



# BENCHMARKING AF VARMEFORBRUG

NOTAT NR. 1131

Notatet indeholder vejledende tal for det typiske energiforbrug til varme i nye velisolerede svinestalde. Tallene kan bruges til benchmarking af varmekonsum samt til f.eks. dimensionering af gyllekølingsanlæg.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

FORFATTER: POUL PEDERSEN

UDGIVET: 23. NOVEMBER 2011

Dyregruppe: Alle

Fagområde: Stalde og Miljø / Ventilation

## Sammen drag

I nærværende notat er der beregnet tal for det forbrug af varme, man kan forvente i nye velisolerede svinestalde. Disse vejledende tal kan bruges i forbindelse med dimensionering af gyllekølingsanlæg, men også bruges til at vurdere, om man har et fornuftigt energiforbrug til varme i sin svineproduktion. Ligesom en række andre væsentlige indsatsfaktorer i svineproduktionen, bør varmekonsumet i en svineproduktion også registreres. Har man et energiforbrug, der væsentlig overstiger de angivne forbrug, kan det anbefales at få sit ventilations- og varmeanlæg gennemgået. De væsentligste årsager til et højt varmekonsum er først og fremmest for ringe styring af minimumsventilation og luftfugtighed, men andre parametre kan også spille ind.

Beregningerne er gennemført for Miljøstyrelsen, der i forbindelse med udarbejdelsen af teknologibladet for køling af gylle i so- og smågrisestalde i 2011 ønskede at inddrage en oversigt over det typiske forbrug af varme.

# Baggrund

I foråret 2011 fik Miljøstyrelsen udarbejdet nye teknologibeskrivelser og teknologiblade til so- og smågrisestalde vedr. en række teknologier, der kan reducere emissionen af ammoniak og lugt. I forbindelse med høringsudkastet af teknologiblade vedr. køling af gylle blev der efterlyst en oversigt af, hvor meget varme man kan forvente at afsætte i en moderne svineproduktion [1]. På den baggrund besluttede Miljøstyrelsen at få udbygget teknologibladene med en oversigt, der viser det typiske energiforbrug til varme. Opgaven blev udført af LRØ og Agrotech med bistand fra Videncenter for Svineproduktion mht. forudsætninger og beregninger.

Målinger af forbruget af varme i de danske svinestalde har imidlertid vist, at forbruget varierer meget, og et godt spørgsmål er derfor: Hvad er det optimale varmekonsum? På den ene side skal varme sikres, at grisenes nærmiljø er i orden, så sundhed og produktion kan holdes på et højt niveau. På den anden side skal varmekonsumet heller ikke være højere end nødvendigt, da varme er en betydelig omkostning.

Desværre findes der ikke undersøgelser, der præcist fastslår, hvor det optimale varmekonsum ligger. I stedet kan man opstille kriterier for det klima, man ønsker i sine stalde, og som erfaringsmæssigt giver så godt klima, at høj sundhed og produktion kan opnås. Ud fra disse kriterier er det muligt både ved måling og beregning af varmekonsum at fastlægge, hvor stort et varmekonsum der er nødvendigt for at opnå tilfredsstillende staldklima.

Formålet med nærværende notat er at fastlægge det typiske varmekonsum i moderne velisolerede stalde. Det angivne varmekonsum kan bruges til dels at skønne, hvor meget varme man kan afsætte fra en varmepumpe ved gyllekøling, og dels at vurdere om en eksisterende svineproduktion har et fornuftigt energiforbrug til varme.

## Materiale og metode

Når forbruget af varme skal fastlægges vil det i princippet være bedst, hvis man kunne måle varmekonsumet i en række stalde, hvor de ønskede klimakrav overholdes. Det vurderes imidlertid, at det vil give en meget stor variation i det registrerede varmekonsum, fordi centrale parametre som minimumsventilation og luftfugtighed styres for ringe i praksis. Derfor er det i nærværende notat valgt at simulere det årlige varmekonsum med programmet Staldvent [2], som er udviklet til dimensionering og simulering af staldklima.

For at kunne udføre årlig simulering af varmekonsumet skal der fastlægges en række forudsætninger. Der er taget udgangspunkt i velisolerede stalde, hvor den gennemsnitlige U-værdi for lofts- og vægfladen er henholdsvis 0,36 og 0,40 W/°C/m<sup>2</sup>. Der er regnet med en sektionstørrelse på 500 stipladser ved både smågrise og slagtesvin. I soholdet er der taget udgangspunkt i en besætning med

1.050 søer fordelt med 800 stipladser i løbe-drægtighedsstalde og 250 stipladser i sektionerede farestalde.

Varmeanlæggets maksimale varmeafgivelse er dimensioneret således, at de ønskede klimakrav kan opretholdes ved en udetemperatur på minus 10 grader. Styring af varmetilsætning er fastlagt ud fra, at en vis minimumsventilation skal kunne overholdes, og at den relative luftfugtighed ikke må overstige fastlagte grænser. Derudover afbrydes varmetilsætning, når ventilationsgraden overstiger 50 % af maksimal kapacitet. I simuleringerne er det valgt at inddrage de væsentligste staldtyper med følgende forudsætninger:

- Ved drægtighedsstalde skelnes der imellem stalde, hvor søerne i flok kan ligge i et tykt lag strøelse (her kaldet dybstrøelse) med en relativ lav staldtemperatur, og systemer med let strøet lejeareal, hvor mange søer ligger enkeltvist, og som følge heraf kræver en højere staldtemperatur.
- Ved farestalde er der skelnet mellem stalde med delvist fast gulv og fuldspaltegulv, fordi de to systemer har forskellige krav til staldtemperatur.
- Ved smågrisestalde er der skelnet mellem toklima-stalde med delvist fast gulv og fuldspaltegulv, fordi de to systemer har væsentlige forskellige krav til staldtemperatur.
- Ved slagtesvinestalde er der skelnet mellem stalde med delvist fast gulv og drænet gulv i lejearealet, fordi de har forskellige krav til staldtemperatur. Derudover er der skelnet mellem stalde med henholdsvis tør- og vådfodring, fordi varmemeforbruget påvirkes af forskellig fordampning af vand fra staldmiljøet.

Sammenhæng mellem den ønskede staldtemperatur og relative luftfugtighed har afgørende betydning for luftkvaliteten og varmemeforbruget. Imidlertid findes der ingen undersøgelser, der klart angiver hvilken luftkvalitet, der er optimal. I nærværende er der derfor valgt at tage udgangspunkt i, hvad der erfaringsmæssigt - blandt andet fra klimaundersøgelserne i regi af Videncenter for Svineproduktion - giver en tilstrækkelig god luftkvalitet. Derfor er der anvendt en tommelfingerregel om, at man får en tilstrækkelig god luftkvalitet, hvis summen af temperatur og relativ luftfugtighed maksimalt må være 90. Ønsker man en ekstra god luftkvalitet må summen erfaringsmæssigt maksimalt være 85. Den nævnte strategi giver en god styring af luftkvaliteten i stalden, men andre strategier som at indlægge faste kurver for minimumsventilationen eller styre efter kuldioxidkoncentrationen kan også anvendes praksis. I tabel 1 og 2 er der angivet de væsentligste simuleringsforudsætninger, hvor summen af temperatur og relativ luftfugtighed giver 90.

**Tabel 1.** Forudsætninger for Staldvent-simulering af varmekonsum i drægtigheds- og farestalde

	Drægtighedsstalde		Farestalde	
	Let strøet lejeareal	Dybstrøelse i lejeareal	Delvist fast gulv	Fuldspaltegulv
Temperatur indsættelse, °C	18	15	22	24
Temperatur afgang, °C	18	15	18	20
Luftfugtighed indsættelse, % rf.	72	75	68	66
Luftfugtighed afgang, % rf.	72	75	72	70
Fordampningsfaktor	0,90	0,90	1,00	0,95
Ventilation maks., m <sup>3</sup> /t pr. stiplads	100	100	370	370
Ventilation min., m <sup>3</sup> /t pr. stiplads	15	15	20	20
Varme max, W/stiplads <sup>1)</sup>	15	35	100 <sup>1)</sup>	220 <sup>1)</sup>
Varme afbrudt fra, % af maks. vent.	50	50	50	50

<sup>1)</sup> Det er kun kapaciteten på rumvarme der er angivet i tabellen. Derudover er der indlagt en konstant tilførsel af varme fra gulvvarme i pattegrisehulen på 60 W.

**Tabel 2.** Forudsætninger for Staldvent-simulering af varmekonsum i smågrise- og slagtesvinestalde

	Smågrise- og staldstalde		Slagtesvinestalde			
	Delvist fast To-klima	Drænet gulv Et-klima	Delvist fast Tørfoder	Delvist fast Vådfoder	Drænet gulv Tørfoder	Drænet gulv Vådfoder
	Temperatur ind, °C	24	28	20	20	22
Temperatur ud, °C	18	22	16	16	18	18
Luftfugtighed ind, % rf.	66	62	70	70	68	68
Luftfugtighed ud, % rf.	72	68	74	74	72	72
Fordampningsfaktor <sup>1)</sup>	0,95	0,95	0,95	0,90	0,95	0,90
Ventilation maks., m <sup>3</sup> /t pr. gris	45	45	100	100	100	100
Ventilation min., m <sup>3</sup> /t pr. gris	2,1	2,1	7,4	7,4	7,4	7,4
Varme max, W/gris	16	30	11	11	22	28
Varme afbrudt fra, % af maks. vent.	50	50	50	50	50	50

Den angivne fordampningsfaktor i tabel 1 og 2 bruges til at korrigere fordelingen af grisenes varmeafgivelse mellem den frie varme og den varme, som er bundet i vanddamp. En faktor, der er mindre end 1,0, betyder, at noget af grisenes varmeafgivelse går til at fordampe vand i staldmiljøet. Et mere fugtigt staldmiljø som følge af f.eks. stor gylleoverflade, store fugtige arealer og vådfodring betyder, at man har et mere fugtigt staldmiljø. Der er her anvendt fordampningsfaktorer, der erfaringsmæssigt giver god overensstemmelse mellem målinger i praksis og beregninger i Staldvent.

## Resultater og diskussion

I tabel 3 og 4 er det beregnede energiforbrug til varme i forskellige staldafsnit angivet. Varmeforbruget er det man kan forvente i velisolerede stalde, hvis ventilations- og varmeanlæg bliver styret ud fra gængse anbefalinger og som forudsat i simuleringerne. Men det skal igen understreges, at der ikke findes en endegyldig sandhed på, hvilket forbrug af varme der er optimalt. Derfor kan der sagtens være gode grunde til at styre efter andre klimaparametre i den enkelte besætning, hvorved varmemeforbruget kan ændres væsentligt. Det kan for eksempel være i de tilfælde, hvor stierne er indrettet med ekstra lune lejer, så staldtemperaturen kan sænkes. Dette reducerer også forbruget af varme.

**Tabel 3.** Beregnet varmemeforbrug i drægtigheds- og farestalde

Staldtype	Almindelig luftkvalitet	God luftkvalitet
	kWh pr. årssø	kWh pr. årssø
<b>Drægtighedsstald</b>		
Delvist fast gulv, let strøet lejeareal	24	78
Delvist fast gulv, tykt lag strøelse i lejeareal	2	19
<b>Farestald</b>		
Delvist fast gulv	135 <sup>1)</sup>	138 <sup>1)</sup>
Fuldspaltegulv	161 <sup>1)</sup>	212 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Hovedparten af varmemeforbruget skyldes konstant varmeafgivelse fra gulvarme i pattegrisehule.

**Tabel 4.** Beregnet varmemeforbrug i smågrise- og slagtesvinestalde

Staldtype	Almindelig luftkvalitet	God luftkvalitet
	kWh pr. produceret gris	kWh pr. produceret gris
<b>Smågrise</b>		
Delvist fast gulv med toklima	2,9	6,0
Drænet gulv/fuldspaltegulv	14,1	20,9
<b>Slagtesvin</b>		
Delvist fast gulv, tørfoder	0,6	2,2
Delvist fast gulv, vådfoder	1,8	6,6
Drænet gulv/fuldspaltegulv, tørfoder	2,2	8,1
Drænet gulv/fuldspaltegulv, vådfoder	7,1	18,4

Resultaterne i tabel 3 og 4 kan bruges i forbindelse med dimensionering af gyllekølingsanlæg, men de kan det også bruges til at vurdere, om man har et fornuftigt energiforbrug til varme i sin svineproduktion. Det kan derfor anbefales, at man løbende følger sit varmemeforbrug ved på centrale steder i varmesystemet at installere energimålere. Som minimum skal man kende varmemeforbruget til hele staldanlægget, men man bør også kende forbruget særskilt for drægtige og diegivende søer samt

smågrise og slagtesvin. Hvis man anvender olie, kan man alternativt registrere olieforbruget. En virkningsgrad på oliefyret på 85 % vil give 8,5 kWh varme pr. liter olie.

I nogle staldtyper er der kun beregnet et meget lille varmemeforbrug, hvorfor varmeanlæg eventuelt kan udelades. Det gælder i drægtighedsstalde med et tykt lag strøelse, hvor man som alternativ til varme kan strø lidt ekstra op og sænke staldtemperaturen i perioder med dårlig luftkvalitet. Tilsvarende mulighed er der i slagtesvinestalde med delvist fast gulv og tørfoder. Ved slagtesvin skal man dog være opmærksom på, at hvis der for eksempel opstår sygdomsproblemer, hvor grisenes foderoptagelse falder drastisk, vil det i disse perioder kunne anbefales at tilføje varme for at kunne hæve staldtemperaturen og samtidig opretholde en god luftkvalitet. Varmeanlæg kan i dette tilfælde betragtes som en forsikring, der giver nogle ekstra muligheder i perioder med produktionsproblemer.

Udover de her angivne varmemeforbrug, bruges der også varme i forbindelse med udtørring af stalde efter vask. Her vil et varmemeforbrug på 1,5-3 kWh pr. m<sup>2</sup> gulv erfaringsmæssigt være tilstrækkeligt.

## Konklusion

Energiforbruget til varme er simuleret på baggrund af en række forudsætninger, som man kan forvente i nye velisolerede stalde, hvor ventilationsanlægget er i stand til at overholde de opstillede forudsætninger.

Disse resultater kan bruges i forbindelse med dimensionering af gyllekølingsanlæg, men de kan også bruges til at vurdere, om man har et fornuftigt energiforbrug til varme i sin svineproduktion. Ligesom en række andre væsentlige indsatsfaktorer i svineproduktionen, bør varmemeforbruget i en svineproduktion også registreres. Har man et energiforbrug, der væsentlig overstiger de her angivne forbrug, kan det anbefales at få sit ventilations- og varmeanlæg gennemgået. De væsentligste årsager til et for højt varmemeforbrug er først og fremmest for ringe styring af minimumsventilation og luftfugtighed, men en række andre parametre kan også spille ind.

## Referencer

[1] Miljøstyrelsen, 2011: Køling af gylle i stalde til søer og smågrise. Teknologiblad. Miljøstyrelsen 2011

[2] [StaldVent](#)

### Deltagere

Peter Hansen, Innovationskonsulent i Agrotech

Jes Klausen, Svineproduktionskonsulent i LRØ