

## Billigste ammoniak teknologi løsning grise (BAT)

Forfatter: Michael Groes Christiansen

<sup>a</sup> SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

**Svine**afgiftsfonden

---

### Hovedkonklusion

De økonomiske omkostninger for at holde sig under ammoniak emissionsgrænserne som blev lavet i 2011, er bortset fra enkelte slagtegrisekombinationer, lavere end det de økonomiske grænser sat i 2011. Disse var ca. 50 kr./årsso, 1,2 kr./produceret smågrise og ca. 8 kr./slagtegris.

---

### Sammendrag

De økonomiske omkostninger for at holde sig under ammoniak emissionsgrænserne sat i 2011 holder sig i disse 2024 beregninger sig under de økonomiske øvre grænser også sat i 2011 bortset fra enkelte slagtegrisekombinationer.

De økonomiske grænser sat i 2011 var ca. 50 kr./årsso, 1,2 kr./produceret smågrise og ca. 8 kr./slagtegris. For søer med smågrise ville de økonomiske grænser i dag svare til maksimalt 91,8 kr./årsso i BAT-omkostning ved billigste løsning. Med 2024 BAT-miljøberegninger kunne det ifølge dette notat godt lade sig gøre at holde sig under disse omkostningsniveauer for billigste BAT-løsning, bortset fra enkelte slagtegrisekombinationer. Slagtegrise på drænet gulv kommer op på ca. 10 kr./slagtegris.

Dette notat finder billigste BAT-løsning ud fra mange mulige BAT-teknologier, gulvtype og produktionsarealer. For at kunne gøre dette, er det først nødvendigt at inddrage varmebehov til stalde. Årsagen til, at dette er nødvendigt er, at nogle miljøteknologier såsom gyllekøling generer varme, som nogle grisestaldafsnit godt kan bruge. I dette notat er der brugt værdier for rumvarmetilførsel, som giver almindelig luftkvalitet i stalden. Der kunne både være argumenteret for højere eller lavere behov for rumvarmetilførsel i alle staldafsnit, og dette forhold betyder meget for om gyllekøling skal vælges som BAT-teknologi som billigste løsning. Hvilken varmepris der bruges, er også vigtig. På rigtig mange grisebedrifter i dag skønnes det, at der bruges halmfyr. Her er varmeprisbesparelse sat til 0,3 kr./kWh sparet mod 0,6 kr./kWh, hvis der alternativt var et "oliefyr opvarmet stald" som økonomisk reference. I soholdet betyder reference-opvarmningsmetode-

omkostningen rigtigt meget for både omkostninger per årssø ved at opfylde BAT-krav, men også for om f.eks. biologisk luftrensning kan fortrænge gyllekøling som billigste BAT-teknologi løsning. En ikke uvæsentlig konklusion både for griseproducenter, men også for de miljøteknologi-producenter, som sælger luftrensningsteknologi. Omend denne konklusion for dem som sælger billige luftrensningsløsninger, forbedrer markedssituationen her og nu, så er biologisk luftrensning ikke en metangas-reducerende-teknologi, som gyllekøling er. Dette forhold betyder noget fra 2030 og fremefter. For i 2030 indføres der også klimaafgift på dansk griseproduktion, hvilket gør, at gyllekøling måske så skal vælges alligevel, fordi den reducerer metangasproduktion fra stalde. Lugtreduktion er også beregnet i dette notat ved billigste BAT-løsning, men indgår ikke i kriterievalget for billigste BAT-løsning.

## Baggrund

For at få en miljøgodkendelse skal en grisestald i Danmark overholde et minimum emissionsgrænse-loft for ammoniakudledning fra stalden.

For selve grisestalden baseres reguleringen på en produktionsramme, der bliver udtrykt i m<sup>2</sup> produktionsareal i stedet for antal dyr via dyreenheder, som en ændring indført fra 1. august 2017. I 2017 betød den ændrede husdyrregulering også, at reguleringen af husdyrbrugenes anlæg og reguleringen af arealer til udbringning af husdyrgødning blev adskilt.

Modellen for staldene betegnes stipladsmodellen. I stipladsmodellen er det fastsat som en maksimalt tilladt emission pr. m<sup>2</sup> produktionsareal pr. år for forskellige stald- og dyretyper. Ved et givent produktionsanlæg med stitype, kendes både standardemissionen og hvad den maksimalt må være. Hvis emissionen er højere end minimum emissionsgrænse-loft, så skal der bruges miljøteknologi for at reducere emissionen.

Så længe der er tale om en samtidig godkendelse af flere typer stalde samtidigt, må der godt fjernes mere ammoniak fra en stald mod, at der så fjernes mindre fra en anden stald, bare de samlet set holder sig under det akkumulerede emissionsgrænse-loft for projektet.

Dette bruges i dette notat, hvor drægtighedsstalde-farestalde og eventuelt smågrisestalde inddrages i en samlet beregning for anlæg til søer.

Når staldene først er godkendt, og der eventuelt via valg af teknologi er overimplementeret mht. fjernelse af ammoniakemission, kan denne ekstra fjernelse ikke bruges i nye staldprojekter.

Omkostningerne ved at opfylde BAT-krav kan sættes i forhold til de økonomiske kriterier, der blev lagt til grund for BAT-kravene i 2011. Disse krav kunne omsættes til følgende økonomiske omkostninger per enhed ved fastlæggelse af emissionsgrænseværdier.

Per årssø: Maksimal meromkostning ca. 50 kr./årssø. (Kai, P og Jacobsen, BH. 2023).

Per smågris: Maksimal meromkostning på 1,3 kr./smågris (Jacobsen, BH. og Kai, P. 2022 (B)).

Per slagtegris: Maksimal meromkostning ca. 8 kr./slagtegris. (Miljøstyrelsen. 2011).

Dette notat undersøger en lang række BAT (Best Available Technology) tiltag i so- og grisestalde . Der opstilles en række kombinationer, og der sættes omkostningsøkonomi på hver teknologi, også set i forhold til anlæggets størrelse. Størrelsesøkonomien for selve BAT-teknologien per m<sup>2</sup> produktionsareal, bliver dog delvist modvirket af de progressive BAT-krav for større projekter.

Baseret på forskellige produktionsstørrelser for søer alene, søer med smågrise og slagtegrise findes der baseret på et regneark, billigste løsning til at opfylde BAT-krav.

Det viser, hvad forskellige gulvtyper kan betyde for krav og for omkostningen ved at opfylde BAT-krav.

## Materialer og metoder

Formålet er at finde billigste løsning i kr. for et givent produktionsanlæg, som opfylder BAT-emissionskravet med hensyn til fjernelse af ammoniak.

So-anlæg undersøges alene eller kombineret med en samtidig opførelse af en smågrisestald. Gulvtypevalg er kun sat til at blive varieret i farestalden med enten delvist fast gulv eller fuldspaltegulv.

Slagtegrise-anlæg undersøges alene med forskelligt antal stipladser og 2 gulvtyper, som er drænet gulv og delvist fast gulv på op til 49 % af gulvarealet.

Via lovgivningen ligger det fast, hvad der skal fjernes af ammoniak (BEK, 2024). Via Miljøstyrelsen ligger det fast, hvad hver teknologi giver af ammoniakreduktion. Se appendix for en opstilling af reduktioner for hver miljøteknologi der er undersøgt. Bemærk at der også kan være variation afhængig af hvilken gulvtype der er valgt. De listede teknologier er testet per automatik, for om de er billigst BAT-løsning for et givent staldafsnit. Samtidigt med dette, kombineres det med ingen eller andre forskellige miljøteknologi-kombinationer for andre stalde. Udover enkeltteknologier er der også kombineret gyllekøling og biologisk luftrensning i samme stald, som noget der kan undersøges som billigste løsning.

Smågrise er koblet sammen med søer i dette notat. Da det erfaringsmæssigt ikke er økonomisk hensigtsmæssigt at foretage ammoniakreduktioner i smågrisestalde, hvis der er andre muligheder, indgår der ingen miljøteknologivalg på smågrisestaldene, når billigste BAT-løsning så skal findes. Gylle fra smågrise forudsættes dog også at være teltoverdækket.

Miljøteknologier kan kombineres, men hvis en miljøteknologi først har fjernet noget af ammoniak emissionen i en stald, mindskes effekten af at bruge ekstra miljøteknologier på samme staldafsnit.

Så hvis teknologi A fjerner  $x_a$  procent og teknologi B fjerner  $x_b$  procent af en ammoniakemission, så vil den samlede virkning generelt kunne udregnes via følgende formel:

*Reduktion teknologi A+B sammen:  $x_a + x_b - x_a \cdot x_b$*

### Økonomiske beregninger

Økonomi er baseret på egne opsætninger, men meget er identisk med nylige IFRO-udredninger omkring investering og drift af forskellige miljøteknologier, hvor SEGES har understøttet med at validere nogle af beregningerne.

BAT-økonomi er meget svært, fordi der skal vurderes priser over 15-20 år, ved teknologivalg hvor levetiden på teknologien er dette. Specielt teknologiløsningen gylleforsuring vil være stærkt påvirket af prisen på svovlsyre. F.eks. var svovlsyreprisen tilbage i 2021 ca. 0,95 kr./kg som vist i tabel 1. I 2024-priser er den steget til 1,50 kr./kg. Nogle input-priser vil således være meget anderledes ved her-og-nu priser, i forhold til de forventede langsigtede priser, som er vist i tabel 1 og anvendt.

**Table 1.** Input til kalkuler. Langsigtede priser anvendt. N-min-ækv er husdyrgødningens N omregnet til mineralisk eller kunstgødningækvivalenter. Kilde: Callesen, G. M., & Jacobsen, B. H. 2022, med enkelte input ændringer beskrevet senere.

Priser på inputsfaktorer	Pris/værdi i beregning	Enhed
Rente %	4,0%	% pa
Timeløn	197	kr./time
El-pris	0,83	kr./kWh
Varmepris ved oliefyr som alternativ varmekilde	0,60	kr./kWh
Varmepris ved halmfyr som alternativ varmekilde	0,30	kr./kWh
Vandpris	6,0	kr./m <sup>3</sup>
Nmin-pris	7,60	kr./kg N-min
N udnyttet ved red. NH <sub>3</sub> emission %	90%	%
Ngris ab mark	6,84	kr./kg N-min-ækv.
Ngris forsuret ab mark	7,60	kr./kg N-min-ækv.
Svovl	2,55	kr./kg S-min-ækv.
Svovlsyre	0,95	kr./kg
Kalk ab mark	0,20	kr./kg
Lænevand lager og udbringning ab mark luftrensning	26,5	kr./ton ab mark
Luftkanalvægge	400	kr./m <sup>2</sup> materiale

Følgende input-parametre er der ændret på i forhold til IFRO-standardinput (Callesen, G. M., & Jacobsen, B. H. 2022)

- En rente på 2 % blev sat af IFRO tilbage i 2019-2020. Om end renten var lav på dette tidspunkt, kan der næppe lånes til miljøteknologi til dette lave niveau  
Her bruges en langsigtet rente på 4 % pa. for investeringer.
- En varmepris på 0,6 kr./kWh er en udmærket referencepris, hvis den holdes op imod en oliefyret stald. Da det anslås af Byggeri og Teknik i Herning, at over halvdelen af sohold-lokaliteterne bruger halmfyr, er der også lavet en beregning, hvor varmeprisen som gyllekøling kan substituere, kun er 0,3 kr./kWh (Christiansen M. G. 2024). Denne følsomhedsberegning er kun lavet for scenarier med søer involveret, idet slagtegrise ikke har et særligt stort behov for varmetilsætning, og mange slagtegrise-stalde faktisk er bygget helt uden varmetilførsel.

Hvis varmepris-referencen udskiftes til et halmfyr med de anvendte 0,3 kr./kWh øges omkostningerne ved at bruge gyllekøling. Med en COP-værdi gyllekøling på 3,75, 75 % gennemsnitlig varmeudnyttelse af produceret varme fra gyllekøling og en EL-pris på 0,83 kr./kWh, har den udnyttede producerede varme fra gyllekøling en fremstillingspris via EL-forbruget alene på ca. 0,3 kr./kWh via 0,83 kr./kWh/(3,75\*0,75), eller det samme som et halmfyret anlæg ca. kan levere varmeprisen til. (Christiansen M. G. 2024).

I appendix er der listet nogle øvrige forudsætninger for forskellige miljøteknologier. Baseret på erfaringer fra danske griseproducenter 2024, er drift og vedligehold af gylleforsuring sat væsentligt op i forhold til IFRO-udredningernes forudsætninger. Da gylleforsuring er en relativ dyr BAT-løsning, er denne teknologi ikke så aktuel, hvis fokus er at finde billigste BAT-løsning.

### Gældende BAT-krav

Som nævnt er BAT-krav progressive. De progressive krav er vist i næste tabel. For diegivende søer i kassestier med fuldspaltegulv startes der f.eks. med 0,87 i BAT-niv1 maksimale ammoniakemission i

kg NH<sub>3</sub>-N pr. m<sup>2</sup>. Dette er tilladte ammoniakemission ved et produktionsanlæg på 1.900 P-Kvm. Ved et anlæg på 5.700 kvm, er kravet maksimalt 0,7 i kg NH<sub>3</sub>-N pr. m<sup>2</sup>.  
For alle anlæg større end PA2 kan kravene til maksimalt tilladte ammoniakemission ikke blive mindre.

**Tabel 2.** BAT-krav for nye staldafsnit angivet som den maksimale ammoniakemission i kg NH<sub>3</sub>-N pr. m<sup>2</sup> produktionsareal pr. år for den angivne dyretype og staldsystem. De med **fed** angivne staldsystemer, er dem som er valgt i dette notat. Kilde: BEK nr. 1089 af 16/10/2024

Dyretype og staldsystem	BAT-niv1	PA1 (m <sup>2</sup> )	BAT-niv2	PA2 (m <sup>2</sup> )
<b>Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv</b>	0,59	1.200	0,47	3.600
<b>Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv</b>	0,59	1.200	0,47	3.600
<b>Søer, golde og drægtige. Individuel opstaldning, delvis spaltegulv</b>	0,87	1.900	0,70	5.700
Søer, golde og drægtige. Individuel opstaldning, fuldspaltegulv	0,87	1.900	0,70	5.700
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	0,87	1.900	0,70	5.700
<b>Smågrise. Toklimastald, delvis spaltegulv</b>	0,58	2.600	0,50	7.800
Smågrise. Drænet gulv + spalter (50 %/50 %)	0,58	2.600	0,50	7.800
Slagtesvin. Delvist spaltegulv, 50 - 75 % fast gulv	1,62	1.300	1,06	4.500
<b>Slagtesvin. Delvist spaltegulv, 25 - 49 % fast gulv</b>	1,62	1.300	1,06	4.500
<b>Slagtesvin. Drænet gulv + spalter (33 %/67 %)</b>	1,62	1.300	1,06	4.500

For søer og smågrise varierer staldsystem kun i valg af stitype i farestald. For slagtegrise er det relevant at regne både på drænet gulv (mest udbredt), men også 25-49 % fast gulv.

Der regnes på søer fra 500-1.500 årssøer med og uden tilknyttet smågriseproduktion på lokaliteten. Fordelingen af soplads er 25 % i farestalden og resten i løbe-drægtighedsstalden. Der er regnet med 2,33 P-Kvm/plads i løbedrægtighedsstalden, og 4,59 P-Kvm/faresti. For smågrise er der regnet med 34,8 fravænnede grise per årssø. 0,3 P-Kvm/smågris og 6,0 smågrise/stiplads/år. Bortset fra tilføjelsen af fravænnede grise per årssø, er dette i lighed med grundforudsætninger brugt i udredningsarbejdet for revurdering af revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav (Jacobsen, B.H. og Kai, P. 2022 (B) & Kai, P og Jacobsen, BH. 2023).

**Tabel 3.** Oversigt over soanlæg med smågrise der regnes på. \* Kun medtaget i søer med smågrise-kalkuler

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Smågrise fravænnede årligt	17.400	26.100	34.800	43.500	52.200
Løbedrægtighedsstald med løsdrift, kvm	875,0	1312,5	1750,0	2187,5	2625,0
Farestald, kvm	545,0	817,5	1090,0	1362,5	1635,0
Smågrise produktionsareal, kvm*	870,0	1305,0	1740,0	2175,0	2610,0

For slagtegrise regnes der på mellem 1.000-5.000 stipladser. Der er regnet med 0,65 kvm/slagtegris ved drænet gulv og 0,70 kvm/slagtegris delvist spaltegulv (Jacobsen, BH. og Kai, P. 2022). Det øgede areal ved mere fast gulv er ikke lovpligtigt, men gøres for at undgå griseri i stien.

**Tabel 4.** Oversigt over slagtegriseanlæg der regnes på

Slagtegrise stipladser	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Drænet gulv + spalter (33 %/67 %), kvm	650	1.300	1.950	2.600	3.250
Delvist spaltegulv, 25 - 49 % fast gulv, kvm	455	910	1.365	1.820	2.275

### Teltoverdækning gyllebeholder

Der kan gives nedslag i, hvor meget en stald skal reducere af ammoniak i stalden, hvis gyllebeholderen teltoverdækkes. De benyttede produktionsarealer per plads i P-Kvm (produktionsareal i kvadratmeter) benyttet i dette notat fremgår af næste tabel. Hvis

produktionsarealet i P-Kvm per plads er afvigende fra det i nedenstående tabel, skal der laves egen forholdstalregning. Ligeledes hvis produktionen er afvigende per plads for små- og slagtegrise.

**Tabel 5.** Ved teltoverdækning af gyllebeholder gives der følgende vejledende Kg NH<sub>3</sub>-N reduktion/P-Kvm. Kilder: Jacobsen, BH. og Kai, P. 2022 (A) & Jacobsen, BH. og Kai, P. 2022 (B) & Kai, P og Jacobsen, BH. 2023 samt egne beregninger

	P-Kvm/plads	Årligt producerede enheder per plads	Kg NH <sub>3</sub> -N reduktion/ P-Kvm
Løbe-drægtighedsstald	2,33	1,00	0,104
Farestald	4,36	1,00	0,057
Smågrise	0,30	6,00	0,109
Slagtegrise, drænet gulv	0,65	3,76	0,132
Slagtegrise 25-49 % fast gulv	0,70	3,76	0,123

I husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen i dag bruges ikke de viste reduktioner per dyregruppe per kvm produktionsareal ved teltoverdækning. Her bruges en reduktion på 0,20 kg NH<sub>3</sub>-N/år per kvm overdækket gyllebeholder. Ovenstående faktorer passer således kun ved de viste arealer per griseenhed, og når producerede grise per stiplads er identisk med dem i ovenstående tabel.

Da teltoverdækning forhindrer nedbør i gyllebeholderen, er det med gængse priser for teltoverdækning forudsat, at teltoverdækning som minimum er omkostningsneutral ved nybygning af gyllebeholder.

Teltoverdækning indgår derfor som fast teknologivalg i alle løsninger, som en ægte "BAT"-løsning, som sparer producenten for omkostninger. Rabatten er ikke fratrukket i beregninger, men er omvendt også af en mindre størrelse.

### Behov for varmetilførsel?

En meget vigtig inputs ved gyllekøling - er stiens varmebehov.

Der er 2 forhold som er problematiske her:

- Hvad er et godt input for en varmebehov per sti?
- Hvordan er varmebehovet fordelt over året?

### Varmebehov per sti !

Callesen, G. M., & Jacobsen, B. H. (2023), bruger varmebehov på henholdsvis 2 og 141 kWh pr. årssso i løbe-/drægtighedstald og farestald. De er selv inde på, at andre analyser såsom Business Check gris indikerer et meget højere niveau.

Varmeforbrug i stalde - andre kilder viser mellem 135-138 kWh/årssso for farestier med delvist fast gulv, og 161-212 kWh/årssso for farestier fuldspaltegulv (LF 20211, Varmeforbrug 2011) ved henholdsvis almindelig og god luftkvalitet. Der er differentieret varmebehov i farestalden afhængig af om der et fuldspaltegulv i farestalden (højere rumtemperaturindstilling) versus fast gulv. Dette er også StaldVent-simuleringer. Her anføres det, at hovedparten af varmemeforbruget skyldes konstant varmeafgivelse fra gulvvarme i pattegrisehule. De er fortsat meget lavere end de eksperimentalt målte varmemeforbrug i farestier til løsgående søer (Jørgensen M, L. U. Hansen. 2018), selv når disse korrigeres ned i størrelsen.

**Table 6.** Forskellige satser for varmetilførsel per kvm stald for varmetilførsel per år. De angivne niveauer er for faresti, kassestier og kan give for høje niveauer ved løsdrift farestier. Kilde: LF 20211, Varmeforbrug 2011, og egne beregninger

Dyretype og staldsystem	Emission Kg NH <sub>3</sub> - N/P-Kvm	Varmeforbrug almindelig luftkvalitet kWh/P- Kvm/år	Varmefor- brug god luftkvalitet kWh/P- Kvm/år
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	0,66	120	123
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	1,30	144	190
Søer, golde og drægtige. Individuel opstaldning, delvis spaltegulv	1,300	7,5	28
Søer, golde og drægtige. Individuel opstaldning, fuldspaltegulv	2,00	7,5	28
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	1,20	7,5	28
Smågrise. Toklimastald, delvis spaltegulv	0,56	63	130
Smågrise. Drænet gulv + spalter (50 %/50 %)	1,20	126	260
Slagtesvin. Delvist spaltegulv, 50 - 75 % fast gulv	1,40	3,7	13,5
Slagtesvin. Delvist spaltegulv, 25 - 49 % fast gulv	1,90	8,6	31,7
Slagtesvin. Drænet gulv + spalter (33 %/67 %)	2,30	13,5	49,8

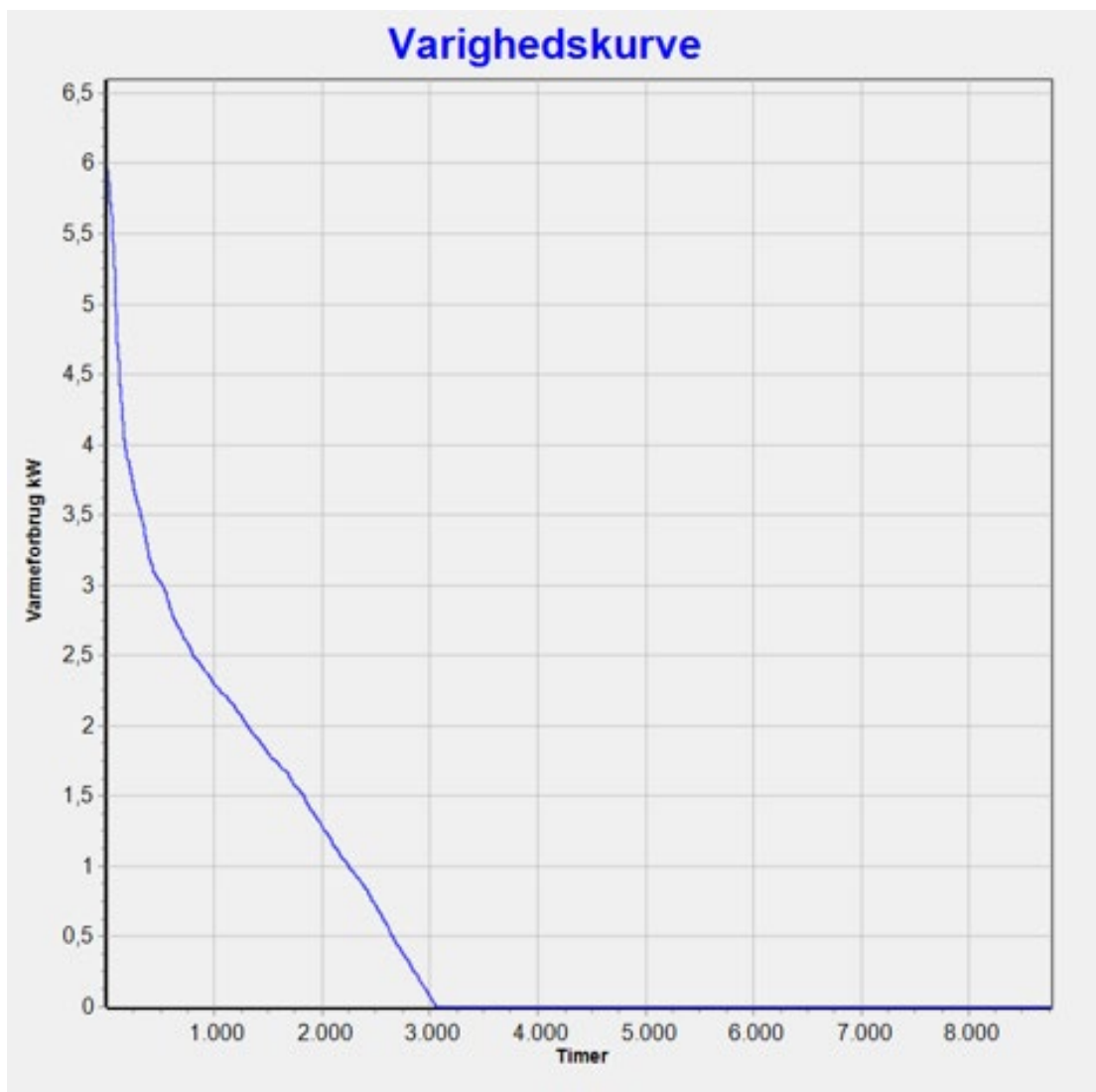
Generelt om varme så skal det primært bruges i fare- og smågrisestalde. Øget varmetilførsel kan give en bedre luftkvalitet, og måske forbedret foderudnyttelse og produktivitet, men det er ikke ordentligt dokumenteret af SEGES.

I beregningerne bruges kun "varmeforbrug" ved almindelig luftkvalitet, da det ikke vides om varmeforbruget ved "god luftkvalitet" kan svarer sig økonomisk.

### Varmebehov fordeling set over året

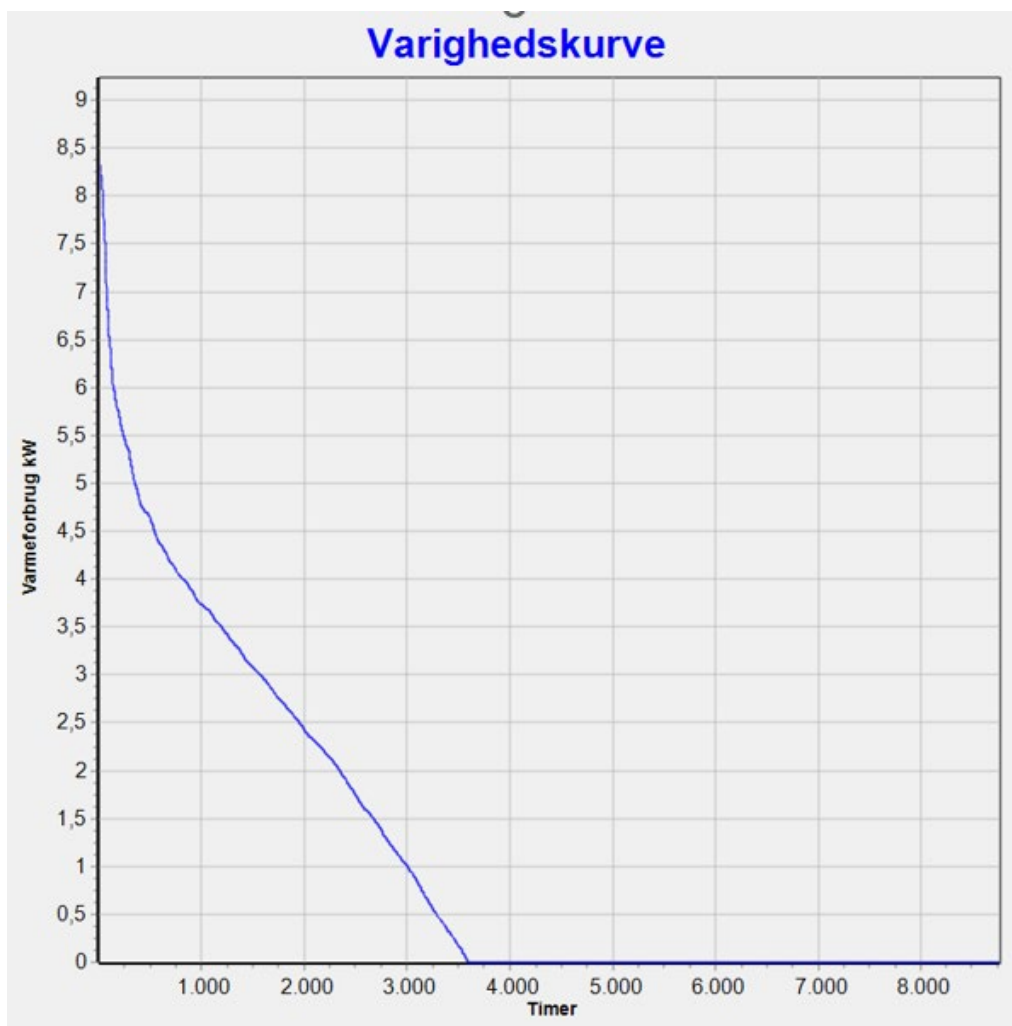
Ved gyllekøling er BAT-vilkår, at man køler med gennemsnitlig x watt/kvm produktionsareal i gennemsnit i løbet af året. Men når der køles om sommeren produceres der også varme, som staldene måske ikke har brug for. Callesen, G. M., & Jacobsen, B. H. (2023) skriver ganske rigtigt, at der er mange data på området. De anvender et niveau på 50 % som gennemsnit udnyttet varme fra gyllekøling/varmepumpeteknologi for hele året for begge staldtyper for smågrise.

Samme problematik gør sig gældende i en faresti mht. rumvarmebehov fordelt over året. I dette notat er der vist 2 størrelser farestier med deres såkaldte varighedskurve i forhold til stistørrelse. Der er 8.760 timer/år, korrigeret for 3 dages tomtid per kuld ca. 8.068 driftstimer/år. Der er i kassestien brug for rumvarmetilførsel i ca. 3.000 driftstimer på et år. For den store løsdriftssti er der brug for varmetilførsel i ca. 3.700 timer/år. Som varighedskurverne angiver, er der med det danske vejrlig også meget stor forskel på, hvor meget varme, der skal tilføres de timer af året, hvor der skal tilføres varme.



**Figur 1.** Kassesti med mål 1,7\*2,7 meter. Inklusiv gangareal 5,44 kvm/aresti. Kurven er med 24 farestier i sektionen simuleret over 1 år. Kilde: Beregninger lavet i StaldVent af Malene Jørgensen, SEGES 2020.





**Figur 2.** Stor løsdrift faresti med målene 2,4\*3 meter. 8,4 kvm/faresti heraf 1,2 kvm gangareal/faresti. Kurven er med 24 farestier i sektionen simuleret over 1 år. Kilde: Beregninger lavet i StaldVent af Malene Jørgensen, SEGES 2020.

For begge figurer gælder dog, at det kun er rumvarmetilførsel. Da der skal skabes to-klima i en farestald, går omtrent 66 % af varmen til at skabe et godt nærmiljø for grisene. Dette varmebehov er mere permanent set over året. For farestalden kan det anslås, at ca. 75 % af en konstant produceret varme kan bruges, fordi de viste varighedskurver kun udgør en delmængde af det ønskede varmebehov.

De 75% varmeudnyttelse fra gyllekølingvarme også brugt for smågrisestalde. Dette niveau kan både være højere eller lavere, men afhænger af mange forhold, som der ikke umiddelbart, er mulighed for at korrigere for i disse beregninger.

### Lugtreduktioner

Lugtgener indgår i husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen, men om en lokalitet skal lugtreducere for at opnå en miljøgodkendelse, afhænger af staldens beliggenhed i forhold til beboelse i nærområdet. Fjernelse af lugt vist for den billigste løsning for fjernelse af ammoniak fra stalden. Hyppig udslusning i slagtegrisestalde er i dag obligatorisk og er derfor sat til 0 kr. i udgift. Ved drænet gulv i slagtegrisestald giver hyppig udslusning 20 % lugtreduktion. Der er ingen N-reduktion ved hyppig udslusning.

## Afgrænsninger

Dette notats økonomiske beregninger af hvad det koster at implementere en given miljøteknologi, er primært baseret på det store udredningsarbejde, der er foretaget i perioden 2019-2023 af IFRO og AU. (Jacobsen, BH. og Kai, P. 2022 (A)+(B), Kai, P og Jacobsen, BH. 2023)

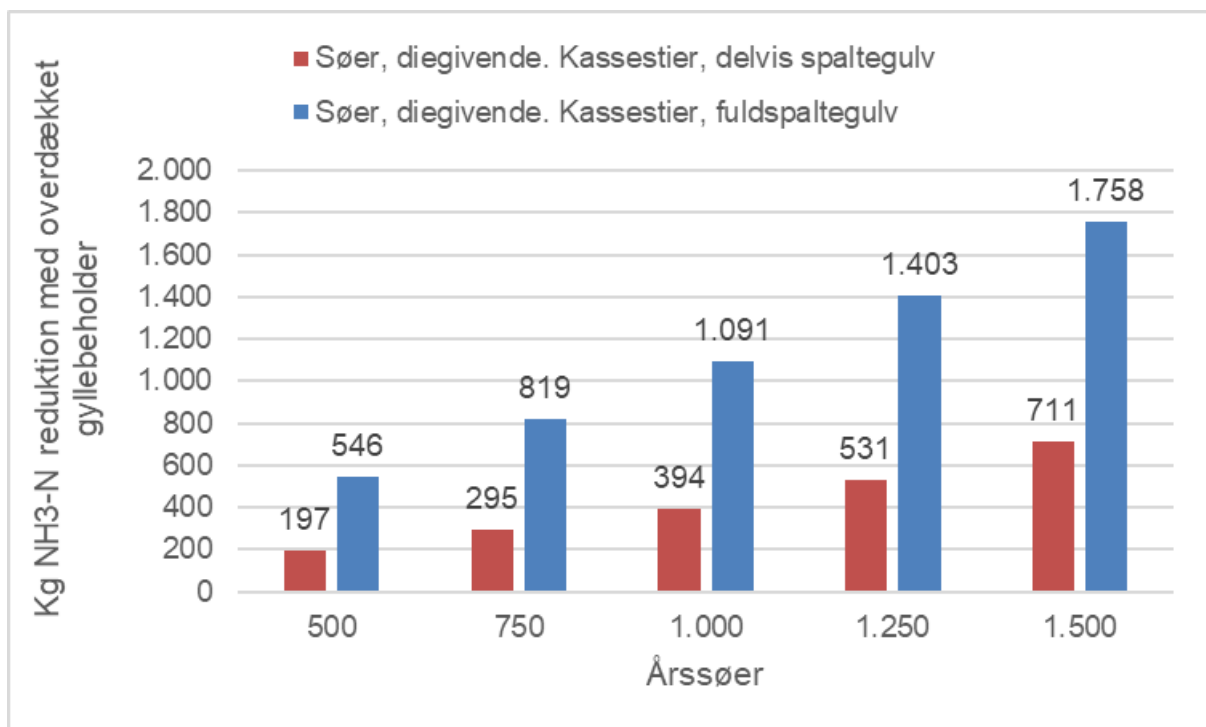
Men formålet er ikke at vise hvordan omkostninger ved hver miljøteknologi er skruet sammen, men mere bedste bud på billigste BAT-teknologiløsning i 2024 for forskellige dyretyper og størrelse på anlæg.

## Resultater og diskussion

Resultaterne i de næste afsnit er opdelt efter anlægstype og gulvtypevalg samt, hvilken alternativ varmepris der er brugt for værdifastsætning af varme, hvis der er valgt gyllekøling som miljøteknologi.

### Soanlæg uden smågrisstalde, krav til fjernelse af ammoniak som funktion af gulvtypevalg

Søer alene med forskellige gulvtyper i farestalden giver forskellige krav til fjernelse af ammoniak fra stalden. Valg af fuldspaltegulv i farestalden øges kravet til fjernelse af ammoniak med faktor 2,77 eller 177 %.



Figur 3. Krav til fjernelse af kg NH<sub>3</sub>-N som funktion af årssøer og valg af gulvtype i farestald

### Resultater for søer uden smågrise og delvis spaltegulv farestald

For søer uden smågrise er startomkostningen ved BAT-krav og 500 årssøer 9,7 kr./årsso i omkostning ved kassestier med delvis spaltegulv. Omkostningen falder og bliver (negativ, dvs. besparelse for producent ved 1.000 og 1.250 årssøer). Årsagen er, at varmen fra gyllekøling kan bruges og erstatte varme fra et oliefyr, samtidigt med at investeringsomkostningen til gyllekøling er faldende målt per m<sup>2</sup> produktionsareal. Optil 1.250 årssøer er gyllekøling med 30 W/m<sup>2</sup> i drægtighedsstalden nok til at komme i mål. Ved 1.500 årssøer finder programmer, at gyllekøling til 20 w/m<sup>2</sup> er bedst, men der skal samtidigt bruges 10 % biologisk luftrensning i farestalden for at komme i mål med BAT-kravet. I alle tilfælde reduceres der lidt mere med de valgte teknologier end minimumskravet er.

**Table 7.** Søer alene uden smågrise. Delvist spaltegulv i farestalden. Oliefyr som varmeprisreference. Kilde: egne beregninger.

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	10 % biologisk luftrensning
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	326,9	490,4	653,8	856,5	1.101,4
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	197	295	394	531	711
Årlig omkostning denne løsning, kr.	4.851	2.359	-133	-2.626	9.570
Opnået kg N-reduktion stalde	230	345	460	575	967
Opnået lugtreduktion, odour	1.243	1.864	2.485	3.106	4.440
Omkostning kr. årssø	9,7	3,1	-0,1	-2,1	6,4

Hvis oliefyret erstattes af et halmfyr, ændres omkostningerne ved billigste BAT-løsning for søer alene sig relativt meget, og vil nu ligge mellem 34,2-52,9 kr./årssø med stigende stordriftsfordel. Biologisk luftrensning på 10 % vil være billigste løsning for anlæg større end 750 årssøer.

**Table 8.** Søer alene uden smågrise. Delvist spaltegulv i farestalden. Halmfyr som varmeprisreference. Kilde: egne beregninger.

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	326,9	490,4	653,8	856,5	1.101,4
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	196,9	295,4	393,8	531,5	711,4
Årlig omkostning denne løsning, kr.	26.440	34.742	40.142	45.581	51.361
Opnået kg N-reduktion stalde	230	345	491	614	737
Opnået lugtreduktion, odour	1.243	1.864	746	932	1.118
Omkostning kr. årssø	52,88	46,32	40,14	36,46	34,24

### Resultater for søer uden smågrise og fuldspaltegulv farestald

Omkostningen til BAT-krav stiger relativt, hvis der vælges fuldspaltegulv i farestalden, fordi der skal fjernes det mere ammoniak via miljøteknologien. Hermed stiger omkostningerne. Billigste løsning er, at der køles lidt mindre i drægtighedsstalden, hvilket indirekte fortæller, at 30 W/m<sup>2</sup> er større varmeproduktion end der reelt er brug for i løsningen med delvis spaltegulv i farestalden. Udover dette og for alle kombinationer sættes der biologisk luftrensning på farestalden for at komme i mål med BAT krav.

**Table 9.** Søer alene uden smågrise. Fuldspaltegulv i farestalden. Oliefy som varmeprisreference. Kilde: egne beregninger.

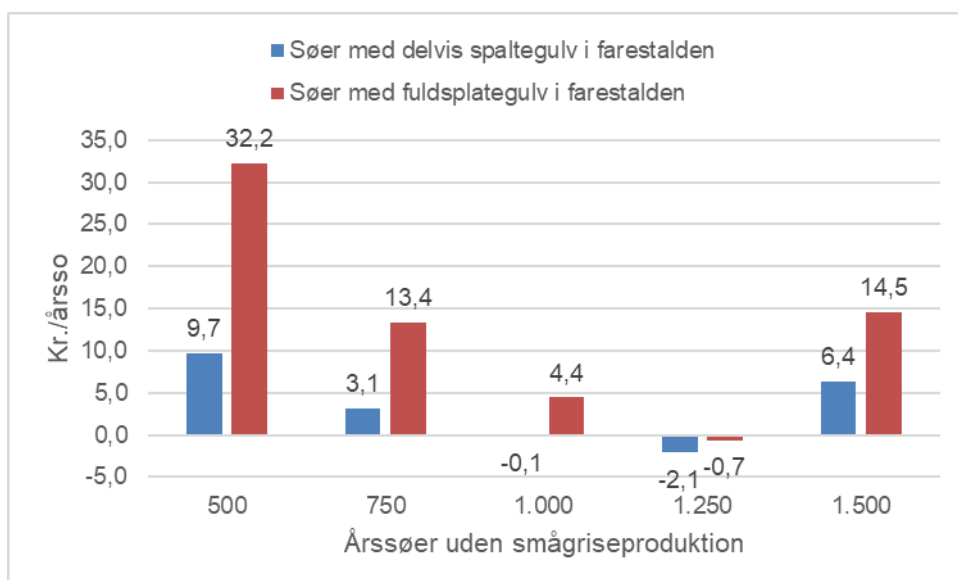
Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	675,7	1.013,6	1.351,4	1.728,5	2.147,8
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	545,7	818,6	1.091,4	1.403,5	1.757,8
Årlig omkostning denne løsning, kr.	16.088	10.060	4.438	-833	21.746
Opnået kg N-reduktion stalde	563	844	1.125	1.407	1.893
Opnået lugtreduktion, odour	1.676	2.514	3.352	4.190	5.886
Omkostning kr. årssø	32,18	13,41	4,44	-0,67	14,50

Hvis gyllekølingsvarme holdes op imod varmepris fra et halmfy, øges BAT-omkostningerne samtidigt med, at 30 % biologisk luftrensning erstatter løsninger fundet tidligere ved 500 og 1.500 årssøer uden smågrise.

**Table 10.** Søer alene uden smågrise. Fuldspaltegulv i farestalden. Halmfy som varmeprisreference. Kilde: egne beregninger.

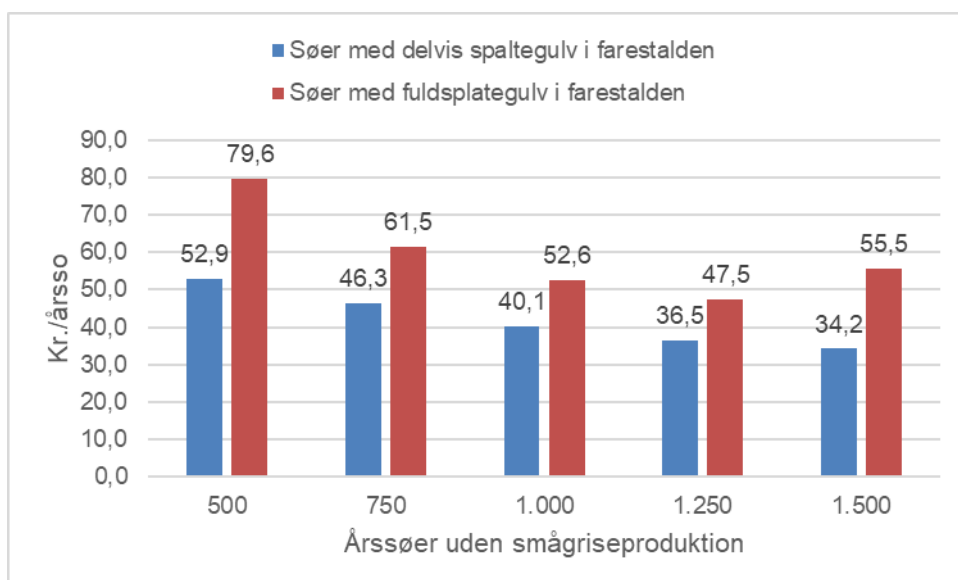
Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	30 % biologisk luftrensning	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	30 % biologisk luftrensning
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	Intet teknologivalg	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	Intet teknologivalg
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	675,7	1.013,6	1.351,4	1.728,5	2.147,8
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	545,7	818,6	1.091,4	1.403,5	1.757,8
Årlig omkostning denne løsning, kr.	39.783	46.148	52.555	59.313	83.274
Opnået kg N-reduktion stalde	620	844	1125	1407	1859
Opnået lugtreduktion, odour	1.118	2.514	3.352	4.190	3.355
Omkostning kr. årssø	79,6	61,5	52,6	47,5	55,5

For de 5 forskellige produktionstørrelser er udviklingen den samme uanset type farestaldsgulv med oliefy som varmeprisreference. Laveste omkostninger ved 1.250 årssøer og højeste BAT-omkostninger ved 500 årssøer.



**Figur 4.** Opgjort omkostning per årsso uden smågriseproduktion med oliefyret varmeanlæg som reference.

Med halmfyr som varmeprisreference er omkostningerne per årsso noget højere, som næste figur viser.

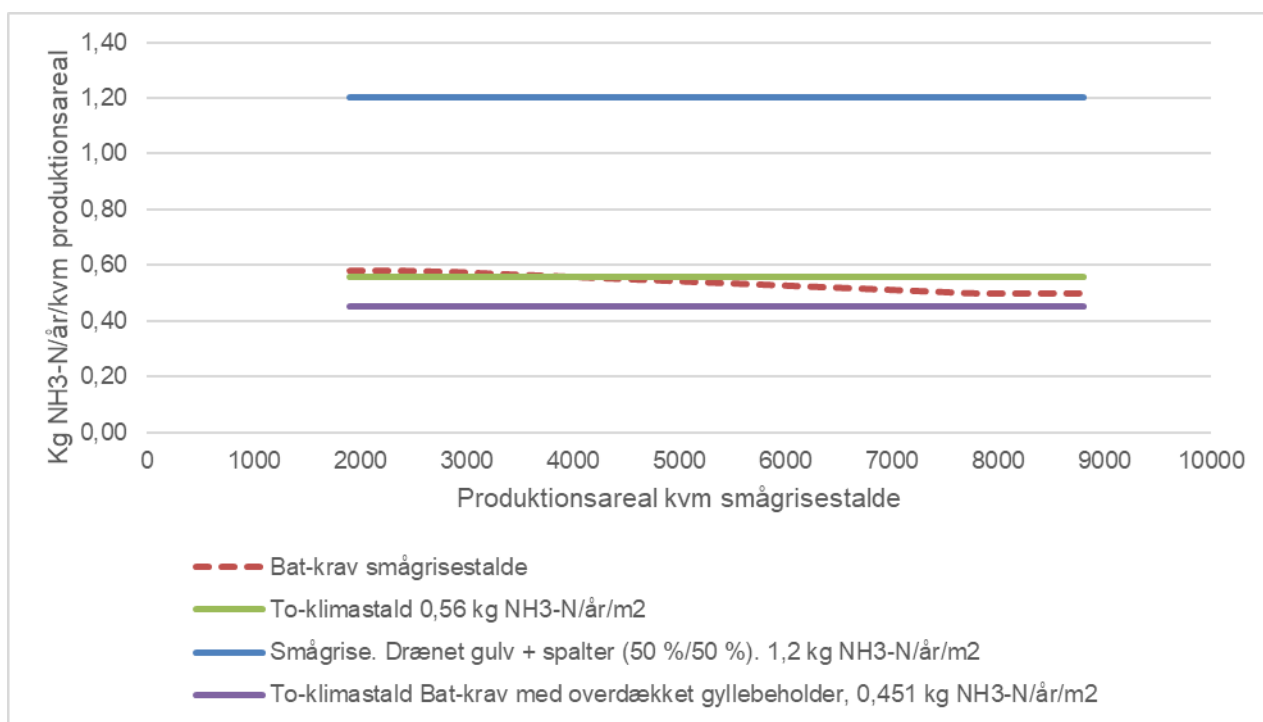


**Figur 5.** Opgjort omkostning per årsso uden smågriseproduktion med halmfyret varmeanlæg som reference.

### Økonomi og BAT for søer og smågrise på samme lokalitet

Det samlede krav for staldene for at fjerne ammoniak fra staldene falder, når der samtidigt med en miljøgodkendelse til sotalde også er en smågrise to-klimastald med i ansøgningen.

Årsagerne er at BAT-emissionsgrænsen for smågrise er højere end den emission, der er fra en to-klimasti med de produktionsstørrelser, der her regnes på, og som nedenstående figur viser.



**Figur 6.** BAT-krav smågrisestalde som funktion af kvadratmeter. Produktionsareal samt hvor de 2 gulvtyper ligger, og hvor 2-klimastier smågrisestalde ligger, hvis der indregnes at gyllebeholderen er teltoverdækket.

**Tabel 11.** Beregnet nedslag i kg NH<sub>3</sub>-N-reduktion fra staldene, når en sostald opføres samtidigt med en 2-klimastald. Det er forudsat teltoverdækning af alt gylle i gyllebeholderen. Kilde: Egne beregninger baseret på BAT-regler og P-Kvm smågrisestalde

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
N-reduktion rabat samlet staldanlæg via smågrise, kg NH <sub>3</sub> -N	-112	-168	-224	-281	-336

### Resultater for søer og smågrise og delvis spaltegulv i farestalden

Med oliefyr som varmealternativ er der, når søer og 2-klimastald kobles sammen i en ansøgning, ingen merudgift, men en besparelse på mellem 48-61 kr./årssø (stigende stordriftsfordel) ved at køle drægtighedsstalden med 30 W/m<sup>2</sup>. Der reduceres meget mere ammoniak end kravet er samlet, fordi der skal bruges varme til staldene, og alternativ varmepris via oliefyret opvarmning er højere end de ca. 0,3 kr./kWh udnyttet varme, som gyllekølingsanlægget kan producere det til i stykomkostning per varmenhed produceret.

**Tabel 12.** Resultater for søer og smågrise og delvis spaltegulv i farestalden. Oliefyr som referenceopvarmingskilde.

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, gøde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	309,5	464,3	619,0	813,0	1.049,6
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	85	127	169	251	375
Årlig omkostning denne løsning, kr.	-24.147	-41.138	-58.129	-75.121	-92.112
Opnået kg N-reduktion stalde	230	345	460	575	690
Opnået lugtreduktion, odour	1.243	1.864	2.485	3.106	3.728
Omkostning kr. årssø	-48,29	-54,85	-58,13	-60,10	-61,41

Som næste tabel viser, så neddroles gyllekøling ganske meget som teknologivalg, hvis der reelt ingen "besparelse" er ved at bruge denne opvarmingskilde. Reelt nøjes der med 10 W/m<sup>2</sup> i

drægtighedsstalden til og med 1.000 årssøer, hvorpå den pga. de forhøjede BAT-krav ved større anlæg øges til 15 og 20 W/m<sup>2</sup>. Der bruges kun gyllekølingsteknologi til at opfylde BAT-krav. BAT-omkostningen ligger mellem 10,7-21,7 kr./årsso (stordriftsfordel) med halmfyr som alternativ, eller her reelt som supplerende varmekilde, da gyllekølingen med viste køleeffekt, laver mindre varme end der er brug for. Teknisk set burde der have været korrigeret så varmeudnyttelse fra gyllekøling, nok er tættere på de 100 % end de forudsatte 75 %, men de præcise forhold kendes ikke, og er derfor udeladt, så der fast bruges 75 %.

**Tablet 13.** Resultater for søer og smågrise og delvis spaltegulv i farestalden. Halmfyr som referenceopvarmingskilde.

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	Gyllekøling 10 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 10 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 10 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 15 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	309,5	464,3	619,0	813,0	1.049,6
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	84,7	127,0	169,3	250,9	375,1
Årlig omkostning denne løsning, kr.	10.853	12.133	13.414	14.741	15.977
Opnået kg N-reduktion stalde	85	128	170	311	485
Opnået lugtreduktion, odour	478	718	957	1.794	2.870
Omkostning kr. årsso	21,71	16,18	13,41	11,79	10,65

### Resultater for søer og smågrise med fuldspaltegulv i farestalden

Når der vælges fuldspaltegulv i farestalden, så skal der fjernes mere ammoniak via miljøteknologi alt andet lige som tidligere nævnt.

Til og med 1.000 årssøer er det 10 % biologisk luftrensning og 20 W/m<sup>2</sup> gyllekøling i farestalden, som er billigste løsning. Ved > 1.000 årssøer er bedste løsning 30 w/m<sup>2</sup> gyllekøling i drægtighedsstalden og 10 % biologisk luftrensning i farestalden. Bortset fra 500 årssøer, er alle løsninger økonomisk attraktive for producenten at vælge med samlet besparelse på mellem 16,5-28,8 kr./årsso.

**Tablet 14.** Resultater for søer og smågrise og fuldspaltegulv i farestalden. Oliefyr som referenceopvarmingskilde.

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	10 % biologisk luftrensning Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	10 % biologisk luftrensning Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	10 % biologisk luftrensning Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	10 % biologisk luftrensning Intet teknologivalg	10 % biologisk luftrensning Intet teknologivalg
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	658,3	987,5	1.316,6	1.685,0	2.096,0
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	433,5	650,2	866,9	1.122,9	1.421,5
Årlig omkostning i kr. denne løsning	659	-12.355	-24.963	-32.090	-43.162
Opnået kg N-reduktion stalde	448	673	897	1.577	1.893
Opnået lugtreduktion, odour unit	2.455	3.683	4.910	4.905	5.886
Omkostning kr. årsso	1,32	-16,47	-24,96	-25,67	-28,77

Hvis der bruges halmfyr og dermed en anden pris på sparet varmeudgift ved gyllekøling ændres konklusionerne sig meget. Biologisk luftrensning 20 % i drægtighedsstalden er nok op til 1.000 årssøer. Gyllekøling bruges sjældnere. Omkostningerne per årssø inklusiv smågriseproduktionen ligger mellem 49,2-66,6 kr. BAT-omkostning/årssø for årssøer mellem 500-1.000 årssøer. Ved anlæg større end 1.000 søer, bruges der mellem 8-15 w/m<sup>2</sup> køling i drægtighedsstalden, og der bruges 10 % biologisk luftrensning på farestalden.

**Tablet 15.** Resultater for søer og smågrise og fuldspaltegulv i farestalden. Halmfyr som referenceopvarmingskilde.

Årssøer	500	750	1.000	1.250	1.500
Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv	20 % biologisk luftrensning	20 % biologisk luftrensning	20 % biologisk luftrensning	Gyllekøling 8 W/m <sup>2</sup>	Gyllekøling 15 W/m <sup>2</sup>
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	Intet teknologivalg	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning
Krav kg N-reduktion før teltoverdækning gyllebeholder	658,3	987,5	1.316,6	1.685,0	2.096,0
Krav kg N-reduktion stalde med teltoverdækning gyllebeholder	433,5	650,2	866,9	1.122,9	1.421,5
Årlig omkostning i kr. denne løsning	33.321	40.931	49.166	57.716	64.904
Opnået kg N-reduktion stalde	478,8	718,2	957,6	1.174,3	1.576,3
Opnået lugtreduktion, odour unit	746	1.118	1.491	2.755	4.311
Omkostning kr. årssø	66,6	54,6	49,2	46,2	43,3

### Resultater for slagtegrise delvis fastgulv

Med delvis spaltegulv og 25-49 % fast gulv ses der faldende omkostninger til og med 4.000 stipladser, hvorpå omkostningen til billigste BAT-løsning stiger igen. Omkostninger ligger mellem 6-9,28 kr./slagtegris. Miljøteknologierne som er billigst ændres fra gyllekøling 20 w/m<sup>2</sup> for det mindste anlæg, til 10 % biologisk luftrensning op til 4.000 slagtegrise stipladser for at slutte med 20 % biologisk luftrensning ved 5.000 slagtegrise stipladser.

**Tablet 16.** Resultater for slagtegrise med delvis spaltegulv og 25 - 49 % fast gulv. 0,70 kvm/slagtegrise stiplads

Slagtegrise stipladser	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Delvis spaltegulv, 25 - 49 % fast gulv, kvm	700	1.400	2.100	2.800	3.500
Løsning	Gyllekø- ling 20 W/m <sup>2</sup>	10 % bio- logisk luftrens- ning	10 % bio- logisk luftrens- ning	10 % bio- logisk luftrens- ning	20 % bio- logisk luftrens- ning
Årlig omkostning denne løsning, kr./år	37.125	57.696	76.876	96.055	182.190
Opnået kg NH <sub>3</sub> -N-reduktion inkl. overdækket gyllebeholder	204,82	920,36	1380,54	1840,72	3743,95
Opnået lugtreduktion, OUE	3.126	2.436	3.654	4.872	12.180
Krav kg NH <sub>3</sub> -N-reduktion	196,0	416,5	882,0	1.519,0	2.327,5
Årlig omkostning kr./slagtegris	9,28	7,21	6,41	6,00	9,11

Løsningerne er ikke væsentlige forskellige, hvis der vælges drænet gulv, ej heller de økonomiske udgifter ved fundne billigste BAT-teknologiløsning. Dog betyder kravet om en større fjernelse af



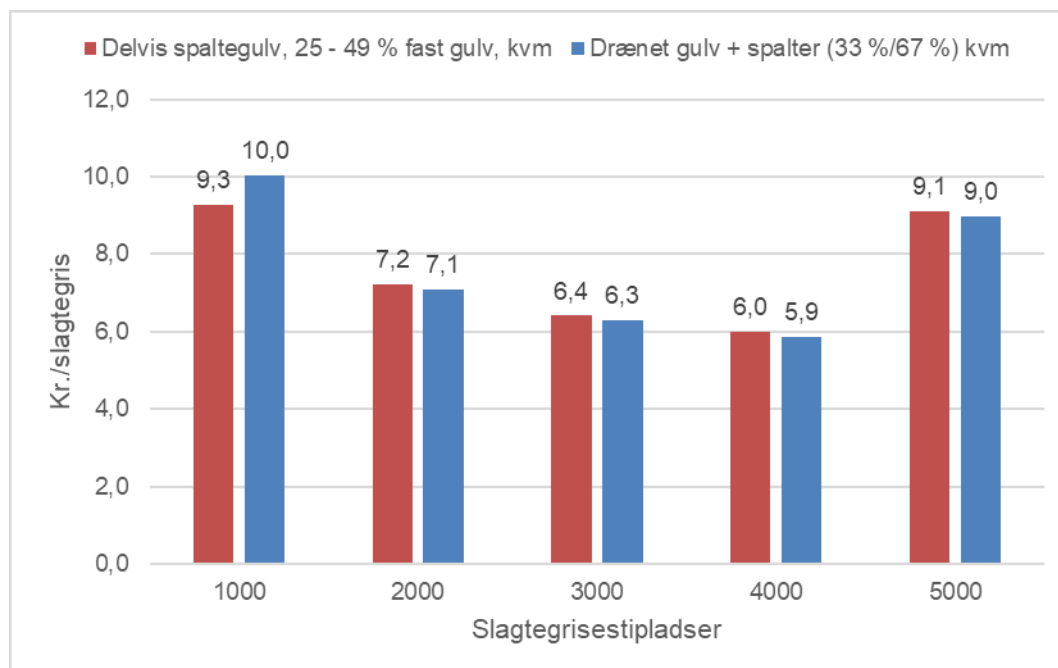
ammoniak med 1.000 stipladser pga. det valgte drænede gulv, at gyllekøling fortrænges af 10 % biologisk luftrensning i de mindre staldanlæg.

**Tabel 17.** Slagtegriseanlæg med delvis spaltegulv og 25 - 49 % fast gulv. 0,65 kvm/slagtegrisestiplads

Slagtegrise stipladser	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Drænet gulv + spalter (33 %/67 %) kvm	650	1.300	1.950	2.600	3.250
Løsning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	10 % biologisk luftrensning	20 % biologisk luftrensning
Årlig omkostning denne løsning, kr./år	40.135	56.659	75.320	93.981	179.668
Opnået kg NH <sub>3</sub> -N-reduktion inkl. overdækket gyllebeholder	636,9	1.273,7	1.910,6	2.547,5	4.746,6
Opnået lugtreduktion, OUE	6.932	13.863	20.795	27.726	41.366
Krav kg NH <sub>3</sub> -N-reduktion	442,0	884,0	1.547,8	2.359,5	3.319,1
Årlig omkostning kr./slagtegris	10,0	7,1	6,3	5,9	9,0

### Slagtegrise samlet

Fordi arealet per slagtegris er forudsat øget fra de 0,65 P-Kvm/slagtegrisestiplads til 0,70 P-Kvm/slagtegrisestiplads ved mere fast gulv i stien, så betyder dette merareal at målt på BAT-omkostninger, så slipper producenten ikke billigere målt i kr./slagtegris ved at vælge denne løsning fremfor drænet gulv. Dette selvom der skal fjernes meget mindre ammoniak, hvis løsningen med mere fast gulv vælges. Mere fast gulv som BAT-, er altså kun attraktiv, hvis producenten måske vurderer, at stiareal per gris ikke behøver blive øget, hvis der nøjes med f.eks. 25 % fast gulv i stien.



**Figur 7.** Omkostninger for slagtegrise som funktion af slagtegrisepladser for at kunne holde kg NH<sub>3</sub>-N under emissionsgrænseløftet.

### Diskussion

Omkring gyllekøling/varmepumpeteknologi kan det anføres, at måden at udnytte varmen bedre på end her forudsat er, at overdimensionere gyllekøling per m<sup>2</sup> gyllekumme, så der kan laves nok varme i spidsbelastningsperioderne mod at køle mindre i sommermåneder. Kontrolvilkårene for denne teknologi er nemlig, om der er kølet nok set over hele året som gennemsnit. Beregningsteknisk er der fortsat nogle udfordringer med at gøre det præcist nok. Ligeledes må det antages, at når gyllekølingen

i  $W/m^2$  ved lave varmepriser (halmfyr som alternativ varmekilde) nedtrappes, og dermed kun udgør en del af varmforsyningen til stalden, så bør udnyttelsesgraden af produceret varme ikke være 75 %, som her forudsat for gyllekøling - men højere. Økonomien ved valg af gyllekøling kan altså sikkert gøres bedre end her beregnet.

Forudsætninger omkring varmeforbrug er vigtige for korrekte konklusioner. I en erfaringsindsamling med energi- og varmeforbrug i farestier til løsgående søer (Jørgensen M, L. U. Hansen. 2018) sås følgende. Resultaterne viste stor variation på varmeforbruget i farestalden, som lå mellem 104 kWh og 504 kWh per årsso. Den meget store spredning i erfaringsundersøgelsen kan godt undre, men medianen lå på 318 kWh/årsso i denne erfaring. Der er godt nok tale om store løsdrift farestier i undersøgelsen. Hvis det antages at de ca. er 2,5 kvm/faresti brutto større end en kassesti, viser andre simuleringer, at årsforbruget per faresti stiger med ca. 72 kWh for hver gang areal per faresti øges med 1 kvm. Dette svarer til 180 kWh/faresti ekstra per år ved store løsdriftsfarestier i stedet for små kassetier som i dag. Omregnet til per kassesti per årsso kan der ca. regnes med ca. 273 kWh/årsso, hvis medianen fra denne undersøgelse bruges, og farestier udgør 25 % af pladserne okkuperet af søer og gylte. 273 kWh/årsso i en kassesti er væsentligt højere varmetilsætning end de 135-212 kWh/årsso, som andre kilder via beregninger kommer frem til (LF. 2011).

Der er også i disse beregninger indlagt, at det brug for varmetilførsel 24 kWh årsso i drægtighedsstalden. Dette er meget højere end de 2 kWh/årsso, der er brugt i udredningsarbejdet (K., P og Jacobsen, BH. 2023). Hovedparten af drægtighedsstalde i Danmark er så vidt vides er uden rumvarmetilførsel. Når der bruges 24 kWh/årsso i drægtighedsstalden, i dette notat er det mere en anbefaling end hvad der ses i praksis.

I 2025 forventes det vedtaget, at alle søer i farestalden skal være løsgående, og det med et minimumsareal per faresti på mindst 6,5 kvm. Herved kommer omkostningerne til BAT-søer til at stige, medmindre der laves nye lavere emissionsgrænselover for farestier.

## Konklusion

Som altid afhænger udfaldet af økonomiske beregninger af de indsatte forudsætninger.

**Tablet 18.** Opsamlingstabel i kr. for det interval-område omkostningsmæssig for billigste BAT-løsning fundet for de undersøgte produktionsstørrelser og med forskellig pris for varmekilde for søer og smågrise

Dyregruppe	Mindste økonomiske omkostning per enhed (årsso eller slagtegris)	Maksimal økonomisk omkostning per enhed (årsso eller slagtegris)	2011-mål for maksimal omkostning per enhed (årsso eller slagtegris)
<b>Søer til og med fravæning</b>			
<b>Med oliefyr som varmekildereference</b>			
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	-2,1	9,7	50,0
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	-0,7	32,2	50,0
<b>Med halmfyr som varmekildereference</b>			
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	34,2	52,9	50,0
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	47,5	79,6	50,0
<b>Søer med smågrise og 34,8 fravænnede per årsso</b>			
<b>Med oliefyr som varmekildereference</b>			
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	-61,4	-48,3	91,8
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	-28,8	1,3	91,8
<b>Med halmfyr som varmekildereference</b>			
Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv	10,7	21,7	91,8
Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv	43,3	66,6	91,8
<b>Slagtegrise</b>			
Drænet gulv + spalter (33 %/67 %)	5,9	10,0	8,0
Delvis spaltegulv, 25 - 49 % fast gulv	6,0	9,3	8,0

Bortset fra slagtegrise er der ingen kombinationer, hvor de økonomiske omkostninger kommer over 2011-målsætningen. Omkostning per årsso inklusiv smågrise giver med 2011-målsætningen et økonomisk loft på 91,8 kr./årsso med 2024-tal for producerede smågrise per årsso. Specielt hvis der opføres en smågrisestald med 2-klimastier samtidigt med, at der opføres en sostald, falder omkostning per årsso, fordi der med valgte 2-klimastald i smågrisestalden faktisk sker en sænkelse af krav til fjernelse af ammoniak fra stalde, hvis der ansøges og bygges sostalde samtidigt med en smågrisestald af typen 2-klima med fast gulv. En anden forudsætning som her er brugt, er en teltoverdækket gyllebeholder, som sænker krav til fjernelse af ammoniak i staldene yderligere.

Analysen viser, at meromkostningerne per årsso og per kg NH<sub>3</sub>-N set i forhold til BAT-kravene må vurderes at være lavere end tidligere, idet der er en lang række kombinationer, der har lavere meromkostninger end de 50 kr. per årsso, der var sat som grænsen i 2011. I disse beregninger kan det endda gå i minus, fordi der er indsat et øget behov for varmetilsætning end der bruges som forudsætning andre BAT beregninger. Som beregninger dog viser, går BAT-krav ikke i minus i soholdet, hvis der bruges halmfyr som opvarmningsreference.

Søer med smågrise ligger uanset forudsætningerne under de 91,8 kr./årsso, som kan beregnes som 2011-økonomisk loft.

For slagtegrise er de dyreste BAT-omkostninger ved mindste produktionsstørrelser også de største anlæg. I modsætning til i soholdet, er der ingen økonomisk samlet gevinst ved at vælge mere fast gulv i slagtegrise stien. Der skal godt nok fjernes mindre ammoniak per kvm produktionsareal, men de

indregnede 0,7 kvm/slagtegris stiplads mod 0,65 kvm/slagtegrise stiplads ved drænet gulv fjerner de økonomiske fordele ved at vælge denne løsning.

At soholder er sluppet billigere end slagtegrise i forhold til de økonomiske mål sat i 2011 for hvad BAT måtte koste, er også fundet af andre (Kai, P og Jacobsen, BH. 2023).

Men hvis der vedtages et minimumsarealkrav for farestier på mindst 6,5 P-Kvm i forbindelse med løsdrift i farestalden i 2025, så stiger BAT-omkostningerne igen, hvis den nuværende husdyrgodkendelsesbekendtgørelse bruges.

I dette notat er der indsat et højere varmeforbrug i stalde end brugt i grundlaget for revidering af husdyrgrundlaget. Dette gør det helt automatisk billigere i et sohold at vælge gyllekøling. Nogle beregninger viser, at det ikke koster noget af opfylde BAT-krav med kombinationen søer med smågrise. Dette er dog forudsat at alternativet til varme produceret fra gyllekøling/varmepumpe teknologi er et oliefyr. Da mange sohold bruger halmfyr og dette umiddelbart er mere økonomisk attraktivt end et oliefyr, så kunne der argumenteres for, at prisen på den substituerende varmepris bør være 0,3 kr./kWh og ikke 0,6 kr./kWh, når gyllekølingsteknologien skal værdifastsættes, overfor andre teknologier.

Når der bruges den lave varmeprisreference, bliver andre miljøteknologier mere konkurrencedygtige, og vil oftere fortrænge gyllekøling som billigste miljøteknologivalg, som det er vist i dette notat. En ikke uvæsentlig konklusion både for griseproducenter, men også for de miljøteknologiproducenter, som sælger luftrensningsteknologi. Omend denne konklusion for dem som sælger billige luftrensningsløsninger, forbedrer markedssituationen her og nu, så er biologisk luftrensning ikke en metangas-reducerende-teknologi, som gyllekøling er. Dette forhold betyder noget fra 2030 og fremefter. For i 2030 indføres der også klimaafgift på dansk griseproduktion. Dette gør, at gyllekøling måske så skal vælges alligevel, fordi der så skal laves helhedsbetragtninger på, hvad der er billigst både i ammoniak- og klimagasvirkemiddel ved valg af miljøløsninger til stalden. Der er også en forventning om, at halm bliver dyrere i fremtiden, også holder 0,3 kr./kWh varme fra halmfyr ikke længere.

## Referencer

BEK 2024. BEK. nr. 1089 af 16/10/2024. Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen. Retsinformation
Callesen, G. M., & Jacobsen, B. H. 2022. Forudsætninger for analyser af virkemidler til reduktion af ammoniakemissionen i landbruget. Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet. IFRO Udredning Nr. 2022/29
Callesen, G. M., & Jacobsen, B. H. 2023. Omkostninger ved gyllekøling på svinebedrifter. Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet. IFRO Dokumentation Nr. 2022/1
Christiansen M. G. 2024. Energianalyser baseret på regnskabsdatabasetal 2022-2023. SEGES Innovation. Landbrugsinfo.
Jacobsen, BH. og Kai, P. 2022 (A). Slagtegrise: Resumé og analyse - Notat udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav. 56 s. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet.
Jacobsen, BH. og Kai, P. 2022 (B). Smågrise: Resumé og analyse - Notat udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav. 34 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet.
Jørgensen M, L. U. Hansen. 2018. Energi- og varmemeforbrug i farestier til løsgående søer. Erfaring Nr. 1804. SEGES Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
Kai, P og Jacobsen, BH. 2023. Søer: Resumé og analyse - Notat udarbejdet som grundlag for revidering af Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens BAT-krav. 74 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet.
LF. 2011. Varmeforbrug . <a href="http://www.svineproduktion.dk/viden/i-stalden/staldsystem/staldklima/varmeforbrug">www.svineproduktion.dk/viden/i-stalden/staldsystem/staldklima/varmeforbrug</a> . 22. november 2011
Miljøstyrelsen. 2011. Resumé af undersøgt miljøteknologi for slagtesvin i staldsystemer med gyllehåndtering

## Appendiks

**Tabel 19.** Miljøteknologi søer og smågrise. Anvendte ammoniak- og lugtreduktioner ved enkelt brug af en type teknologi

Miljøteknologi-tabel	Løbe- drægtighedsstalde		Farestalde		Farestalde		Smågrisestalde	
	Søer, golde og drægtige. Løsgående, delvis spaltegulv		Søer, diegivende. Kassestier, fuldspaltegulv		Søer, diegivende. Kassestier, delvis spaltegulv		Smågrise. Toklimastald, delvis spaltegulv	
Miljø-teknologiliste	NH <sub>3</sub> -reduktion %	Lugtreduktion %	NH <sub>3</sub> -reduktion %	Lugtreduktion %	NH <sub>3</sub> -reduktion %	Lugtreduktion %	NH <sub>3</sub> -reduktion %	Lugtreduktion %
Gylleforsuring	56,0	0,0	64,0	0,0	42,0	0,0	23,0	0,0
Gylleforsuring med smell fighter	56,0	51,0	64,0	51,0	42,0	51,0	23,0	51,0
-								
Gyllekøling 10 W/m <sup>2</sup>	8,1	7,7	8,1	7,7	8,1	7,7	8,1	7,7
Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	21,9	20,0	21,9	20,0	21,9	20,0	21,9	20,0
Gyllekøling 40W/m <sup>2</sup>	27,6	20,0	27,6	20,0	27,6	20,0	27,6	20,0
Gyllekøling xa W/m <sup>2</sup> , A=8	6,5	6,2	6,5	6,2	6,5	6,2	6,5	6,2
Gyllekøling xb W/m <sup>2</sup> , B=15	11,9	11,6	11,9	11,6	11,9	11,6	11,9	11,6
-								
10 % biologisk luftrensning	23,4	6,0	56,6	6,0	44,7	6,0	53,6	6,0
20 % biologisk luftrensning	45,6	12,0	73,7	12,0	65,0	12,0	74,6	12,0
30 % biologisk luftrensning	59,0	18,0	80,0	18,0	73,5	18,0	80,9	18,0
40 % biologisk luftrensning	66,6	24,0	82,9	24,0	78,1	24,0	83,8	24,0
50 % biologisk luftrensning	72,1	30,0	84,4	30,0	81,0	30,0	85,6	30,0
60 % biologisk luftrensning	76,4	36,0	85,5	36,0	83,1	36,0	86,3	36,0
70 % biologisk luftrensning	79,9	42,0	86,3	42,0	84,6	42,0	86,8	42,0
80 % biologisk luftrensning	82,9	48,0	86,9	48,0	85,9	48,0	87,2	48,0
90 % biologisk luftrensning	85,6	54,0	87,5	54,0	87,0	54,0	87,6	54,0
100 % biologisk luftrensning	88,0	60,0	88,0	60,0	88,0	60,0	88,0	60,0
-								
10 % kemisk luftrensning	24,0	0,0	57,9	0,0	45,7	0,0	54,9	0,0
20 % kemisk luftrensning	46,6	0,0	75,4	0,0	66,5	0,0	76,3	0,0
30 % kemisk luftrensning	60,3	0,0	81,8	0,0	75,2	0,0	82,8	0,0
40 % kemisk luftrensning	68,2	0,0	84,7	0,0	79,9	0,0	85,7	0,0
50 % kemisk luftrensning	73,7	0,0	86,4	0,0	82,9	0,0	87,5	0,0
60 % kemisk luftrensning	78,1	0,0	87,4	0,0	84,9	0,0	88,2	0,0
70 % kemisk luftrensning	81,7	0,0	88,2	0,0	86,5	0,0	88,8	0,0
80 % kemisk luftrensning	84,8	0,0	88,9	0,0	87,8	0,0	89,2	0,0
90 % kemisk luftrensning	87,5	0,0	89,5	0,0	89,0	0,0	89,6	0,0
100 % kemisk luftrensning	90,0	0,0	90,0	0,0	90,0	0,0	90,0	0,0

**Table 20.** Teknologiliste slagtegrise. Anvendte ammoniak- og lugtreduktioner ved enkelt brug af en type teknologi

Valgt type stald	Slagtesvin. Drænet gulv + spalter (33 %/67 %)		Slagtesvin. Delvis spaltegulv, 25 - 49 % fast gulv	
	NH <sub>3</sub> -reduktion %	Lugtreduktion %	NH <sub>3</sub> -reduktion %	Lugtreduktion %
Miljø-teknologiliste				
Gylleforsuring	64,0	0,0	56,0	0,0
Gylleforsuring med smell fighter	64,0	51,0	56,0	51,0
-				
Gyllekøling 10 W/m <sup>2</sup>	8,1	7,7	8,1	7,7
Gyllekøling 20 W/m <sup>2</sup>	15,4	15,4	15,4	15,4
Gyllekøling 30 W/m <sup>2</sup>	21,9	20,0	21,9	20,0
Gyllekøling 40W/m <sup>2</sup>	27,6	20,0	27,6	20,0
Gyllekøling xa W/m <sup>2</sup> , xa = 8	6,5	6,2	6,5	6,2
Gyllekøling xb W/m <sup>2</sup> , Xb = 15	11,9	11,6	11,9	11,6
-				
10 % biologisk luftrensning	42,6	6,0	34,6	6,0
20 % biologisk luftrensning	63,5	12,0	56,3	12,0
30 % biologisk luftrensning	72,5	18,0	68,2	18,0
40 % biologisk luftrensning	77,4	24,0	73,8	24,0
50 % biologisk luftrensning	80,5	30,0	77,4	30,0
60 % biologisk luftrensning	82,6	36,0	80,3	36,0
70 % biologisk luftrensning	84,3	42,0	82,6	42,0
80 % biologisk luftrensning	85,7	48,0	84,6	48,0
90 % biologisk luftrensning	86,9	54,0	86,4	54,0
100 % biologisk luftrensning	88,0	60,0	88,0	60,0
-				
10 % kemisk luftrensning	43,6	0,0	35,4	0,0
20 % kemisk luftrensning	65,0	0,0	57,6	0,0
30 % kemisk luftrensning	74,1	0,0	69,8	0,0
40 % kemisk luftrensning	79,1	0,0	75,4	0,0
50 % kemisk luftrensning	82,3	0,0	79,2	0,0
60 % kemisk luftrensning	84,5	0,0	82,1	0,0
70 % kemisk luftrensning	86,2	0,0	84,5	0,0
80 % kemisk luftrensning	87,6	0,0	86,6	0,0
90 % kemisk luftrensning	88,8	0,0	88,4	0,0
100 % kemisk luftrensning	90,0	0,0	90,0	0,0
-				
10 % punktudsugning kemisk	51,0	0,0	51,0	0,0
18 % punktudsugning kemisk	66,4	0,0	66,4	0,0

**Table 21:** Investeringssum og andet for forskellige miljøteknologier brugt i screening af billigste BAT-teknologi

Investering	Investering beløb	Levetid i år	Årlig ydelse + service	Service aftale kr. år/anlæg
<b>Gylleforsuring</b>	2.000.000	15	198.760 kr.	65.000
<b>Gylleforsuring med smell fighter</b>	2.500.000	15	242.200 kr.	75.000
<b>Biologisk luftrensere</b>	Indlagt forudsætning	+/-	Enhed	Levetid i år eventuel vægtet
Ammoniak-effekt biologisk renser	88	0	%	
Lugteeffektivitet biologisk renser	60	0	%	
Mindste renser kapacitet	20.000	0	m <sup>3</sup> /timen	
Startpris mindste renser	171.000	0	kr./startmodul	10
Pris per efterfølgende m <sup>3</sup> renskapacitet > 20000 m <sup>3</sup> /timen	6,0	0	kr./m <sup>3</sup>	
Kontinueret udvidelsesmodel for investering i biologiske luftrenser			Ja/Nej	
Luftkanal til central renser			Ja/Nej	
Service + vedligehold aftale startpris (deles)	10.000	0	kr./år/lokalt	
Service og vedligehold per m <sup>3</sup> renskapacitet	0,08	0	kr./m <sup>3</sup> /renskapacitet	
<b>Kemisk luftrensere</b>	Indlagt forudsætning	+/-	Enhed	Levetid i år eventuel vægtet
Ammoniak-effekt kemisk luftrensere (renseeffektivitet)	90	0	%	
Lugtreduktion valgt kemisk renser	0	0	%	
Mindste renser kapacitet	25.000	0	m <sup>3</sup> /timen	
Startpris mindste renser	400.000	0	kr./startmodul	10
Pris per efterfølgende m <sup>3</sup> renskapacitet > 25000 m <sup>3</sup> /timen	16	0	kr./modul	
Kontinueret udvidelsesmodel for investering i biologiske luftrenser			Ja/Nej	
Kanaler ved punktudsugning kemisk luftrensere	222	0	kr./kvm-P	25
Service + vedligehold aftale startpris (deles)	10.000	0	kr./år/lokalt	
Service og vedligehold per m <sup>3</sup> renskapacitet	0,08	0	kr./m <sup>3</sup> /renskapacitet	



**Table 22.** Gyllekøling. Investeringsbeløb og andre forudsætninger indlagt

Investering gyllekøling	Indlagt forudsætning	Enhed	Levetid i år
COP-værdi	3,75		
Brug af varme	75%		
Investering gyllekøling startpris	100.000	Startpris	20
Køleeffektens påvirkning gyllekøling investering	1.537	Kr./w/m <sup>2</sup>	
Investering per kvm gyllekummeareal	141	Kr./kvm gyllekummeareal	
Service og vedligehold grundpris	2.500	Kr./staldafsnit/år	
Service og vedligehold per w køling	0,1	Kr./w køleeffekt samlet per år	
Gyllekøling xa W/m <sup>2</sup> (egen udover faste niveauer) =8 w/m <sup>2</sup>	8	w/m <sup>2</sup>	
Gyllekøling xb W/m <sup>2</sup> (egen udover faste niveauer) =15 w/m <sup>2</sup>	15	w/m <sup>2</sup>	



Tlf.: 87 40 50 00

[info@seges.dk](mailto:info@seges.dk)

Ophavsretten tilhører SEGES Innovation P/S. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

SEGES Innovation P/S er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.