktion. Som det fremgår af Tabel 14, vil omkostninger til indkøbt majs kunne reduceres med ca. 94.600 kr., for modelanlæg 1-M, og stadig holde samme gasproduktion, hvis de ca. 2.815 tons vaskevand erstattes af rågylle fra en leverandør.

Tabel 14: Årlig gevinst ved reduktion af vaskevand

	Anlæg 1-M	Anlæg 2-A	Anlæg 3-A	Anlæg 4a-A	Anlæg 4b-A
Tons vaskevand pr. år ved 7 %	2.815	8.834	17.700	35.401	22.979
Omkostningsændring ved minimering af indkøbt majsensilage <sup>6</sup> kr./år	- 94.588	- 296.829	- 594.736	- 1.189.470	- 772.108
<b>Omkostningsændring Kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub></b>	- 0,022	- 0,023	- 0,023	- 0,023	- 0,015

## 5.2 Øge tørstofindhold ved iblanding af dybstrøelse og foderrester.

Et øget tørstofindhold i gyllen præmieres med en tørstofbonus. I dette eksempel er der forudsat en bonus pr. procentpoint tørstof på 4,00 kr./tons. I eksemplet indregnes betaling for tørstof på 4,00 kr./tons pr. procent ekstra tørstof over 8,5% ved kvæggylle.

Transportomkostninger for gylle er 24 kr./tons. Transportomkostninger for dybstrøelse er 50 kr./tons

<sup>6</sup> Prisen på majs leveret på biogasanlægget varierer fra anlæg til anlæg, men er vurderet til 280 kr./tons.

Tons	Biomasse	Tørstof				Transport		kr./læs	kr./tons	CH <sub>4</sub> /ton
36,0	tons gylle	8,00%	ts	2,9	tons ts	24,00	kr./ton	864 kr.	24,00	12,6
3,0	tons dybstrøelse	30,00%	ts	0,9	tons ts	50,00	kr./ton	150 kr.	50,00	57,9
I alt for transport af biomasse ved transport hver for sig.								1.014 kr.	26,00	

Beregninger for gylle iblandet dybstrøelse.										
39,0	tons gylle	9,7%	ts	3,8	tons ts	24,00	kr./ton	936 kr.	24,00 kr.	16,1

Besparelse i transport for biogasanlægget (forskel i	3 tons	26,00 kr./ton	78 kr.	
Sparet knusning af dybstrøelse	3 tons	50,00 kr./ton	150 kr.	kr./ton
I alt besparelser for biogasanlægget		228 kr.		5,85 kr.

Betaling for ekstra tørstof over 8,5%	1,19 %-Point	4,00 kr./ton	186 kr.	4,77 kr.
---------------------------------------	--------------	--------------	---------	----------

Biogasanlæggets sparede omkostninger pr. læs og pr. tons	42 kr.	1,08 kr.
Omkostningsændringer pr. m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	0,067 kr.	-0,067 kr.

Hvis det forudsættes at iblanding af dybstrøelse kan ske i 75% af kvæggyllen, kan der iblandes ca. 3.500 tons i anlæg 1. Det svarer til ca. 45.000 tons gylle, hvor der er en årlig besparelse på 1,08 kr./tons = 48.900 kr. Omregnet i forhold til metanproduktion på 4.384.546 Nm<sup>3</sup> = 0,011 kr./Nm<sup>3</sup>. Tilsvarende beregning er udarbejdet for de øvrige modelanlæg og fremgår af Tabel 15. Det forudsættes, at halmen der bruges til dybstrøelse, er snittet halm.

Tabel 15: Beregning af besparelse ved iblanding af dybstrøelse ved modelanlæggene.

	Anlæg 1-M	Anlæg 2-A	Anlæg 3-A	Anlæg 4a-A	Anlæg 4b-A
Tons kvæggylle pr. anlæg.	60.324	189.307	379.300	758600	330.005
75 % af kvæggyllen	45.243	141.980	284.475	568.950	247.504
Tons dybstrøelse til i blanding	3.529	11.074	22.189	44.378	19.305
Årlig besparelse ved 1,08 kr./tons	- 48.862	- 153.339	- 307.233	- 614.466	- 267.304
Årlig metanproduktion pr. anlæg	4.300.000	12.900.000	25.800.000	51.600.000	51.600.000
<b>Omkostningsændring i kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub></b>	- 0,011	- 0,012	- 0,012	- 0,012	- 0,052

Ud over de konkrete besparelser til transport og knusning, vil der være sparede omkostninger, ved at dybstrøelsen, blandet sammen med gyllen, kommer til at indeholde færre fremmedlegemer. Det sker ved at fremmedlegemer falder til bunden i væsken i fortanken, og dermed bliver liggende ude hos leverandøren, hvor den ellers havde fulgt med dybstrøelsen ind på biogasanlægget. Omkostninger til indføringen af dybstrøelse vil også blive reduceret, men der spares ikke på investeringen, da der stadig skal håndteres dybstrøelse. Lugtgener på anlægget kan reduceres, ved at der skal håndteres mindre dybstrøelse som fast biomasse, men at det kommer ind i flydende form.

Iblanding af dybstrøelse i fortanken kan blive en udfordring, afhængig af leverandørens fortank og omrørekapacitet. Det kræver en fortank, hvor der er åbning til iblanding af dybstrøelse og tilstrækkelig pumpekapa-citet til at håndtere en højere tørstofprocent.



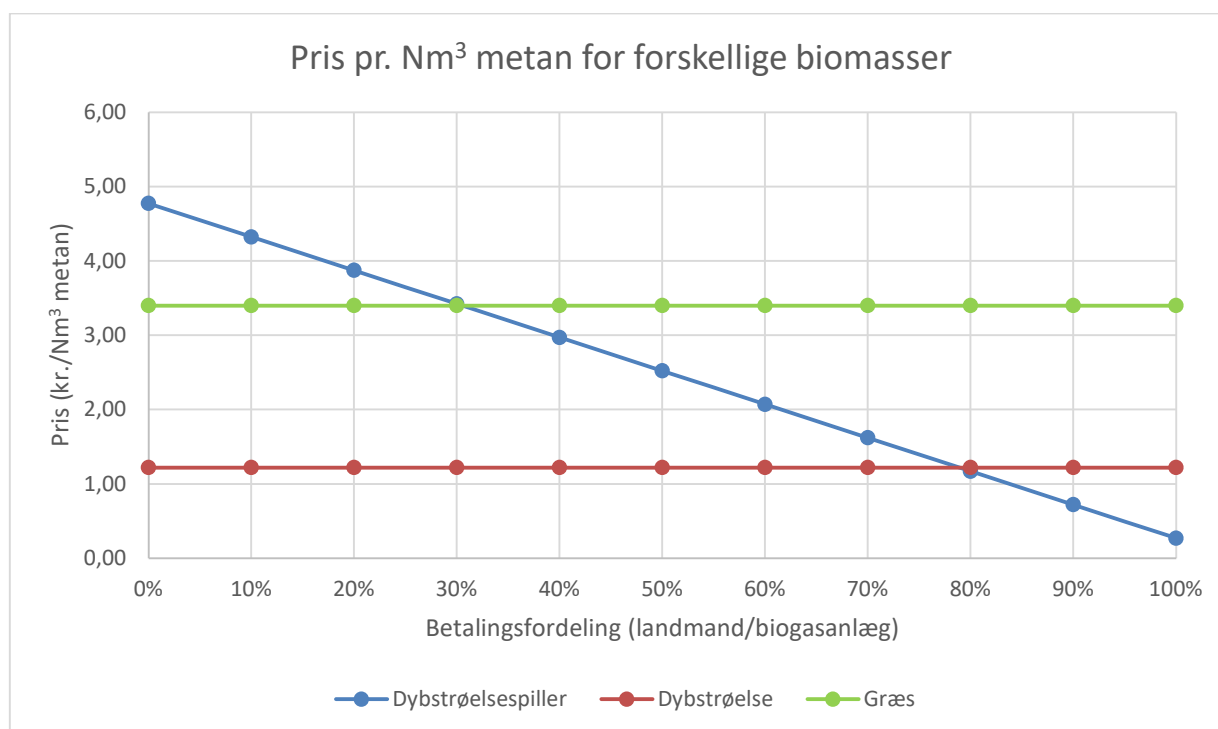
For at undgå øget metantab i fortanken hos leverandøren, skal dybstrøelsen iblandes kort tid før afhentning, da den øgede tilførsel af tørstof i fortanken vil fremme metanudviklingen, med mindre gyllen er afkølet.

### 5.3 Betalingsfordeling af halmpiller til brug som strøelse ved landmænd

I visse tilfælde kan biogasanlæg med fordel betale en andel af strøelsesmateriale, som anvendes på landbrug som dybstrøelse. Halmpiller har mange fordele, både for biogasanlægget og landmanden. Hos biogasanlægget skal dybstrøelsen, der er baseret på halmpiller, ikke forbehandles, der forekommer færre småsten, og det er generelt nemmere at håndtere og røre op i reaktorerne. Hos landmanden bliver staldmiljøet bedre fordi halmpiller suger mere væske end almindelig halm.

Metan potentialet i halmpiller er også større end almindelig halm. Der forventes ca. 260-280 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS for halmpiller sammenlignet med 230 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton VS for snittet halm. Metan potentialet reduceres når halmen anvendes som strøelse. Tørstofindholdet i dybstrøelse på halmpiller er observeret til ca. 45% ved et gårdbiogasanlæg, hvorimod almindelig dybstrøelse observeres til 25-35%. Kvæggylle har 7,6% tørstof ifølge normalt, og halmpiller ca. 90%. Ved vægtning, således 45% tørstof opnås, forventes et metan udbytte på dybstrøelse af halmpiller at være ca. 91 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton ved 17 dages udrådningstid. Ved >50 dages opholdstid forventes udbyttet at stige til 111 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ton.

Dybstrøelsen baseret på halmpiller er for dyr, hvis biogasanlægget skal stå for hele omkostningen til halmpiller. I nedenstående Figur 8 er vist omkostningen til indkøb af halmpiller som strøelse, hvor der sammenlignes med udgiften til indkøb af græs og almindelig dybstrøelse.



Figur 8: Betalingsfordeling af halmpiller til brug som strøelse i stalde og efterfølgende som biomasse i biogasanlæg. På x-aksen er vist andelen som landmanden betaler. Dybstrøelsespiller er betegnelse for halmpiller anvendt som strøelsesmateriale.

Det vurderes ud fra ovenstående graf, at landmanden skal betale mindst 30% af halmpillernes værdi, før omkostningen til indkøb af biomasse er på niveau med fx græs, men hvor dybstrøelse stadig er meget

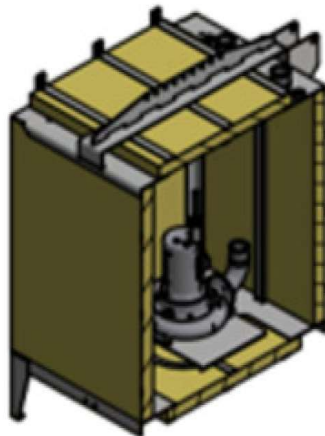
billigere. Landmanden skal betale op imod 80% af omkostningen, før prisen er på niveau med almindelig dybstrøelse. Halmpille dybstrøelsen har dog en øget værdi, da den er nemmere at håndtere, indeholder færre fremmedlegemer, og har et højere metan potentiale pr. tons end almindelig dybstrøelse. For at biomassen skal være interessant for biogasanlægget skal omkostningen til indkøb være på niveau med almindelig dybstrøelse eller en anelse højere. Hvis landmand og biogasanlæg kan blive enige om en 50% afregning, vil biomassen stadig være interessant for biogasanlægget.

Tiltaget om at betale en andel af prisen til halmpille strøelse kan også være interessant for flere kvægbrugere, hvor omkostningen til strøelsesmateriale kan sænkes (eller fastholdes), samtidig med at staldmiljøet forbedres for de kvægbrugere, som ikke anvender halmpiller som strøelse i forvejen.

Kvægbrugere med sand i sengebåse kan evt. overveje, om det ville være økonomisk fordelagtigt at konvertere til strøelse med halmpiller i sengebåse, hvorefter gyllen vil kunne leveres til biogasanlæg.

## 5.4 Filterkasse fra Landia

Landia er i samarbejde med ROCKWOOL ved at udvikle en filtermetode af stenuld til at frasortere væske fra gylle og dermed øge tørstofindholdet i en gylletank/fortank. Der er vist en skitse af kassen i **Figur 9**.



Figur 9: Filterkasse fra Landia med stenuld

Systemet er baseret på diffusionen gennem stenuld ind i en kasse, hvor en pumpe sørger for at den filtrerede gylle pumpes videre, typisk til en lagertank med afgasset gylle. Kassen er udstyret med niveaumåler som pumpen kører efter. Stenulden vil tilbageholde størstedelen af gylle fibre, hvorved tørstofindhold i gyllen kan opkoncentreres. Forsøg har vist, at tørstofindholdet i gyllen, før filtrering, er ca. 4%, hvorimod den filtrerede gylle (væskesiden) er ca. 0,3-0,6%. Det er en tørstoffreduktion i væsken på ca. 85-93%. Der er ikke oplyst mængder på forsøgene, hvorved der ikke kan regnes en massebalance. Systemet er fortsat under udvikling. Landia har konkluderet, at der skal undersøges mulighed for øget flow igennem stenulden for at løsningen er optimal. Diffusionen er i øjeblikket for lav til at kunne fungere i praksis ift. mængden af gylle, der flere gange ugentligt tilføres tanken.

Ved at hæve tørstoffet i gyllen, kan der spares en del transport både til- og fra biogasanlægget. Det vil i så fald være både en økonomisk, klimamæssig og transportmæssig gevinst, da der skal køres mindre gylle på vejene. Det reducerer slid, udleder mindre CO<sub>2</sub> og partikler og sænker transportudgiften for biogasanlægget. Det formodes, at med et højere tørstofindhold, vil der være et større gaspotentiale i gyllen. Der må dog tilskrives et forventet tab, da det filtrerede vand vil indeholde en lille andel tørstof (0,3-0,6% ud fra ovenstående) og dette formodes at være let omsætteligt, da det er de helt små gyllefibre som passerer gennem

filteret. Analyser viser dog, at glødetabet (den organiske del) er ca. 26%, hvorfor der er tale om et lille gaspotentiale (0,4 Nm<sup>3</sup> metan/ton).

ROCKWOOL har allerede succes med filterteknologien af stenuld til rensning af vejvand for større partikler, hvor der er søgt patent på teknologien.

Nedenfor er vist en beregning på besparelse af transport for Modelanlæg 3A, hvis tørstofindholdet i svinegylle kan hæves med 3%. Beregningen inkluderer et 10% tab i gaspotentiale. Der tages udgangspunkt i, at leverandøren får en gevinst ved at hæve tørstof på 2 kr./% tørstof. Det er især gældende for søgylle, hvor gyllen ofte er uinteressant for biogasanlægget pga. det høje vandindhold.

Tabel 16: Beregning af konsekvens af forøgelse af tørstof i gylle med filterkasse. Forøgelse medfører mindre transport som kan være en potentiel gevinst. Der indregnes et 10% tab i gasproduktion ved anvendelse af filterkassen.

	Modelanlæg 3-A	
	Uden filterkasse	Med filterkasse
<b>Svinegylle</b>		
% TS	5,0%	8,0%
Tons/år	252.864	158.040
Tab ved processing (%)	-	10%
Tons TS/år	12.643	11.379
Metanudbytte (Nm <sup>3</sup> /ton TS)	235,2	235,2
Metanudbytte (Nm <sup>3</sup> /ton)	11,8	18,8
Metan (Nm <sup>3</sup> )	2.973.681	2.676.313
<b>Transport</b>		
Transport (kr./ton)	24	24
Udgift til transport (kr./år)	6.068.736	3.413.664
Besparelse i transport (kr./år)	-	2.655.072
Antal transporter sparet (39 tons/læs)	-	3.951
<b>Gas</b>		
Total metanproduktion fra gylle (Nm <sup>3</sup> )	2.973.681	2.676.313
Tab af metanproduktion (Nm <sup>3</sup> )	-	297.368
Tab i kr. (6,00 kr./m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> )	-	1.784.208
<b>Økonomi</b>		
Gasproduktion på anlæg (Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /år)	25.800.000	25.502.632
Betaling for ekstra tørstof (2 kr./%-point)	-	-948.240
Besparelse i transport (kr./år)	-	2.655.072
Tab i mindre metanudbytte (kr./år)	-	-1.784.208
Netto besparelse (kr./år)	-	-77.376
<b>Omkostningsændring (kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>)</b>	-	<b>0,00</b>

Ud fra beregningen ses, at der ved første grove overslag, ikke kan opnås en besparelse, men nærmere en udgift. Det må formodes, at for at kunne gøre gyllen attraktiv til biogas for landmanden, kan det blive nødvendigt med en bonus/straf ordning til at dække udgiften til filterkassen samt give leverandøren en lille gevinst. Leverandøren vil i dette tilfælde være ansvarlig for indkøb og vedligehold af udstyr til filtrering af gyllen. Landia har oplyst, at pumpen, der anvendes, har en kapacitet på 30 m<sup>3</sup>/time ved 4 mVs tryk, og bruger 1 ca. kW. Den kører dog ikke hele tiden.

Det ses at den største udgift ifm. etablering af systemet, vil være tabet af gaspotentiale. Biogasanlægget kan stille krav til tab af gasproduktion i leverandøraftaler, som muligvis kan gøre casen bedre for biogasanlægget, samtidig med at casen er fair for begge parter.

I praksis vil biogasanlægget skulle hente mere filtreret gylle, fra nye leverandører, for at dække tabet af biogas. Det vil give en ekstra udgift ift. transport, men omkostningen dækkes med den ekstra gasproduktion. Nedenfor er vist en beregning, hvis ekstra filtreret gylle tilføres processen med samme forudsætninger for at dække tabet.

Tabel 17: Dækning af tab ved tilførsel af ekstra filtreret gylle. Det ses at udgiften kan reduceres og casen blive favorabel

	Modelanlæg 3-A Med separering
<b>Ved tilførsel af ekstra gylle</b>	
Tidligere tab af metanproduktion (Nm <sup>3</sup> )	297.368
Tab i kr. (6,00 kr./Nm <sup>3</sup> )	1.784.208
Filtreret ekstra gylle svarende til tab i metan (tons)	15.804
Transport af ekstra gylle ved 24 kr./ton (kr.)	379.296
Udgift i stedet for tab af gas (kr.)	379.296
Reduktion af tab ved ekstra gylle (kr.)	1.404.912
Alternativ udgift inkl. bonusordning og transport (kr.)	1.675.224
Alternativ netto omkostningsændringer (kr.)	-979.848
<b>Alternativ samlet omkostningsændring (kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>)</b>	<b>-0,038</b>

Det ses i ovenstående beregning, at der i stedet vil være en alternativ udgift på 1.675.224 kr. (ift. tidligere 2.732.448 kr.) og derfor en samlet besparelse på 979.848 kr. eller 0,038 kr./Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Ovenstående tiltag er en interessant mulighed hvis tørstofindholdet kan hæves fra fx 5% til 8%.

Klimamæssigt vil der være en stor gevinst ift. reduktion af transporter til og fra biogasanlægget. Der er beregnet en reduktion i transporter til 3.951 transporter. Ved den alternative udgift spares i alt 3.545 transporter. Derudover vil mere gylle kunne afgasses på biogasanlægget uden at forværre anlæggets økonomi. Det vil også give en øget klimagevinst.

Teknologien er især interessant ift. at kunne anvende sogylle i biogasanlæg. Sogylle har et meget lavt tørstofindhold, og ved at øge tørstofindholdet kan flere leverandører blive attraktive for biogasanlægget, hvorved transportdistancen muligvis kan reduceres. Det vil i sidste ende betyde, at der skal køres kortere distancer til og fra anlægget. Sogylle er i dag ofte uinteressant, da metanpotentialet er lavt, samt der bruges store ressourcer på transport og opvarmning af vand. Det høje vandindhold reducerer biogasanlæggets potentialet ift. opholdstid, også på andre biomasser.

Leverandører, som ligger langt fra anlægget, vil også have gavn af løsningen, da disse leverandører transportmæssigt er en stor omkostning for biogasanlægget og ofte fravælges først. Ved at øge tørstofindholdet reduceres mængden af transporter fra leverandør til biogasanlæg.

Gyllen bliver også mere interessant, da den vil indeholde væsentligt mere energi pr. tons. Ved 3%-point øget tørstof vil gyllen indeholde ca. 60% mere energi pr. ton. Biomassen kan i disse tilfælde konkurrere med en dyrere biomasse, som helt eller delvist kan udskiftes og derved forbedre økonomien. Dette var vist tidligere hvor indkøbet af majs blev reduceret.

Ovenstående vil kræve at teknologien bliver forholdsvis billig i drift, med minimalt vedligehold, før landmanden vil overveje løsningen. Med en pumpe på 1 kW er energioptaget yderst begrænset. Landia har informeret at vedligeholdet skal være max 1-2 gange årligt, men at dette stadig er under udvikling.

## 6 Potentielle udviklingsområder

Udviklingsområder til optimering af gyllehåndtering hos leverandørerne:

- Udveksling af informationer om gylleproduktion mellem leverandør og biogasanlæg for hyppig afhentning (sensoreteknik til visning af gyllens stand i gyllekummer og fortank).
- Nye staldsystemer der fremmer hyppigere udslusning. Gyllesystemer med kegleformede kummer, der er formede som trakte. Denne udformning gør, at gyllen løber ned ad siderne og ned til et fælles rør, der samles med et spjæld. Spjældet aktiveres automatisk, og gør at gyllen udsluses med kort opholdstid. Hvis biogasselskabet afhenter gyllen ofte, fås der frisk gylle med et højt metanpotentiale til biogasanlægget. Samtidig forventes den reducerede gylleoverflade at have en positiv indflydelse på  $\text{NH}_3$ -fordampningen i staldene.
- Projektet "hyppig udslusning" har taget udgangspunkt i gevinsten ved at udsluse hyppigere ved svinegylle, da svinegylle er lettere omsætteligt end fx kvæggylle, samt de anvendte tal stammer fra et rådgivningsprojekt fra Landbrugsstyrelsen der fokuserer på svinegylle (afsluttes december 2020). Yderligere er der højere temperaturer i svinestalde end i kvægstalde, og da metanemissionen er eksponentielt afhængig af temperaturen jf. Figur 4 er svinegylle blevet undersøgt først. Man kan forestille sig, at der også ligger et betydeligt potentiale ved hyppigere udslusning af kvæggylle, da det organiske tørstofindhold i gyllen ofte er større.
- Udover gylle, kan der også være en udledning af metan fra dybstrøelse i stalde. Hyppigere skift af halmen i stalden kan muligvis hjælpe med sænke tabet af metan, samt resultere i højere metanudbytter på de biogasanlæg, der anvender dybstrøelsen.