



Teknologiblad	Version: 1. udgave
Dyretype: Søer, Smågrise	Dato: 26.01.2011
Teknologitype: Staldindretning – køling af gylle	Revideret: -
Kode: TB	Side: 1 af 10

Køling af gylle i stalde til søer og smågrise

Resumé

Ammoniakfordampning	Der er ved forsøg påvist, at ammoniakfordampning reduceres ved køling af gylle. For hver 10 watt/m ² reduceres ammoniakfordampningen 10 %, dog med aftagende effekt.
Lugt fra stald	Der er ikke fundet nogen reduktion i lugtemissionen.
Støv	Dette er ikke undersøgt, men vurderes som uændret.
Emission af miljøfremmede stoffer	Dette er ikke undersøgt, men forventes reduceret.
Energi og ressourceforbrug	Gyllekøling medfører et lavere eller højere energiforbrug afhængigt af mulighederne for at afsætte den indvundne varme.
Arbejds miljø	En lavere ammoniakfordampning vil forbedre arbejdsmiljøet.
Smitterisiko	Dette er ikke undersøgt, men forventes uændret.
Dyrevelfærd	Dette er ikke undersøgt, men forventes uændret.
Affald og spildevand	Teknikken giver ikke anledning til udledning af affald og spildevand.
Miljøfremmede stoffer	Teknikken giver ikke anledning til udledning af miljøfremmede stoffer.
Virkning på lager og mark	Grundet et højere ammoniumindhold i gyllen ab stald, medfører teknikken marginalt betragtet et forøget ammoniaktab fra lager og ved udbringning af husdyrgødningen. Kvælstofindholdet i gyllen vil være større ved udbringning i forhold til ikke kølet gylle.
Driftssikkerhed	Teknikken vurderes som robust med en forventet lang levetid (>15 år), lav risiko for driftsstop og begrænset behov for vedligeholdelse.
Merinvestering	Teknikken er forbundet med øgede investeringer sammenlignet med referencesystemet ¹ .
Driftsomkostninger	Teknikken er forbundet med øgede driftsomkostningerne, men driftsøkonomi afhænger af mulighederne for at afsætte den indvundne varme.

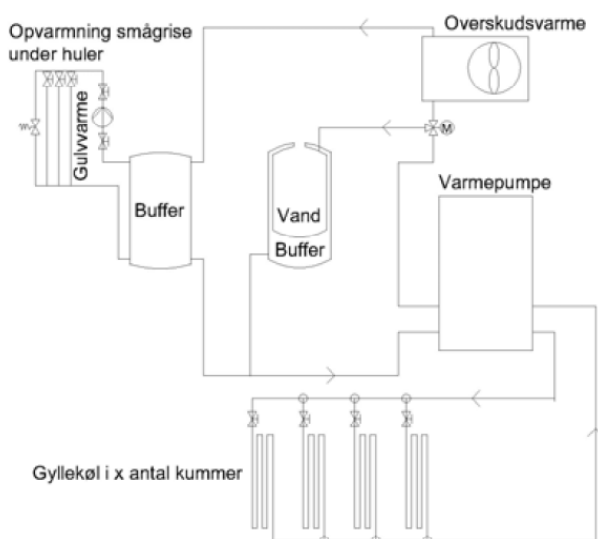
¹ Referencesystem for søer: Delvist spaltegulv – løsgående søer i små grupper. Øvrige: Drænet gulv.

Dette Teknologiblad er udarbejdet for Miljøstyrelsen af:

AgroTech A/S (teknisk del), NIRAS Konsulenterne (økonomisk del) og Miljøstyrelsen (forslag til vilkår).

Kort beskrivelse af teknologien

Gyllekøling kan anvendes i stalde med gyllekanal såvel som med mekanisk udmugning (linespil, skraber). Gyllekølingssystemet etableres ved nedstøbning af PEL-slanget i bunden af gylle eller gødningskanalerne i stalden. Slangerne udlægges typisk med en afstand på 35-40 cm. I stalde med gyllesystem kan køleslangerne alternativt udlægges direkte oven på kanalbunden. Køleslangerne forbindes til en varmepumpe. Gyllekøling er mest relevant i svinebesætninger, hvor den indvundne varme kan anvendes til opvarmningsformål, hvilket typisk drejer sig om besætninger med søer og smågrise.



Figur 1: Skitse af gyllekølingsanlæg med gyllekøling, varmepumpe og varmeafsætning i smågrisehuler i farestalden. Desuden en kalorifer til afsætning af overskudsvarme.

Figur 2: Eksempel på placering af køleslanger i bunden af en kommende gyllekanal.

Tilslaget effekt

Ammoniak

Effekten af gyllekøling på ammoniakemissionen afhænger af staldtypen og af køleeffekten pr. m² og der kan derfor ikke gives et eksakt tal for reduktionen. Danske undersøgelser med køling i bunden af gyllekanaler har vist, at ammoniakemissionen reduceres med ca. 10 % for hver 10 W/m² køleeffekt (Pedersen, 1997). Tilsvarende har en afprøvning af gyllekøling i en drægtighedsstald med mekanisk udmugning vist, at der ved en gennemsnitlig køleeffekt på 24 W/m² blev opnået en reduktion på 31 % (Pedersen, 2005).

Med baggrund i de gennemførte forsøg er der opstillet følgende sammenhænge mellem køleeffekt og ammoniakreduktioner for henholdsvis stalde med mekanisk udmugning og stalde med traditionelt gyllesystem (Kai, 2009). For køling i stalde med hyppig udmugning, for eksempel mekanisk udmugning med linespil, antages det, at der kan opnås NH₃-reduktion jf. nedenstående ligning 1:

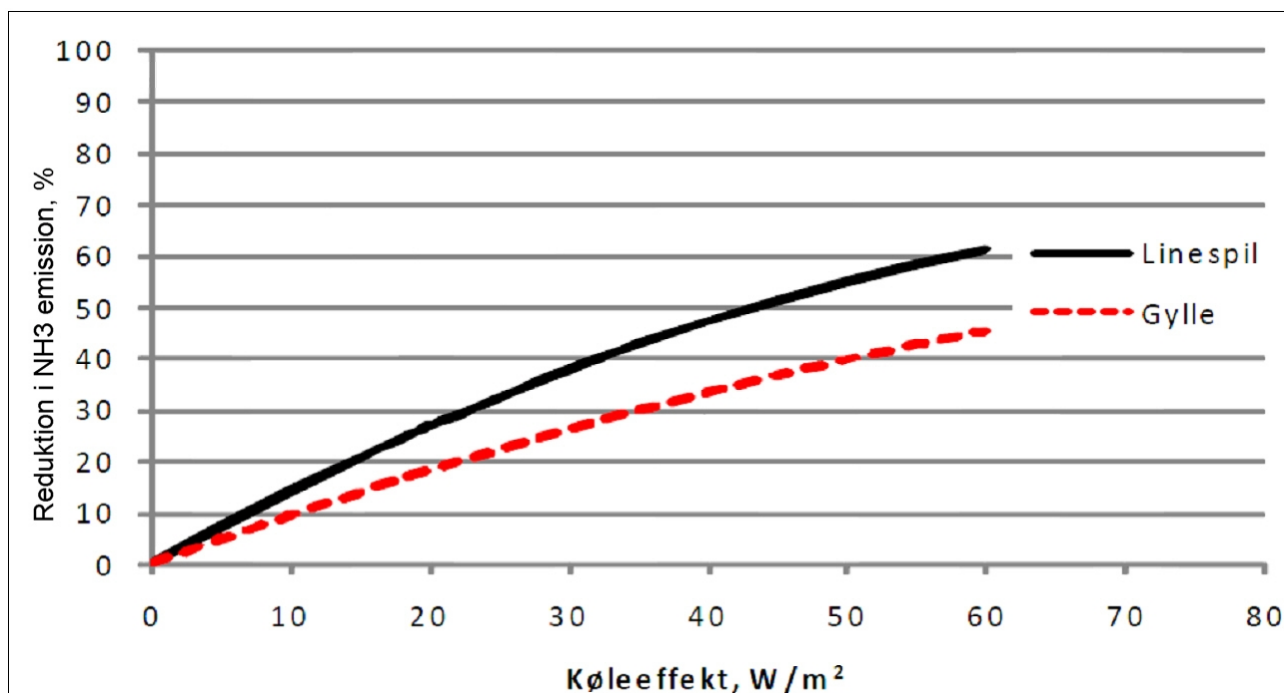
$$\text{Reduktion (\%)} = -0,008x^2 + 1,5x \quad [1]$$

hvor x = køleeffekt, W/m².

Tilsvarende kan effekten estimeres for stalde med traditionelt gyllesystem med ca. 40 cm dybe gyllekanaler jf. ligning 2:

$$\text{Reduktion (\%)} = -0,004x^2 + x \quad [2]$$

Den øvre grænse for ovenstående ligninger er ikke afklaret. Der kan ud fra foreløbige ikke-publicerede resultater bekræftes, at sammenhængen i ligningerne er korrekt (Pedersen 2010). Det vurderes, at mulighederne for afsætning af den indvundne varmeenergi vil være begrænsende for størrelsen af den specifikke køleeffekt, medmindre overskudsvarmen afsættes via en kalorifer. Denne kaldes også en frikøler og er i princippet en udendørs radiator.



Figur 3. Forventet sammenhæng mellem køleeffekt, w/m² og ammoniakreduktion, % ved gyllekøling i svinestalde med hhv. skrabekanal og gyllesystem (Kai, 2009).

Lugt

Lugtemissionen fra en drægtighedsstald med delvist fast gulv og køling af kanalbund med line-spil er undersøgt under danske forhold. Der kunne imidlertid ikke dokumenteres nogen effekt (Pedersen, 2005).

Drivhusgasser

Emissionen af metan forventes at blive reduceret som en følge af nedkølingen af gylle. Gyllekøling medfører en lavere emission af lattergas, i det omfang den sparede ammoniakemission erstatter handelsgødning.

Udenlandske erfaringer

I Holland er der udviklet en teknik, hvor kølingen af gylle finder sted ved hjælp af kølelameller, der flyder på overfladen af gyllen. Kølingen finder sted ved hjælp af grundvand, som efter en temperaturstigning på maks. 3 °C pumpes tilbage i undergrunden. Temperaturen i gyllens øverste lag må ikke overskride 15 °C. Afhængig af dyrekategori og stalddtype er der opnået ammoniakreduktioner på 20-75 % ved køling med kølelameller i gyllekanalen. Det vurderes, at halmstrøelse i stierne ikke er foreneligt med anvendelsen af kølelameller på grund af risikoen for tilstopning.

Lugt

En hollandsk undersøgelse viser en reduktion i lugtmissionen på 20-25 % ved køling i gylleoverfladen (Mol & Ogink, 2003). I Danmark anvendes der ikke køling i gylleoverfladen, så resultatet kan ikke overføres til danske forhold. Anvendelsen af halm/rodematerialer umuliggør en køling i gylleoverfladen.

Fordele og ulemper

Da effektfaktoren for varmepumper typisk ligger på ca. 3, dvs. der genereres tre gange så meget varme som varmepumpen bruger i strøm, kan gyllekøling producere store mængder varme. Varmen kan anvendes til rumopvarmning i farestalde, smågrisestalde, servicerum og i stuehus/bad, til forvarmning af vand til vådfoder, og til højtryksrensning. Hvor stor en andel af varmen, der kan udnyttes, afhænger stærkt af de lokale forhold. Varmebehovet vil være størst om vinteren, mens der i sommermånederne vil gå store mængder varme til spilde.

Arbejdet ved etablering af køleslanger vil ikke fordyre byggeprocessen mærkbart. Dette skyldes, at køleslangerne blot monteres oven på armeringsnettet i gyllekanalen, inden der støbes. Lækager er yderst sjældne på grund af et lavt driftstryk. Anlæggene tryktestes ved opstart og service.

Gyllekøling vurderes at være en robust teknik med en lang levetid. Køleslangerne har en levetid svarende til resten af staldanlæggets. Varmepumpen vurderes at have en levetid på op til 20 år afhængigt af driften. Anlægget kræver endvidere meget lidt vedligeholdelse.

Utilsigtede effekter

Der er meget få utilsigtede effekter ved køling af gylle.

Køling af gylle kan medføre en ændret adfærd i stien. Det kan ikke udelukkes, at grisene i varme perioder vil lægge sig over den kølede gylle. Dette vil medføre svineri i stien og utilsigtet øget ammoniakfordampning. Dette er dog ikke undersøgt.

Køling af gylle kræver en samtidig fraførsel af varme. Såfremt denne varme ikke kan udnyttes til erstatning af anden form for varme, skal den afgives via en køleflade. Varmen fra pumpen kan således ikke altid udnyttes 100 %.

Dyrevelfærd

Det er ikke umiddelbart muligt at angive en øvre grænse for graden af køling. Ifølge Dansk Svineproduktion giver køling op til ca. 20 W/m² i stier med fulddrænet gulv ikke anledning til problemer i forhold til dyrenes komfort (Pedersen 1997). Der foreligger dokumentation fra hollandske undersøgelser i farestalde med fuldspaltegulv og klimastalde med fuldspaltegulv (smågrise) med en dokumenteret køleeffekt på op til 80 W/m² med resulterende overfladetemperatur af gyllen på ca. 15 °C (den Brok & Verdoes, 1996). Disse rapporterer ikke om velfærdsmæssige problemer i relation til "kuldestråling". En manglende omtale kan være udtryk for, at man ikke har været opmærksom på mulige problemer.

Nye målinger viser, at pattegrisene lejeadfærd i farestalde med fuldspaltegulv bliver påvirket ved en køleeffekt større end 25 W/m². (Pedersen 2010)

Det vurderes dog, at der i stalde med delvist fast gulv kan køles meget, op til 80W/m², uden at dyrenes komfort påvirkes, idet disse har et fast gulv som leje.

Energi og ressourceforbrug

Energiforbruget ved gyllekøling går primært til drift af cirkulationspumper og varmepumpe. Energiforbruget pr. DE og år varierer afhængigt af dyrekategori og staldtype. Øvrigt ressourceforbrug er ubetydeligt.

Udbredelse af teknikken

Der er etableret ca. 300 gyllekølingsanlæg i Danmark (januar 2009).

Helhedsvurdering af teknikken

Gyllekøling medfører en reduktion i ammoniakemissionen fra stald afhængigt af dyrekategori og stalddtype og køleeffekt. Som følge af et højere kvælstofindhold i gyllen ab stald forøges ammoniakemissionen fra lager og udbringning af gylle fra stalde med gyllekøling. Netto vil der dog stadigvæk være et højere kvælstofindhold i gyllen efter udbringning. Dette giver mulighed for at forøge markudbyttet, idet det forøgede indhold af kvælstof i gyllen er ammonium-N, der kan forventes at have en gødningseffekt svarende til handelsgødning.

Ved gyllekøling produceres der energi svarende til ca. 3 gange forbruget af strøm samt en køleeffekt svarende til 2 gange forbruget af strøm. Da der er proportionalitet mellem køleeffekten og strømforbruget, betyder det, at energiforbruget fordobles, hvis køleeffekten fordobles. Sammenholdt med en marginalt aftagende effekt på ammoniakemissionen betyder det, at energiforbruget pr. sparet kg ammoniak stiger med stigende specifik køleeffekt.

Overordnet set vil gyllekøling kunne reducere drivhusgasemissionen, hvis en række betingelser er opfyldt. Det vil således være en forudsætning, at varmen fra varmepumpen kan afsættes et andet sted i produktionen og erstatte varme fra en anden varmekilde, for eksempel oliefy. Ud fra et miljømæssigt synspunkt er det vanskeligt at argumentere for anvendelse af gyllekøling hvis ingen eller kun en lille del af den producerede varme kan anvendes.

De anlæg, der til dato er installeret, har varmebehovet været tilstrækkeligt til at dække behovet for køling. Det betyder, at varmen i eksisterende anlæg er udnyttet 100 %. I nye store anlæg, hvor det vil være nødvendigt at installere en køleflade til overskudsvarme, vil udnyttelsen af varmen reduceres svarende til differencen mellem behovet for varmen og behovet for køling.

Økonomi

De driftsøkonomiske beregninger viser de økonomiske konsekvenser for landmanden ved at implementere teknologien. Anlægsomkostningerne er baseret på producentoplysninger og er opgjort for nyanlæg. Idet N-reduktionen afhænger af stalddtype og køleniveau skelner beregningerne mellem forskellige typer og niveauer. Endvidere er økonomien meget afhængig af graden af varmeudnyttelse og økonomien belyses derfor også ved forskellige varmeudnyttelsesgrader.

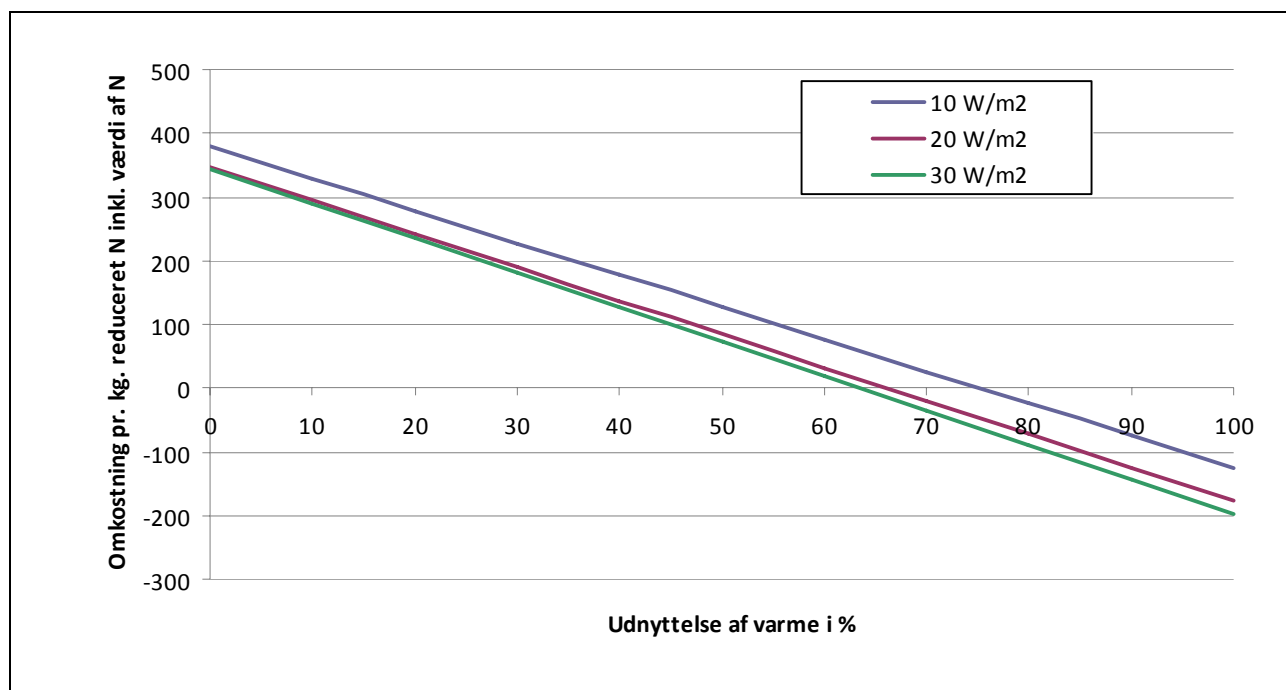
Anlægsomkostningerne afhænger af besætningsstørrelsen. Udover anlægsinvesteringen kommer løbende omkostninger til vedligeholdelse og el. Teknologien vurderes ikke at kræve en yderligere arbejdsindsats fra landmanden. Det er muligt at benytte den indvundne varme til opvarmning af stalde, stuehus, vådfoder, vaskevand mv. Jo større andel af den indvundne varme landmanden kan udnytte, desto større gevinst opnår han ved anvendelse af køling. Der er taget udgangspunkt i, at der produceres varme svarende til 3 gange forbruget af strøm.

Resultaterne fremgår af nedenstående figurer og tabeller. Resultaterne præsenteres udelukkende for 250 DE. For søer er det valgt kun at vise resultater for løbe/drægtighedsstalder og ikke farestalde, da der kun er marginale forskelle. Forudsætningerne for beregningerne og yderligere resultater kan ses i baggrundsnotatet for køling. Her vises også resultater for søer i løbedrægtighedsstalder med linespil samt resultater for farestalde. Køleeffekten og dermed den mulige varmeudnyttelse er direkte proportional med antallet af DE. Samme sammenhæng findes ikke med hensyn til anlægsinvestering.

Generelt gælder, at jo større besætningsstørrelse og jo større andel af varmen landmanden kan udnytte, desto større gevinst/mindre tab har landmanden ved at implementere teknologien.

Omkostningerne ved teknologien kan sammenholdes med omkostningerne ved at have en årsso henholdsvis producere en smågris. Produktionsomkostningen er baseret på økonomien i

landbrugets produktionsgrene 2008 (Danmarks Statistik 2010) og er opgjort til 6.819 kr. for en årssø og 173 kr. pr. smågris.



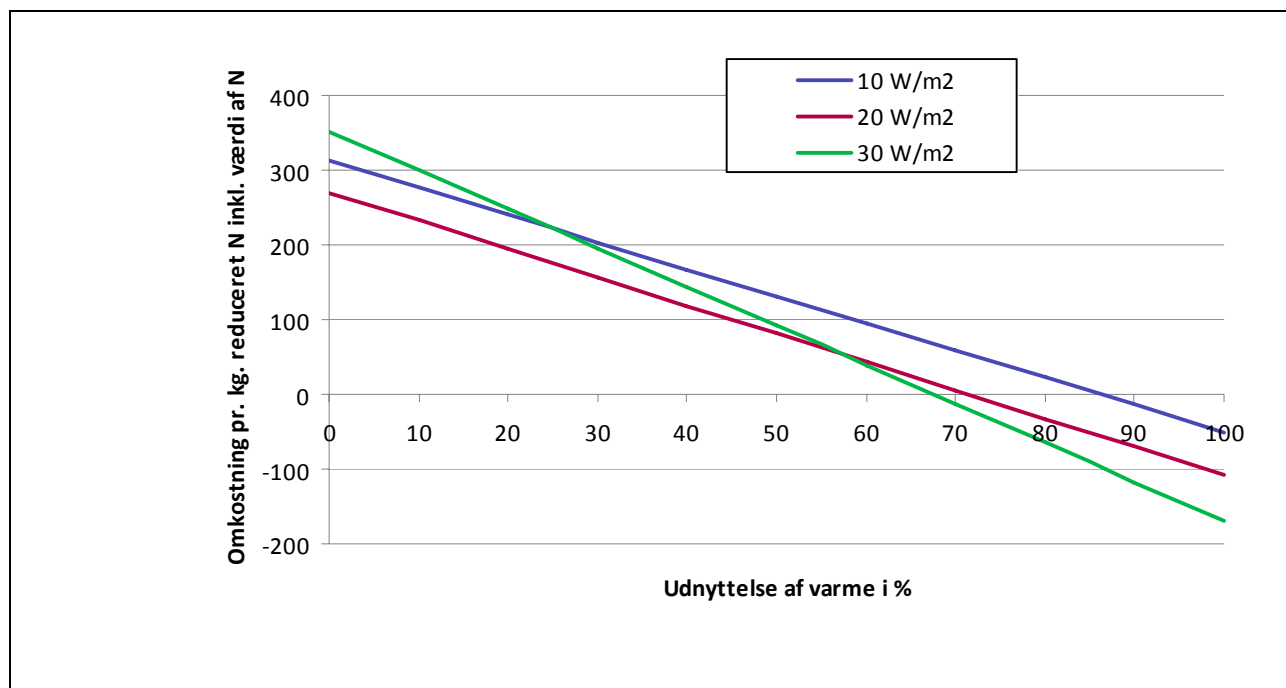
Figur 4. Samlede omkostninger pr. kg. N for søer i løbe/drægtighedsstalde inkl. værdi af N, 250 DE.

Tabel 1. Omkostning pr. årssø i løbedrægtighedsstalde inkl. værdien af N, 250 DE.

	10 W/m2		20 W/m2		30 W/m2	
	kr.	i % ²	kr.	i %	kr.	i %
100 % varmeudnyttelse	-32	-0,5%	-88	-1,3%	-142	-2,1%
60 % varmeudnyttelse	20	0,3%	16	0,2%	14	0,2%
40 % varmeudnyttelse	46	0,7%	68	1,0%	92	1,4%
0 % varmeudnyttelse	98	1,4%	172	2,5%	248	3,6%

Negative værdier vil betyde en besparelse i forhold til referencesystemet.

² I % af samlede produktionsomkostninger



Figur 5. Samlede omkostninger pr. kg. N for smågrise inkl. værdi af N, 250 DE.

Tabel 2. Omkostning pr. produceret smågris, inkl. værdien af N, 250 DE.

	10 W/m ²		20 W/m ²		30 W/m ²	
	kr.	i %	kr.	i %	kr.	i %
100 % varmeudnyttelse	-0,2	-0,1%	-0,7	-0,4%	-1,3	-0,7%
60 % varmeudnyttelse	0,3	0,2%	0,3	0,2%	0,3	0,2%
40 % varmeudnyttelse	0,6	0,3%	0,8	0,5%	1,1	0,6%
0 % varmeudnyttelse	1,1	0,7%	1,9	1,1%	2,6	1,5%

Negative værdier vil betyde en besparelse i forhold til referencesystemet.¹

Vejledende indretnings-, drifts- og egenkontrolvilkår

I det følgende er der formuleret forslag til indretnings-, drifts- og egenkontrolvilkår, som kan være relevante, såfremt den ovenfor beskrevne teknologi anvendes i forbindelse med miljøgodkendelser af husdyrbrug. Formålet hermed er at henlede opmærksomheden på, hvordan den beskrevne miljøeffekt opnås i praksis ved fastsættelse af vilkår.

I relation til fastsættelse af vilkår skal det understreges, at vilkår kun skal meddeles efter en konkret vurdering og skal være præcise og forudsigelige i deres indhold, så en manglende efterlevelse af vilkårene let kan påvises og håndhæves af tilsynsmyndigheden.

De vejledende vilkår er udarbejdet af Miljøstyrelsen i samarbejde med en kommunal sparringsgruppe sammensat af et repræsentativt udsnit af landets kommuner – i såvel geografisk som størrelsesmæssig henseende – samt med de forfattere, som har udarbejdet den tekniske del af Teknologibladene.

Indretning og drift

- Gyllekanalerne i staldafsnit _____ - i alt _____ m² - skal forsynes med køleslanger, der forbindes med en varmepumpe.
- Varmepumpen skal levere en årlig køleydelse på mindst _____ KWh.
- Der skal monteres en typegodkendt energimåler på varmepumpen. Energimåleren skal være forsynet med automatisk datalogger, der registrerer den månedlige og årlige køleydelse målt i KWh.

4. Gyllekølingsanlægget skal være forsynet med et trykovervågningssystem, en alarm samt en sikkerhedsanordning, der i tilfælde af lækage stopper gyllekølingsanlægget. Gyllekølingsanlægget må ikke kunne genstarte automatisk.

5. Vedligeholdelse af gyllekølingsanlægget skal ske i overensstemmelse med producentens vejledning. Vejledningen skal opbevares på husdyrbruget.

Egenkontrol

6. Der skal indgå en skriftlig aftale med en godkendt montør med VPO-certifikat eller tilsvarende certificering om kontrol og service af gyllekølingsanlægget mindst én gang årligt.

Den årlige kontrol skal som minimum bestå af følgende:

- afprøvning og funktionssikring af trykovervågningssystemet, alarmen samt sikkerhedsanordningen
- kontrol af kølekredsens ydelse.

7. Enhver form for driftsstop skal noteres i logbog med angivelse af årsag og varighed. Tilsynsmyndigheden skal underrettes ved driftsstop, der har en varighed på mere end _____ dage/uger.

8. Registreringen fra datalogger, logbogen, den skriftlige kontrolaftale, de årlige kontrolrapporter samt øvrige servicereporter skal opbevares på husdyrbruget i mindst fem år og forevises på tilsynsmyndighedens forlangende.

Vejledning til den kommunale sagsbehandler

Der findes forskellige typer af gyllekølingsanlæg, og der kan derfor være behov for, at de oven for nævnte forslag til vilkår skal rettes til ud fra de muligheder, som det konkrete anlæg giver. Det kan i den forbindelse være en god ide at rette henvendelse til den pågældende producent med henblik på en afklaring heraf.

Gyllekølingsanlæg er ikke jordvarmeanlæg, da slangerne er støbt ned i staldgulvet og ikke lagt i jorden. Gyllekølingsanlæg er dermed ikke omfattet af bekendtgørelse nr. 1019 af 25. oktober 2009 om jordvarmeanlæg.

Derimod kan gyllekølingsanlæg i sig selv være godkendelsespligtig efter miljøbeskyttelseslovens § 19 eller § 33.

Hvis gyllekølingsanlægget alene er knyttet til husdyrdriften - det vil sige, at overskudsvarmen herfra udelukkende anvendes i stalden -, er der ikke krav om selvstændig godkendelse heraf efter miljøbeskyttelsesloven, fordi gyllekølingsanlægget indgår som en del af hoveddriften af husdyrbrug. I sådanne tilfælde reguleres gyllekølingsanlægget i forbindelse med tilladelsen/godkendelsen af husdyrbruget efter husdyrgodkendelseslovens regler.

Hvis overskudsvarmen derimod anvendes til opvarmning af stuehuset eller på anden måde anvendes til andet end hoveddriften af husdyrbruget - for eksempel salg til energinettet -, kan gyllekølingsanlægget derimod enten være omfattet af miljøbeskyttelseslovens § 19 eller § 33, fordi det dermed har karakter af en biaktivitet. Gyllekølingsanlægget skal kun have en godkendelse efter miljøbeskyttelseslovens § 33, hvis det falder under ét af listepunkterne i bekendtgørelse nr. 1640 af 13. december 2006 om godkendelse af listevirksomhed med senere ændringer. Hvis dette ikke er tilfældet, skal gyllekølingsanlægget reguleres efter miljøbeskyttelseslovens § 19. Gyllekølingsanlægget reguleres da på samme måde som andre biaktiviteter på husdyrbrug som for eksempel biogasanlæg.

Det bemærkes, at kommunalbestyrelsen skal træffe samtidige afgørelser, om der kan meddeles tilladelse eller godkendelse efter miljøbeskyttelsesloven og husdyrgodkendelseslovens regler, hvis der kræves særskilt godkendelse eller tilladelse efter miljøbeskyttelsesloven, jf. § 2 i bekendtgørelse nr. 294 af 31. marts 2009 om tilladelse og godkendelse m.v. af husdyrbrug.

Spørgsmålet om samlinger af køleslangerne i samlebrønde, herunder at disse skal kunne inspiceres på tilsyn, skal reguleres i forbindelse med byggetilladelsen og ikke i selve miljøgodkendelsen.

I relation til vilkår nr. 3 bemærkes det, at der skal stilles vilkår om energimåler. Baggrunden herfor er, at det giver den mest sikre bestemmelse af kølingen og dermed ammoniakreduktionen. Hertil kommer, at vilkår nr. 2 om en årlig køleydelse kan aflæses direkte på måleren, hvilket gør kontrollen enkel på tilsyn. På ansøgningstidspunktet er det ikke givet, at der kan laves en anlægsdimensionering, idet køleydelsen kan opnås med mange forskellige kombinationer af køleeffekt og driftstimer. Denne problemstilling løses ved at stille vilkår om energimåler og ønsket køleydelse frem for vilkår om anvendelse af timetæller, vilkår om driftstimer samt vilkår til varmepumpens køleeffekt. Det bemærkes, at omkostningerne til energimåleren er indregnet i økonomiberegningerne i Teknologibladet.

Det kan være relevant for kommunen som tilsynsmyndighed – som skal føre tilsyn med, at vilkårene i godkendelsen overholdes, jf. husdyrgodkendelseslovens § 44, stk. 2 – at få underretning fra landmanden i tilfælde af længerevarende driftsstop, idet dette kan have betydning for, om emissionsgrænsneværdien for ammoniak overholdes i praksis. Det må være op til kommunen at vurdere, hvor langt tid driftsstop må vare, før landmanden skal orientere tilsynsmyndigheden herom.

I relation til egenkontrolvilkåret om logbog, skal det bemærkes, at der i visse af de øvrige Teknologiblade også stilles vilkår om, at landmanden skal føre logbog samt opbevare visse former for dokumentation sammen med denne logbog. Kommunen bør – af hensyn til både landmand og tilsyn - i sin fastsættelse af vilkår om egenkontrol tilstræbe, at der føres én samlet logbog på husdyrbruget for alle relevante oplysninger, såfremt det er praktisk muligt. Det vil både lette landmandens administrative byrder i forbindelse med driften af husdyrbruget og samtidig sikre, at tilsynet vil have en nem adgang til alle relevante oplysninger i forbindelse med tilsynets udøvelse.

Til forståelsen af ovennævnte forslag til vilkår og behandlingen af gyllekøling i relation til ansøgningssystemet er der opstillet følgende definitioner:

Specifik køleeffekt: Den køleeffekt, som varmepumpen køler gyllekanalerne med, når den er i drift. Den specifikke køleeffekt angives i enheden Watt/m².

Gennemsnitlig specifik køleeffekt: Varmepumpen kører kun en del af tiden, og korrigeres der for dette, fremkommer den gennemsnitlige specifikke køleeffekt, som angives i enheden Watt/m². Reduktionen af ammoniakemissionen beregnes ud fra den gennemsnitlige specifikke køleeffekt ved hjælp af de formler, som forefindes på side 2 i Teknologibladet.

Pumpens køleeffekt: Den effekt, hvormed gyllekummerne nedkøles. Den beregnes ved at multiplicere køleeffekten (Watt/m²) med arealet af gyllekummerne (m²). Enheden er således Watt. Køleeffekten er typisk ca. to gange varmepumpens strømforbrug.

Pumpens varmeeffekt: Den effekt, som varmepumpen leverer til centralvarmesystemet. Den udviklede varmeeffekt fra varmepumpen er summen af varmepumpens strømforbrug og køleeffekten. Enheden er Watt. Varmeeffekten er typisk ca. tre gange varmepumpens strømforbrug.

Anlæggets effektfaktor: Forholdet mellem varmeeffekten og strømforbruget kaldes også for effektfaktoren eller COP-værdien, og denne er typisk 3 for et gyllekølingsanlæg.

Anlæggets driftstid: Den tid, som anlægget er tilsluttet. Driftstiden måles i timer/år. Gyllekølingsanlægget vil typisk være i drift 8.760 timer/år.

Anlæggets faktiske driftstid: Varmepumpen kører primært, når der efterspørges varme fra centralvarmesystemet, hvilket typisk svarer til 40-80 % af året. Anlæggets faktiske driftstid er således den tid, hvor varmepumpen faktisk kører. Den faktiske driftstid måles i timer/år.

Energimåleren: Energimåleren registrerer flow og temperatur på vandet på kølesiden og beregner herudfra energiproduktionen.

I IT-ansøgningssystemet (www.husdyrgodkendelse.dk) indtastes anlæggets driftstid (8.760 timer) og ammoniakreduktionen. Ønsker man i stedet at indtaste varmepumpens faktiske driftstid, skal ammoniakreduktionen korrigeres forholdsmeæssigt jf. regneeksemplet forneden.

Regneeksempel:

En landmand ansøger om at etablere en smågriseproduktion på 1.200 årssøer med et gyllekølingsanlæg, som skal nedbringe ammoniakemissionen med 10 %. Gyllekummernes areal er 3.000 m², og staldene er indrettet med traditionelt gyllesystem med ca. 40 cm dybe gyllekanaler.

Reduktion (10 %) = $-0,004x^2 + x$ (x = den gennemsnitlige specifikke køleeffekt (W/m²))

For at opnå en reduktion af ammoniakfordampningen på 10 %, skal den gennemsnitlige specifikke køleeffekt være 10,44 W/m². Den køleeffekt, som pumpen skulle have, hvis den kørte kontinuerligt, beregnes til 10,44 W/m² x 3.000 m² = 31.320 Watt = 31,32 KW.

Den årlige køleydelse er således: 31,32 KW x 8.760 timer/år = 274.363 KWh.

I eksemplet installeres en varmepumpe med en køleeffekt på 50 KW. Idet varmepumpen har en overkapacitet, skal den ikke køre konstant for at opnå den påkrævede køleydelse. Varmepumpens faktiske driftstid bliver således følgende: 31,32 KW/50 KW x 8.760 timer/år = 5.487 timer/år.

I IT-ansøgningssystemet (www.husdyrgodkendelse.dk) indtastes ammoniakreduktion (10 %) og driftstimer (8.760 timer). Hvis den faktiske driftstid (5.487 timer) indtastes, skal ammoniakreduktionen korrigeres således: 10 % x (8.760 timer/5.487 timer) = 16 %.

Litteratur

BREF (2003): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Dokument on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. July 2003. <http://www.irc.es/pub/english.cgi/0/733169>

Danmarks Statistik (2010): Økonomien i landbrugets produktionsgrene.

Landsudvalget for Svin (2004): Reduktion af ammoniak- og lugtemission. Status på afprøvning januar 2004. pp. 12.

Mol, G. & N.W.M. Ogink (2003): The effect of two ammonia emission reducing pig housing systems on odour emission. pp. 1-7.

Pedersen, P. (1997): Køling af gylle i slagtesvinestalde med fuldspaltegulv. Landsudvalget for svin, Meddelelse nr. 357, pp. 6.

Pedersen, P. (2005): Linespilsanlæg med køling i drægtighedsstalde. Dansk Svineproduktion, Meddelelse nr. 694, pp. 12.

Poulsen, H.D. (2008): Normtal for husdyrgødning – forudsætninger for stalddat. www.agrsci.dk.

Kai, P (2009): Køling af gylle i gyllekanaler. Agrotech.

Pedersen, P. (2010): Måling af ammoniakemmission fra forskellige staldtyper, VSP, ikke afsluttet.

Bilag 1.

Vejledende varmebehov i nye stalde til søer og smågrise

Der foreligger ikke et officielt anerkendt materiale, som kan anvendes til at vurdere et samlet varmebehov i svinestalde. Med henblik på at illustrere mulighederne, er der lavet beregninger af varmebehovet med udgangspunkt i nogle typeproduktioner med søer og smågrise.

Beregningerne er lavet ved hjælp af softwareprogrammet "Staldvent" for tre produktionstyper, henholdsvis "Sohold med 7 kg's grise", "Sohold med 30 kg's grise" og "Smågrise 7-30 kg". Resultaterne gælder derfor i disse situationer, og kan ikke anvendes til generelt at anvise i hvilket omfang, der er sammenhæng mellem køling af gyllekanaler og varmeforbrug.

Følgende forudsætningerne er anvendt i beregningerne:

Farestalde:

Temperaturkurve 22-18 °C ved delvist spaltegulv og 24-20 °C ved fulddrænet gulv, temperatur + fugt = 90 ved almindeligt klima og 85 ved godt klima, konstant gulvvarme 60 W/aresti, varmelamper 150 W i 7 dage, henholdsvis meget tørt gulv og tørt gulv. Udtørring efter vask 1,5-3,0 W/m²

Løbedrægtighedsstalde:

Temperatur 18 °C ved let strøet leje og 15 °C ved dybstrøelse, temperatur + fugt = 90 ved almindeligt klima og 85 ved forbedret klima, fugtigt gulv.

Smågrisestalde:

Temperaturkurve 24-18 °C ved delvist spaltegulv og 28-22 °C ved fulddrænet gulv temperatur + fugt = 90 ved almindeligt klima og 85 ved godt klima, tørt gulv. Udtørring efter vask 1,5-3,0 W/m²

Udtørring

Udtørring af stalde kræver meget energi. Normalt er varmeanlæg dimensioneret til at kunne levere varme til spidsbelastning ved fuld varmebehov uden udtørring. Det betyder, at der i ca. halvdelen af året ikke leveres varme til udtørring fra varmeanlægget. I denne periode anvendes der varmekanoner. Der er således i det årlige varmebehov indregnet 50% af varmebehovet til udtørring i den varmemængde, der kan leveres fra en varmepumpe.

Nedenfor er de beregnede varmebehov præsenteret for de mest relevante stalde og andre bygninger.

Farestald	kWh pr aresti	kWh pr årssø
Delvist spaltegulv	501 – 510	135 – 138
Fuldspaltegulv	596 – 785	161 – 212
Udtørring efter vask	83 – 166	21 – 42
Løbe-drægtighedsstald	kWh pr stiplads	kWh pr årssø
Let strøet, delvist spaltegulv	33 – 104	24 – 78
Dybstrøelse, delvist spaltegulv	3 – 25	2 – 19
Smågrisestald	kWh pr stiplads	kWh pr prod. gris
Delvist spaltegulv (To-klima)	18 – 37	3-6
Drænet gulv (fuldspaltegulv)	87 – 129	13 – 20
Udtørring efter vask	5 – 10	1 – 1½
Andre bygninger	kWh pr m²	

Stuehus, godt isoleret	70	
Stuehus, delvist isoleret	140	
Mandskabsrum	100	

Variationerne i tabellen dækker over de forskellige typer af klima i stalden, der kan betegnes som "almindelig klima" eller "godt klima". Godt klima er beregnet med udgangspunkt i en 5 % lavere relativ staldfugtighed og tilstrækkelig med varme. Tallene for kWh pr årssø er additive for farestald og løbe-drægtighedsstald. De beregnede varmebehov er de kWh, der skal anvendes i stalden og der vil, afhængig af rørisolering, systemoptimering og udnyttelsesgrad, være et større varmebehov i praksis end beregnet.

Eksempel 1.

En besætning med 500 årssøer og 13.500 stk 30 kg's smågrise		
Varmeforbrug til staldene:	500 søer * (138+78)	108.000 kWh
	13.500 smågrise * 6	81.000 kWh
Varmeforbrug til udtørring: <i>50 % forventes anvendt via varmepumpe</i>	50 % af 500 søer * 42	10.500 kWh
	50 % af 13.500 smågrise * 1,5	10.125 kWh
Stuehus	200 m ² * 140	28.000 kWh
Mandskabsrum	110 m ² * 100	11.000 kWh
Samlet varmekonsum		248.625 kWh

Eksempel 2.

En stald med 110 farestier og en stald med 330 løbe-drægtighedspladser, samt 1900 stipladser til smågrise 7-30 kg.		
Varmeforbrug til staldene:	110 farestier * 510	56.100 kWh
	330 sopladser * 104	34.320 kWh
	1900 smågrisestipladser * 37	70.300 kWh
Varmeforbrug til udtørring: <i>50 % forventes anvendt via varmepumpe</i>	50 % af 110 farestier * 166	9.130 kWh
	50 % af 1900 smågrisestipladser * 10	9.500 kWh
Stuehus	200 m ² * 140	28.000 kWh
Mandskabsrum	110 m ² * 100	11.000 kWh
Samlet varmekonsum		218.350 kWh