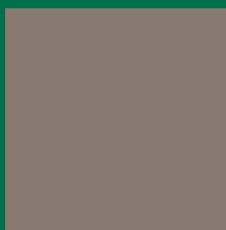
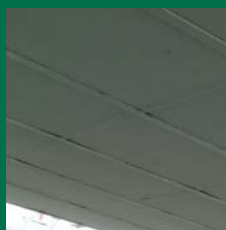




Kvæg | nr. 28 | 2005

FarmTest

Ventilatorer i kvægstalde



Ventilatorer i kvægstalde

Af Anja Juul Freudendal og Jan Brøgger Rasmussen, Dansk
Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik



Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Udkærsvej 15, 8200 Århus N · Tlf. 87 40 50 00 · www.landscentret.dk

Titel: Ventilatorer i kvægstalde
Forfatter: Konsulent Anja Juul Freudendal og landskonsulent Jan Brøgger Rasmussen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Review: Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Layout: Sekretær Marianne Mikkelsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret
Udgave: 1. udgave 2005
Oplag: 150 stk.
Rapporten koster 150 kr. + moms og forsendelse og kan bestilles via internet på adressen www.landscentret.dk/netbutikken eller på telefon 87 40 55 00
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik
Udkærsvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 87 40 50 00 • Fax 87 40 50 10
E-mail farmtest@landscentret.dk
www.farmtest.dk
ISSN: 1601-6785

Forord

Nye kvægstalde bygges udelukkende med naturlig ventilation. I takt med at staldene er blevet større og dermed bredere, bliver det vanskeligere at skabe en god naturlig ventilation. Det er specielt et problem i sommerperioder med varmt og stillestående vejr, hvor der kan blive en meget tung og stillestående luft i stalden.

Et dårligt klima i stalden giver en forringet komfort for dyrene, hvilket kan give varmenstress og dermed en dårligere mælkeproduktion. Det er derfor vigtigt at skabe et godt klima i de varme perioder, så produktionstab undgås. Opsætning af ventilatorer kan være løsningen til at undgå et dårligt staldklima, da ventilatorerne kan give en luftcirkulation, som vil virke afkølede på dyrene.

Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik vil gerne takke de kvægbrugere og forhandlere af ventilatorer, som har deltaget i undersøgelsen. Uden jeres hjælp og positive indstilling kunne denne FarmTest ikke have været gennemført.

Rapporten kan ses på www.farmtest.dk, hvor også [samtlige resultater af klimamålingerne](#) (åbner ny pdf-fil) er vist. På hjemmesiden findes også en pjece med de vigtigste resultater fra undersøgelsen på dansk og engelsk. Endvidere kan man læse andre FarmTest undersøgelser.

FarmTesten er udført af Landscentret, Byggeri og Teknik.

FarmTest er orienterende undersøgelser af ny teknologi og nye metoder til dansk landbrug. Undersøgelserne foregår under praktiske forhold. Undersøgelserne bliver udført i et tæt samarbejde mellem Dansk Landbrugsrådgivning, leverandører af ny teknologi, forsknings- og forsøgsinstitutioner, lokale rådgivere og sidst, men ikke mindst, landmænd.

Ivar Ravn
Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Skejby, maj 2005

Indhold

Forord	4
1. Sammendrag og konklusion	7
1.1 Resultater fra interviewundersøgelse	7
1.1.1 Opsætning og investering	7
1.1.2 Effekt af ventilatorerne	7
1.1.3 Fordele og ulemper	8
1.2 Resultater fra klimamålingerne	8
1.2.1 Klimamålinger med og uden brug af ventilatorer	8
1.2.2 Klimamålinger i luftindtaget	9
1.2.3 Klimamålinger i stalden og 50-100 m fra stalden	9
1.2.4 Suge- og trykside på ventilatorerne	9
1.2.5 Luftens spredbillede ved hhv. lodrette og vandrette ventilatorer	9
1.2.6 Elforbrug og støjniveau	10
1.3 Anbefalinger for brug af ventilatorer	10
1.4 Afslutning	10
2. Indledning og baggrund	12
2.1 Varmestress	12
2.2 Dimensionering af naturlig ventilation	13
2.3 Ventilatorer kan give et bedre staldklima	14
2.4 Overbrusning	15
3. Formål	17
4. FarmTestens gennemførelse	18
4.1 Interview	19
4.2 Klimamålinger	19
5. Resultater	22
5.1 Opgørelse over interviewundersøgelse	22
5.1.1 Opsætning og investering	22
5.1.2 Effekt af ventilatorerne	23
5.1.3 Strøm- og støjforbrug ved ventilatorerne	23
5.1.4 Fordele og ulemper ved ventilatorerne	24
5.2 Opgørelse over klimamålinger	24
5.2.1 Klimamålinger med og uden brug af lodret monteret ventilatorer	24
5.2.2 Klimamålinger med og uden brug af vandret monteret ventilatorer	27
5.2.3 Klimamålinger i luftindtaget	29
5.2.4 Klimamålinger i stalden og 50-100 m fra stalden	29
5.2.5 Sammenhænge mellem temperatur, luftfugtighed og lufthastighed	30
5.2.6 Sammenhænge mellem klimamålinger og vejrforhold	30
5.2.7 Montering af ventilatorer	31
5.2.8 Suge og trykside på ventilatorerne	31
5.2.9 Luftens spredbillede ved hhv. lodrette og vandrette ventilatorer	32
6. Diskussion og anbefalinger	34
6.1 Optimer den naturlige ventilation	34
6.2 Vandrette kontra lodrette ventilatorer	34
6.2.1 Lodrette ventilatorer	34

6.2.2 Vandrette ventilatorer	35
6.3 Sikkerhed	35
6.4 Styring.....	35
6.5 Elforbrug	36
6.6 Andre vigtige forhold.....	36
7. Litteraturliste	37
Bilag 1	38
Bilag 2	39

1. Sammendrag og konklusion

Et dårligt klima i stalden giver en forringet komfort for dyrene, hvilket kan give varmen stress og dermed en dårligere mælkeproduktion. For at undgå produktionstab er det derfor vigtigt at skabe et godt staldklima også i de varme perioder. Opsætning af ventilatorer kan være løsningen til at undgå et dårligt staldklima, da ventilatorerne kan give en luftcirkulation, som vil virke afkølede på dyrene.

Som udgangspunkt bør man dog starte med at få den naturlige ventilation i stalden optimeret, inden stalden fyldes med ventilatorer. Det vil sige rengøre luftindtag, fjerne læ tæt på stalden, mv.

Formålet med denne FarmTest har været at indsamle erfaringer med forskellige typer af ventilatorer til luftcirkulation.

Der er indsamlet data fra 14 forskellige løsdriftsstalde med sengebåse. Data er indsamlet dels ved hjælp af en interviewundersøgelse af brugerne dels via klimamålinger af temperatur, lufthastighed og luftfugtighed i staldene og udenfor staldene.

1.1 Resultater fra interviewundersøgelse

I alt 13 besætningsejere deltog i interviewundersøgelsen.

1.1.1 Opsætning og investering

Undersøgelsen viste, at:

- Otte stalde havde monteret ventilatorer i køernes hvileareal. I flere af disse besætninger var der opsamling til malkestalden mellem to rækker senge. Herved fik køerne også frisk luft ved opsamling.
- Syv stalde havde ventilatorer ved foderbordet/på ædepladsen.
- En stald havde både ventilatorer i malkestalden og på opsamlingspladsen.
- En stald havde monteret ventilatoren i staldens gavl. Herved blev luften trukket ud af stalden, og ny frisk luft blev trukket ind via åbninger i staldens sider.

I ni af de 13 stalde var der to ventilatorer i stalden. En stald havde én ventilator, mens der i de resterende stalde var enten tre, fire eller seks ventilatorer.

Indkøbsprisen for ventilatorerne var i undersøgelsen tæt på de vejledende priser. Det er dog vigtigt, at man er opmærksom på, at der ud over indkøb af ventilatorerne er en udgift til montering og ophæng. Endvidere er det vigtigt at forholde sig til ventilatorens elforbrug.

1.1.2 Effekt af ventilatorerne

Undersøgelsen viste, at:

- Enkelte besætninger havde opnået højere ydelse, og andre havde reduceret celletallet.
- Enkelte stalde havde fået mere tørre spalter.

- Flueproblemerne var reduceret i stalde med lodrette ventilatorer. I en stald med vandret ventilator på opsamlingspladsen var flueproblemerne dog flyttet fra koens ryg til koens yver. Ved koens yver kunne fluerne være i læ for vinden.

1.1.3 Fordele og ulemper

Fordele og ulemper ved ventilatorerne blev vurderet af brugerne i forbindelse med besøget.

Fordele:	Ulemper:
• Bedre kokomfort og dermed færre tegn på varmestress. • Mere luft i stalden. • Mere tørt miljø.	• Højt elforbrug. • Ventilatorerne støjer meget, specielt de lodrette. • Pris på montering, som er svarende til halvdelen af prisen på ventilatoren. • Dårligt spreddebillede ved lodrette ventilatorer, samt ved vandrette monteret i stalde med lille frihøjde mellem gulv og ventilator.

Generelt var der stor tilfredshed med ventilatorerne og den service, der eventuelt havde været på ventilatorerne. Der var dog enighed om, at der manglede viden om den helt rigtige placering af ventilatorerne i stalden.

1.2 Resultater fra klimamålingerne

I de enkelte stalde blev temperatur, luftfugtighed og lufthastighed målt både udenfor og inde i stalden samt med og uden brug af ventilatorerne. Klimaforholdene ved ventilatorens suge- og trykside samt i staldens luftindtag blev ligeledes målt. Alle staldene blev indelt i tværsnit, hvor der var tre til fem måleområder.

1.2.1 Klimamålinger med og uden brug af ventilatorer

Generelt faldt temperaturen i de målte stalde, når ventilatorerne blev taget i brug. I enkelte stalde var temperaturfaldet mest markant i måleområderne nær ventilatorerne. Enkelte stalde havde dog en uændret temperatur på trods af ventilatorerne. Der var en tidsforskydning mellem temperaturmålingerne henholdsvis med og uden brug af ventilatorer. Denne tidsforskydning resulterede i, at målingen blev påvirket af omgivelsernes temperatur. Der var derfor stalde, hvor temperaturen steg, når ventilatoren blev tændt.

Lufthastigheden steg generelt i alle de målte stalde. I tre af de målte stalde var stigningen i lufthastigheden mest markant i områderne nær ventilatorerne. Dette resultat viser betydningen af, at ventilatorerne placeres i stalden, så de enkelte ventilators spreddebillede når hinanden og gerne med lidt overlap. Herved undgås, at der opstår "døde zoner" enkelte steder i stalden.

Luftfugtigheden viste generelt et entydigt mønster i alle stalde. Ved brug af ventilatorerne faldt luftfugtigheden. Vejrforhold som kulde, tåge, dis, regn, mv. resulterede dog i en øget luftfugtighed inde i stalden, hvis ventilatorerne blev tændt. Dette resultat understreger vigtigheden af kun at anvende ventilatorer, hvis det er muligt at trække frisk udeluft ind i stalden.

1.2.2 Klimamålinger i luftindtaget

I staldens luftindtag er der ofte monteret gardiner, net, bræddetrempele eller lignende.

I stalde med gardin i luftindtaget var der tendens til, at temperaturen og lufthastigheden steg. Luftfugtigheden ved luftindtaget inde i stalden faldt sammenlignet med måling i luftindtaget lige udenfor stalden. Åbningsarealet ved gardinet havde dog stor indflydelse på disse resultater.

I stalde med vindbrydende net eller bræddetrempele i luftindtaget var der tendens til, at lufthastigheden faldt inde i stalden. Dette skyldtes, at net og bræddetrempele bremsede vinden. Det vil forventes, at et tilsmudset net vil bremse vinden yderligere, og dermed opnå et mindre luftskifte.

1.2.3 Klimamålinger i stalden og 50-100 m fra stalden

Som forventet var det generelle mønster, at temperaturen inde i stalden var højere og lufthastigheden lavere sammenlignet med målinger 50-100 meter fra stalden. Luftfugtigheden viste derimod ikke et entydigt billede. Luftfugtigheden var meget påvirket af vejrforholdene. Regn, tåge, dis eller frost betød, at luftfugtigheden var lavere inde i stalden sammenlignet med luftfugtigheden udenfor stalden. Derfor skal brug af ventilatorer altid ses i forhold til vejrforholdene, da der ellers er risiko for, at luftfugtigheden inde i stalden stiger, hvilket ikke er ønskeligt.

I stalde med net i siderne ses det ofte i regnvejr, at der kommer slagregn på nettet. Åbninger i nettet lukker derved delvist til. Ved at tænde for ventilatorerne under disse forhold var det muligt at "blæse/suge" slagregnen af nettet og dermed holde nettet fri for regn.

1.2.4 Suge- og trykside på ventilatorerne

Lufthastigheden ved den lodrette ventilators sugeside var omkring 4 m/s. Lufthastigheden faldt herefter, jo længere afstanden blev til ventilatoren. Ved den lodrette ventilators trykside var lufthastigheden omkring 10 m/s. Lufthastigheden faldt herefter, jo længere afstanden blev til ventilatoren.

For de vandrette ventilatorer var lufthastigheden ca. 3 m/s ved jorden under de vandrette ventilators vingspids. Denne hastighed var dog meget afhængig af ventilatorens diameter.

1.2.5 Luftens spredbillede ved hhv. lodrette og vandrette ventilatorer

Spredbilledet for de lodrette ventilatorer var mere koncentreret sammenlignet med spredbilledet for de vandrette ventilatorer. Placeringen af de lodrette ventilatorer er derfor vigtig for at opnå den bedste effekt. Lodrette ventilatorer skal placeres, så luften kan komme rundt i stalden, og uden at der opstår "døde" zoner. Det bedste er at placere ventilatorerne, så luften kommer i rundløb i stalden. Det er bedre at montere flere små ventilatorer frem for få store. Det vil også mindske risikoen for blæst i stalden frem for luftcirkulation.

De vandrette ventilatorer fungerede bedst i stalde med stor frihøjde mellem gulv og ventilator sammenlignet med stalde med lille frihøjde, da det gav det bedste spredbillede. Det skyldes primært, at systemet med de vandrette ventilatorer er baseret på, at luften i midten af stalden presses nedad og herefter driver udad og op langs siderne. Er frihøjden lav, vil luften ikke få nok tryk på ned mod gulvet, og luften vil ikke kunne drive så langt på tværs af stalden og op langs siderne, og tilsvarende vil luften ikke drive så langt på langs ad stalden. Det vil kunne betyde, at der opstår behov for at montere en ekstra ventilator for at sikre luftcirkulation i hele staldens areal.

1.2.6 Elforbrug og støjniveau

I denne FarmTest blev elforbruget ikke målt, og interviewundersøgelsen gav desværre ikke et billede af elforbruget til ventilatorerne. Elforbruget er selvfølgelig meget afhængigt af den styrke, ventilatorerne kører med. Indstilling af styrke er kun muligt, hvis ventilatorerne har trinløs indstilling.

Som et eksempel er elforbruget 13,2 kWh pr. døgn ved en lodret ventilator med 12 timers drift pr. dag, hvor ventilatoren yder 45.000 m³ luft pr. time, og motorydelsen er 1,1 kW. En amerikansk undersøgelse har vist, at elforbruget ved lodret monteret ventilatorer i en stald med 580 malkekøer var 1.296 kWh pr. døgn. Ventilatorerne kørte 24 timer pr. døgn. I samme besætning blev tilsvarende forsøgt med vandret monteret ventilatorer. Her var elforbruget 179,52 kWh pr. døgn, (Schultz & Williams, 2002).

Støjniveauet for en lodret ventilator i en enkelt stald blev målt til 70-73 decibel ved fuld styrke på ventilatorerne. Denne støj blev dog vurderet forskelligt af besætningsejerne. Typisk er støjen meget afhængig af ventilatorens styrkeniveau. I stalde med vandrette ventilatorer var støjniveauet meget lavt.

1.3 Anbefalinger for brug af ventilatorer

- Optimer som udgangspunkt den naturlige ventilation.
 - Rengør det eksisterende materiale i luftindtag.
 - Fjern læ omkring stalden.
 - Lav eventuelt luftindtaget større.
- Vælg den ventilationstype, der passer til staldens behov.
- Opsætning af lodrette ventilatorer skal følge anbefalingerne.
 - Lad ventilatoren være vinklet 20-25° i forhold til lodret.
 - Opsæt ventilatoren minimum 2,7 meter over gulv ved sengebåse.
 - Opsæt ventilatoren minimum 3,3 meter over gulv ved ædeplads/gangareal.
 - Lad afstanden mellem ventilatorerne være ti gange ventilatorernes diameter.
- Brug hellere flere små end få store lodrette ventilatorer.
- Vandrette ventilatorer fungerer bedst i stalde med god frihøjde fra gulv til ventilator for at opnå et godt spreddebillede.
- Køb trinløs regulering; herved kan du styre luftmængden og støjniveauet.
- Brug ikke ventilatorerne i regn, tåge, dis eller frost.
 - Eneste undtagelse er stalde med net i staldens luftindtag. Ventilatorerne kan blæse regnen af nettet.

1.4 Afslutning

Det er vigtigt, at den naturlige ventilation er dimensioneret tilstrækkeligt i forhold til antallet og størrelsen af dyrene i stalden, samt i forhold til køernes mælkeydelse. Pjecen Grøn Viden nr. 13 er i Danmark grundlaget for dimensionering af naturlig ventilation. Ventilatoren skal dimensioneres, så der kan opnås en tilstrækkelig ventilation i stille og varmt vejr.

Dimensionering af naturlig ventilation sker ofte ud fra en nybygningssituation, hvor alle luftindtag er helt rene, så de dermed kan give maksimal ydelse. Med tiden kan specielt fin-

masket, vindbrydende net let støve til og dermed reducere ventilationen i stalden. Det er derfor vigtigt at holde luftindtag og luftafkast rene hele tiden. Et alternativ kunne være at ændre luftindtaget, for eksempel forøge det eller skifte den vindbrydende beklædning ud med noget andet.

Ventilatorer er specielt velegnede i områder med mange dyr, for eksempel på opsamlingsplads, ædeplads og i malkestald. Det er dog vigtigt, at der skabes et ensartet klima i hele stalden, så køerne ikke kun foretrækker at være et sted. Som udgangspunkt bør man starte med at få den naturlige ventilation optimeret, inden stalden "fyldes" med ventilatorer.

2. Indledning og baggrund

For at give dyrene en god komfort og dermed optimale muligheder for en god produktion er det vigtigt, at ventilationen i stalden er optimal. I naturligt ventilerede stalde følger indeklima og udeklima næsten altid hinanden. Den naturlige ventilation kan let påvirkes af andre forhold, som for eksempel udformning og størrelse på luftindtag, staldens bredde og højde, samt læhegn og andre bygninger.



Figur 2.1. Bygninger i læ.



Figur 2.2. Bygninger, der ligger meget tæt.

Der skal skabes rum omkring en stald med naturlig ventilation for at sikre en god ventilation. Halmstakke, brændestabler, maskinhuse, plansiloer og læbælter skal ikke ligge for tæt på stalden.

I kvægstalde kan det være et problem at få den naturlige ventilation til at fungere optimalt om sommeren på grund af høje temperaturer kombineret med stillestående vejr. Problemerne med for dårlig ventilation opleves ofte i brede (>24 meter) eller underventilerede stalde. Underventilerede stalde har et lille luftindtag, der ofte er kombineret med en lav benhøjde (<3 meter) og lav taghældning (<20°).

I uisolerede stalde kan varmeindstrålingen fra tagkonstruktionen forøge problemet, da tagfladen udgør en stor flade, som dermed kan give stor varmeindstråling. Dette kan i nogen grad modvirkes ved at forbedre ventilationen, og en minimumsisolering af tagfladen vil kunne mindske problemet yderligere. Stålblader giver generelt større varmeindstråling end cementbølgeplader. Lyse tagflader giver mindre varmeindstråling end mørke. Lysplader vil forøge problemet med varmeindstråling. To kvadratmeter lysplade kan på en sommerdag med solskin afgive ca. samme varmemængde som en ko.

2.1 Varmestress

I de seneste år, hvor der har været perioder med meget varmt og stillestående vejr, har varmemstress været et meget omtalt emne. Dovne køer, fald i foderoptagelse og mælkeydelse samt faldende antal malkninger ved AMS er nogle af indikatorerne for varmemstress. Om det skyldes dårlig dimensionering af ventilationen, et generelt skifte i vejrforholdene om sommeren eller et hidtil overset problem skal være usagt. Uanset hvad, skal man forholde sig aktivt til problemet og forsøge at afhjælpe det hurtigst muligt.

Specielt højtydende køer får en forringet komfort ved de høje temperaturer. Ved temperaturer over 22-25 grader celsius er der risiko for, at køerne har lavere foderoptag og dermed et fald i ydelse. Overbelægning forøger problemerne med ventilationen og stresser dyrene yderligere.

Det vurderes, at der under danske klimaforhold kan ske et fald i dagsydelsen på op til et kilo mælk pr. ko i perioder med høj staldtemperatur kombineret med en høj luftfugtighed.

2.2 Dimensionering af naturlig ventilation

Det er vigtigt, at den naturlige ventilation er dimensioneret tilstrækkeligt i forhold til antallet og størrelsen af dyrene i stalden samt i forhold til køernes mælkeydelse. Pjecen Grøn Viden nr. 13 er i Danmark grundlaget for dimensionering af naturlig ventilation. Ventilationen skal dimensioneres, så der kan opnås en tilstrækkelig ventilation i stille og varmt vejr. Man skal være opmærksom på, at dimensioneringsgrundlaget er en malkeko med ydelse på 20 kg mælk pr. dag. Ydelsen er ofte større, og derfor skal ventilationen forøges tilsvarende.

Dimensionering af naturlig ventilation sker ofte ud fra en nybygningssituation, hvor alle luftindtag er helt rene, og dermed giver maksimal ydelse. Med tiden kan specielt et finmasket, vindbrydende net let støve til og dermed reducere ventilationen i stalden. Det er derfor vigtigt at holde luftindtag og luftafkast rene hele tiden. Et alternativ kunne være at ændre luftindtaget, for eksempel forøge det eller skifte den vindbrydende beklædning ud med noget andet. Mange stalde monteres i dag med gardiner i siderne. Dette giver mulighed for at lukke af, hvis der kommer en storm, kraftigt regnskyl eller sne. Om sommeren med høje temperaturer skal gardinerne lukkes helt op, så der kan komme frisk luft ind i stalden.



Figur 2.3. Gardinerne rulles helt ned om sommeren, så dyrene kan få mest mulig frisk luft.

Nye stalde har typisk meget stor benhøjde, og dermed er der også mulighed for store luftindtag. I ældre stalde med en lav benhøjde (<3 meter) er stalden ofte smallere, hvilket gør, at der godt kan opnåes det nødvendige luftindtag.

Den negative effekt af en underventileret stald eller en meget bred stald forøges væsentligt, hvis der er andet lægivende tæt på stalden. Det kan være andre bygninger, et læbælte eller en bakketop. Læ fra andre bygninger eller læbælter kan naturligvis være et problem i alle typer stalde.

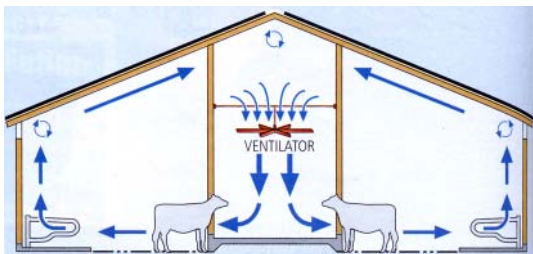
2.3 Ventilatorer kan give et bedre staldklima

En forbedring af staldklimaet kan ske ved at montere ventilatorer til luftcirkulation. Ventilatorerne skal forøge lufthastigheden og dermed give et bedre klima. Som udgangspunkt bør man starte med at få den naturlige ventilation optimeret, inden stalden "fyldes" med ventilatorer.

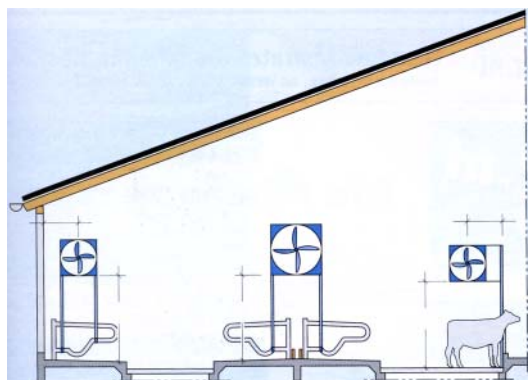
Det er vigtigt at skabe et ensartet klima i hele stalden, så køerne ikke kun foretrækker at være et sted. Hvis der kun cirkuleres luft i en del af stalden, er der risiko for, at dyrene kun vil være i dette område.

Ventilatorer er specielt velegnede i områder med mange dyr, for eksempel på opsamlingsplads, ædeplads og i malkestald. Ventilatorer findes principielt i to forskellige typer; henholdsvis lodret og vandret placeret.

En lodret placeret ventilator presser luften hen ad i stalden, mens den vandret placerede ventilator presser luften nedad i stalden og herefter udad og op langs siderne.



Figur 2.4. Vandret monteret ventilator.



Figur 2.5. Mulige placeringer af lodrette ventilatorer.

Et amerikansk forsøg med en sammenligning af lodrette og vandrette ventilatorer har vist følgende:

- 75 dage inde i laktationen var mælkeydelsen 0,9 kilo større i grupperne, som blev ventileret med lodrette ventilatorer.
- 150 dage inde i laktationen var mælkeydelsen ens ved begge ventilatortyper.
- 225 dage inde i laktationen var mælkeydelsen 0,9 kilo større i grupperne, som blev ventileret med vandrette ventilatorer.
- Energiforbruget ved en lodret monteret ventilator var 12,96 kW pr. døgn pr. ventilator.
- Det totale energiforbrug var 1.296 kWh pr. døgn for alle de lodrette ventilatorer.
- Energiforbruget ved en vandret monteret ventilator var 10,56 kWh pr. døgn pr. ventilator.
- Det totale energiforbrug var 179,52 kWh pr. døgn for alle de vandrette ventilatorer.
- Desuden blev der observeret færre fugle inde i stalden med vandrette ventilatorer, uden dog at man dog kunne fastslå nøjagtigt hvorfor.

(Schultz & Williams, 2002).

Forsøgsdesignet var følgende:

- Sengebåsestald med gennemgående foderbord.
- Hver ventilatortype var monteret ved to hold malkekøer. Holdene var placeret overfor hinanden på hver side af foderbordet.
- Der var 290 malkekøer i hvert hold, det vil sige 580 malkekøer i forsøget ved hver ventilatortype.
- Opstaldningsforhold og køernes laktationsstadiet var fuldstændig ens i hvert hold.
- I alt var der 17 vandrette ventilatorer (ø=6,1 meter) og 100 lodrette ventilatorer (ø=0,9 meter).

(Schultz & Williams, 2002).

2.4 Overbrusning

Overbrusning af køerne med vand kan bruges som et alternativ eller et supplement til ventilatorer. Overbrusning kan placeres flere forskellige steder i staldanlægget. Den valgte placering afhænger af, hvordan det aktuelle staldanlæg er indrettet. Som udgangspunkt skal der overbruses, hvor der er størst effekt, for eksempel på opsamlingspladsen, hvor dyretætheden er stor.

Muligheder for overbrusning:

- Opsamlingspladsen
- Indgangen til malkestalden
- Indgangen til stald fra afgræsning
- Udgangen fra returgang efter malkning
- Ædeplads

Overbrusning på opsamlingspladsen medfører overbrusning af et større område og flere dyr. De køer, som venter længst tid på opsamlingspladsen, får dermed den største afkøling.

Overbrusning ved indgangen til stalden fra afgræsningsarealet giver en mindre afkøling og kan bevirke færre fluer i stalden. Der er dog risiko for, at det kan give noget uro i kotrafikken ved indgangen til stalden.

Overbrusning ved udgangen fra returgang efter malkning er en kort overbrusning. Denne placering kan dog give lidt uro i kotrafikken fra malkning, hvis for eksempel en enkelt ko gerne vil overbruses i længere tid og derfor standser i returgangen.

Efter to overbrusninger vil der ske en mærkbar afkøling af køerne. En kort afkøling, for eksempel i returgangen, er sjældent nok til at afkøle køerne. Det samme kan gøre sig gældende for opsamlingspladsen, (Brouk, et al. 2003).

Dyser til overbrusningsanlægget findes i mange forskellige udgaver med forskellige spredemønstre. Der skal vælges en dyse, som giver dråber frem for en forstøvning. Køling, som er kendt fra frugt- og grøntafdelingen i supermarkeder, kan ikke anbefales, da det er en forstøvning af vandet. Man risikerer, at det forstøvede vand "lukker" koens overflade, og at koen dermed ikke kan komme af med varmen.

Indkøb og montering af overbrusning af en opsamlingsplads på ca. 85 m² koster komplet ca. 8.300 kroner, mens overbrusning i to returgange (dobbelt returgang) koster komplet ca. 4.500 kroner, (Rasmussen og Pedersen, 2004).

I udlandet, specielt i USA, er der udført forskellige forsøg med overbrusning af malkekøer. En del er udført i stalde, hvor overbrusningen kombineres med ventilatorer til at sætte gang i luften. Dette har givet gode resultater med hensyn til ydelse. Til alle de pågældende forsøg skal det dog bemærkes, at de alle er udført i områder, hvor temperaturen kan blive meget højere end i Danmark.

Forsøgene med overbrusning kombineret med ventilatorer viste, at ca. 1/3 af afkølingen var fra ventilatorerne, mens 2/3 var fra overbrusningen. Overbrusning er dermed mere effektiv end luftcirkulation med ventilatorer. En kombination af begge principper er naturligvis det mest effektive, (Brouk, et al. 2003).

Et italiensk forsøg har vist, at der produceres tre kilo mælk mere pr. ko pr. dag netop ved malkekøer i en stald med overbrusning og ventilatorer til luftcirkulation frem for en stald uden overbrusning og ventilatorer, (Calegari, et al. 2003). Det skal igen bemærkes, at forsøget er udført under klimaforhold i det sydlige Italien, som er væsentligt forskellige fra danske forhold, (laveste døgntemperatur var 18 grader celcius).

Vær opmærksom på, at overbrusning i gangarealer kan give fugtige sengebåse.

3. Formål

Formålet med FarmTesten var at indsamle erfaringer med forskellige typer af ventilatorer til luftcirkulation. Dette er sket ved en interviewundersøgelse samt via klimamålinger.

Ved interviews af kvægbrugerne blev der fokuseret på erfaringer med brug af ventilatorer, fordele og ulemper samt gode råd til kommende brugere.

Klimamålingerne bestod af målinger af temperatur, luftfugtighed og lufthastighed dels inde i stalden med og uden brug af ventilatorer. Målinger af temperatur, luftfugtighed og lufthastighed blev ligeledes målt udenfor stalden. Endvidere var klimaforholdene i stalddens luftindtag samt lufthastigheden ved ventilatorens suge- og trykside målt.

Ud fra de indsamlede data i form af interview og klimamålinger er der opstillet anbefalinger for brug af de forskellige typer af ventilatorer på det danske marked.

Afslutningsvis er der i denne rapport en markedsoversigt på de typer af ventilatorer, der sælges på det danske marked. På internettet på adressen www.farmtest.dk kan du se en beskrivelse samt samtlige resultater af klimaundersøgelserne fra de 14 stalde.

Udbredelsen af ventilatorer er i Danmark væsentligt større end udbredelsen af overbrusningssystemer, og derfor er der i denne FarmTest fokuseret på ventilatorer og ikke på overbrusning.

4. FarmTestens gennemførelse

I FarmTesten er der indsamlet data i 14 forskellige stalde alle indrettet med sengebåse. Alle besætninger er beliggende i Jylland. Forsøgsperioden startede i august 2004, og sluttede i december 2004.

Der indgik otte fabrikater af ventilatorer i FarmTesten:

- De Boer Staldinventar (en stald)
- DeLaval A/S (to stalde)
- HZ Skibelund (Arntjen) (to stalde)
- M. H. Jensen Maskinfabrik ApS (en stald)
- Rotor A/S (to stalde)
- A/S S.A. Christensen & Co. (tre stalde)
- Skov A/S (to stalde)
- Turbovent A/S (en stald)

Heraf var fabrikater af HZ Skibelund (Arntjen) og til dels fabrikater fra DeLaval monteret vandret, mens de resterende fabrikater var lodret monterede ventilatorer. Ventilatorerne var alle monteret og taget i brug i forår/sommer 2004. I bilag 1 er der en markedsoversigt på hvert ventilatorfabrikat.



Figur 4.1. Vandret monteret ventilator i sengebåsestald.



Figur 4.2. Lodret monteret ventilator placeret over malkestalden, så den blæser hen- over opsamlingsarealet.



Figur 4.3. Lodret monteret ventilator monteret i sengebåsestald.

4.1 Interview

Ved hvert besætningsbesøg er der foretaget en interviewundersøgelse af kvægbrugeren.

Interviewundersøgelsen skulle primært afklare:

- Årsag til indkøb
- Brug af ventilatorer
- Fordele og ulemper ved ventilatorer
- Vurderet effekt af ventilatorer
- Gode råd til kommende brugere

4.2 Klimamålinger

Foruden interviewundersøgelsen er der ved hvert besøg foretaget klimamålinger, der er udført som punktmålinger i de enkelte stalde. Målingerne er udført med en Alnor model 8585.

Alnor model 8585, måleområder

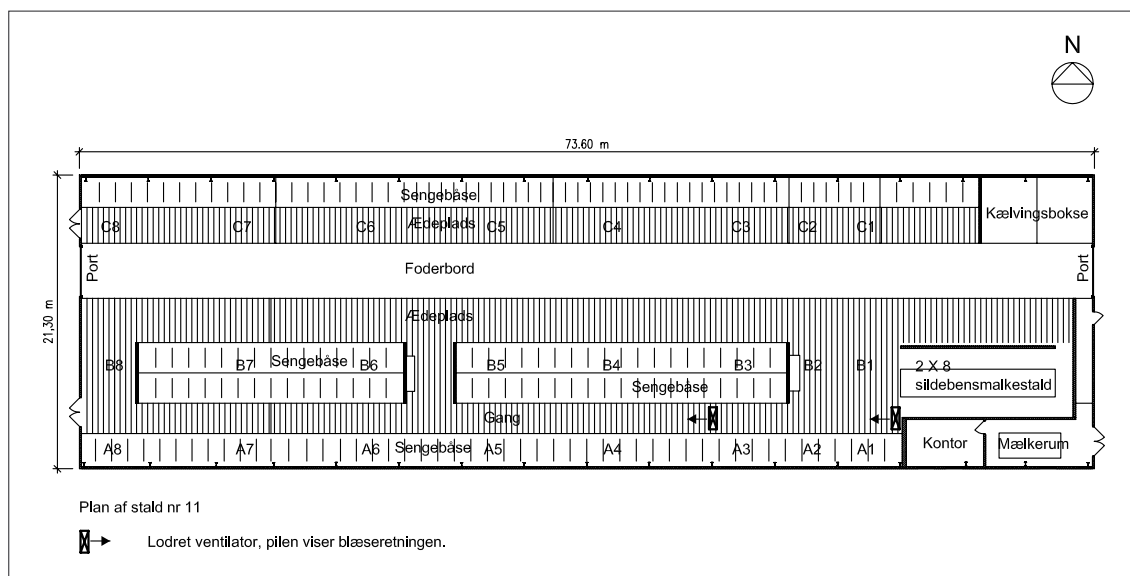
Temperatur:	-10°C til 60°C, $\pm 0,3^\circ\text{C}$
Luftfugtighed (% RF (relativ fugtighed)):	0-95 % RF $\pm 3\%$
Lufthastighed:	0 – 50 m/s, $\pm 3\%$



Figur 4.4. Klimamåling i front af dobbelt sengebåserække.

Alle staldene blev inddelt i tværsnit, så der var tre til fem målepunkter i hver tværsnitsmåling, og et antal tværsnitsmålinger i staldens længderetning. Antallet af tværsnitsmålinger var afhængig af staldens indretning og længde.

I alle målepunkter blev der målt temperatur, luftfugtighed og lufthastighed. Der blev målt i 15 til 35 målepunkter i hver stald. Antallet afhang af staldens størrelse. I en enkelt stald blev der målt i 78 målepunkter. Målinger i sengebåse blev foretaget ca. 0,2 meter over sengebåselejet, mens målinger i gangareal og på foderbord/ædeplads blev foretaget i ca. 1,0 meters højde over gulv.



Figur 4.5. Eksempel på målepunkter i en sengebåsestald.

Til sammenligning med målingerne inde i staldene blev der foretaget "baggrundsmålinger" 50 - 100 meter fra staldene, henholdsvis nord, syd, øst og vest.

På hver fabrikat af ventilatorer blev der foretaget målinger direkte på tryk- og sugesiden. Målinger blev foretaget fra 0 til 4 meter fra ventilatorerne på sugesiden. Målinger på tryk-side blev foretaget fra 0 til 18 meter fra ventilatorerne.

Målingerne med og uden ventilator blev ofte foretaget med en lille tidsforskydning. Dette betød at den målte temperatur kunne være påvirket af ændringerne i temperaturen, som følge af måletidspunktet.

I luftindtag i staldens sider blev der foretaget målinger af temperatur, luftfugtighed og lufthastighed direkte i luftindtaget, for eksempel vindbrydende net, bræddebeklædning.

I bilag 2 er vist skema til klimamålingerne.

5. Resultater

5.1 Opgørelse over interviewundersøgelse

I alt 13 besætninger deltog i interviewet.

5.1.1 Opsætning og investering

Opsætning af ventilatorer sker ofte i områder, hvor der er behov for at skabe luftcirkulation; sætte gang i luften og dermed forøge lufthastigheden.

Undersøgelsen viste, at:

- Otte stalde havde monteret ventilatorer i køernes hvileareal. I flere af disse besætninger var der opsamling til malkestalden mellem to rækker senge. Herved fik køerne også frisk luft ved opsamling.
- Syv stalde havde ventilatorer ved foderbordet/på ædepladsen.
- En stald havde ventilatorer i malkestalden og på opsamlingspladsen.
- En stald havde monteret ventilatoren i staldens gavl. Herved blev luften trukket ud af stalden, og ny frisk luft blev trukket ind via åbninger i staldens sider.

I ni af de 13 stalde var der to ventilatorer i stalden. En stald havde en ventilator, mens der i de resterende stalde var enten tre, fire eller seks ventilatorer.

I 12 af de 13 stalde blev ventilatorerne styret manuelt. En af disse stalde havde dog investeret i temperaturafhængig styring, men det blev ikke brugt, da udstyret var for følsomt. En stald havde valgt at styre ventilatorerne ved hjælp af temperatur og tidsindstilling, hvilket blev vurderet til at fungere godt i denne stald.

Syv af de 13 stalde havde investeret i ekstraudstyr i form af trinløs regulering af ventilatorernes styrke. Denne regulering betød en større anvendelse af ventilatorerne, da det i efterår/vinter var muligt fortsat at skabe luftcirkulation blot med lavere styrke. I stalde uden trinløs regulering var ventilatorerne tændt i de varme perioder, men slukket i vinterhalvåret.

Indkøbsprisen for ventilatorerne varierer alt afhængig af forhandler og ventilatorernes ydelse. Priserne er vist i markedsoversigten i bilag 1. I undersøgelsen var indkøbsprisen tæt på de vejledende priser. Det er dog vigtigt, at man er opmærksom på, at der ud over indkøb af ventilatorerne er en udgift til montering og ophæng.

Ventilatorerne blev anskaffet af flere forskellige årsager. De primære årsager var ønsket om mere luft i stalden for at øge kookomforten og samtidig reducere risikoen for varmestress. Tre besætninger havde oplevet, at køerne fik varmestress. I enkelte besætninger var ventilatorerne anskaffet ud fra et ønske om at reducere celletallet og flueproblemerne.

Enkelte stalde havde gjort yderligere tiltag for at reducere risikoen for varmestress. Køerne blev tildelt ekstra salt i foderet, afgræsning skete i de kølige timer, og en stald havde opsat et ekstra vandkar.

5.1.2 Effekt af ventilatorerne

Besætningsejerne vurderede, at opsætning af ventilatorerne resulterede i en bedre komfort i de fleste stalde. Det viste sig typisk ved, at køerne foretrak at være i områder af stalden, hvor der var ekstra luft.

Undersøgelsen viste, at:

- Enkelte besætninger havde opnået højere ydelse og andre havde reduceret celletallet.
- Enkelte stalde havde fået mere tørre spalter.
- Flueproblemerne var reduceret i stalde med lodrette ventilatorer. I en stald med vandrette ventilator på opsamlingspladsen var flueproblemerne dog flyttet fra koens ryg til koens yver. Ved koens yver kunne fluerne være i læ for vinden.

5.1.3 Strøm- og støjforbrug ved ventilatorerne

Strømforbruget til ventilatorerne er afhængig af ventilatorernes ydelse. Undersøgelsen viste, at der enten ikke var kendskab til elforbruget, eller at elforbruget blev vurderet at være lavt. Et eksempel på elforbruget til ventilatorer er vist nedenfor.

Ventilator:	45.000 m ³ luft pr. time	
Motorydelse:	1,1 kW	
Drift pr. dag:	12 timer	= 13,2 kWh pr. døgn

Elforbruget er selvfølgelig meget afhængig af ventilatorernes styrke og varigheden pr. dag. Indstilling af styrke er kun muligt, hvis ventilatorerne har trinløs indstilling.

Støjniveauet for en lodret ventilator i en enkelt stald blev målt til 70-73 decibel ved fuld styrke på ventilatorerne. Denne støj blev dog vurderet forskelligt af besætningsejerne. Typisk er støjen meget afhængig af ventilatorens styrkeniveau. Uden brug af ventilatorer blev støjniveauet målt til 56-58 decibel. I stalde med vandrette ventilatorer var støjniveauet meget lavt.

Alt afhængig af ventilatorernes konstruktion er ventilatorerne meget støjende. Specielt de lodrette ventilatorer støjer ved fuld styrke. Langt de fleste af de lodrette ventilatorer er udstyret med kabinet omkring ventilatoren. Kabinettet medvirker til øget støj set i forhold til ventilatorer med net omkring. Ved at installere trinløs regulering er det muligt at sænke hastigheden på ventilatorerne/regulere luftmængden og dæmpe støjen. Trinløs regulering giver også større anvendelsesmuligheder, da luftmængden i stalden kan reguleres.

5.1.4 Fordele og ulemper ved ventilatorerne

Fordele og ulemper ved ventilatorerne blev vurderet af brugerne i forbindelse med besøget.

Fordele:	Ulemper:
• Bedre kokomfort og dermed færre tegn på varmestress. • Mere luft i stalden. • Mere tørt miljø.	• Højt elforbrug. • Ventilatorerne støjer meget, specielt de lodrette. • Pris på montering, som svarede til halvdelen af prisen på ventilatoren. • Dårligt spredebillede ved lodrette ventilatorer, samt ved vandrette monteret i stalde med lille frihøjde mellem gulv og ventilator.

Generelt var der stor tilfredshed med ventilatorerne og den service, der eventuelt havde været på ventilatorerne. Der var dog enighed om, at der manglede viden om den helt rigtige placering af ventilatorerne i stalden.

Undersøgelsen blev afsluttet med gode råd til kommende brugere af ventilatorer. Følgende gode råd blev givet af besætningsejerne:

Gode råd fra besætningsejerne:
• Køb hellere flere små ventilatorer end få store. Det vil betyde, at afstanden mellem ventilatorerne ikke bliver for stor. De store ventilatorer kan også blæse strøelsen væk i båsene. • De vandrette ventilatorer giver mere luft og mindre støj. • Vær opmærksom på ventilatorernes strømforbrug. • Få hjælp til at placere ventilatorerne mest hensigtsmæssigt i stalden. Det er vigtigt for at opnå fuld effekt. • Monter ventilatorerne i gavlen, så luften trækkes ud af stalden. Dermed kommer der frisk luft ind i stalden via luftindtaget. • Husk at få montering med i prisen. • Køb trinløs indstilling til ventilatorerne. Det giver langt bedre udnyttelse.

5.2 Opgørelse over klimamålinger

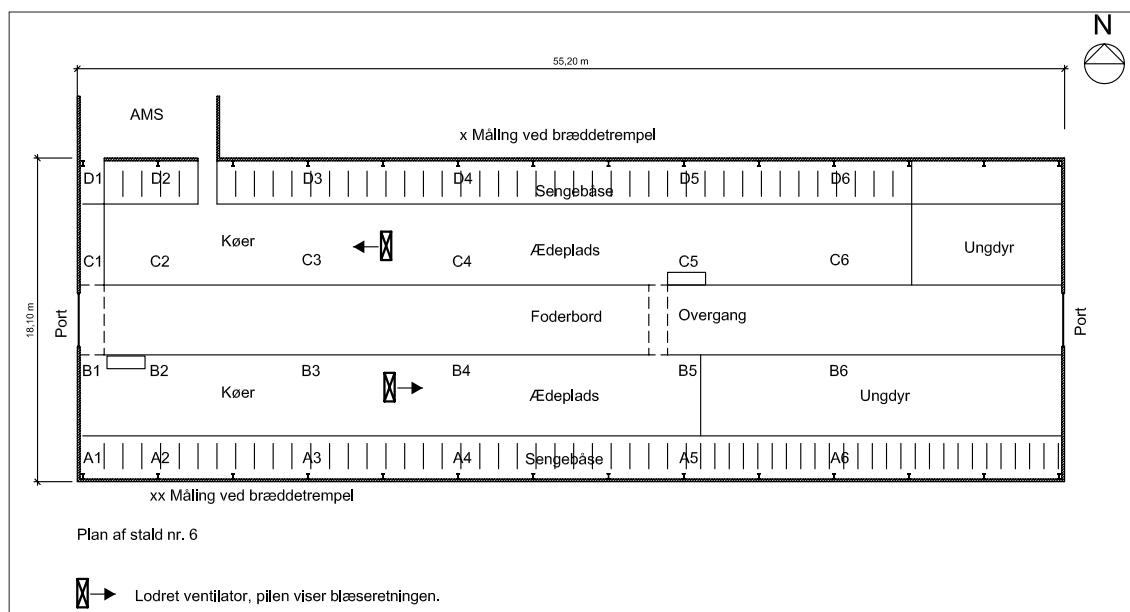
I de enkelte stalde blev temperatur, luftfugtighed og lufthastighed målt både udenfor og inde i stalden samt med og uden brug af ventilatorerne. Klimaforholdene ved ventilatorens suge- og trykside samt i staldens luftindtag blev ligeledes målt. Alle staldene blev ind delt i tværsnit med tre til fem måleområder.

Resultaterne fra besætningerne er opgjort for alle staldene enkeltvis. I denne rapport er der i nedenstående vist klimamålinger fra én stald med to lodret monteret ventilatorer samt fra én stald med to vandret monteret ventilatorer. Resultaterne fra de øvrige stalde kan findes på www.farmtest.dk.

5.2.1 Klimamålinger med og uden brug af lodret monteret ventilatorer

I figur 5.1-5.7 er vist eksempler på klimamålinger fra en stald med to lodrette ventilatorer. Ventilatorerne i stalden var vinklet ned mod gangarealet. En oversigt over stalden med

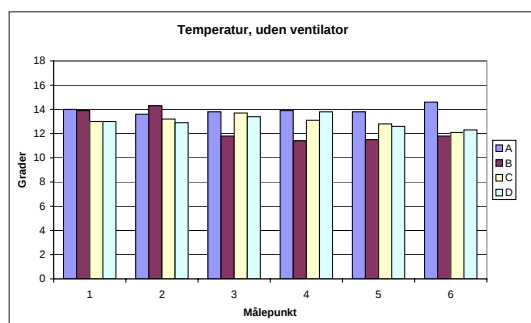
placering af målepunkter og måleområder er vist i figur 5.1. A, B, C og D samt 1-6 angiver de forskellige måleområder og målepunkter. I stalden blev der taget i alt 24 målinger.



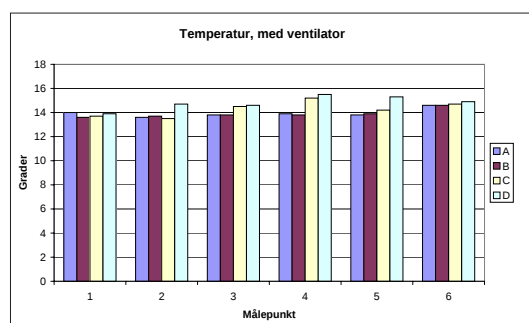
Figur 5.1 Målepunkter og måleområder i en stald med to lodret monteret ventilatorer.

Temperatur

Figur 5.2 og 5.3 viser temperaturen i stalden henholdsvis med og uden brug af ventilator.



Figur 5.2. Den målte temperatur i stalden inden ventilatoren blev tændt.



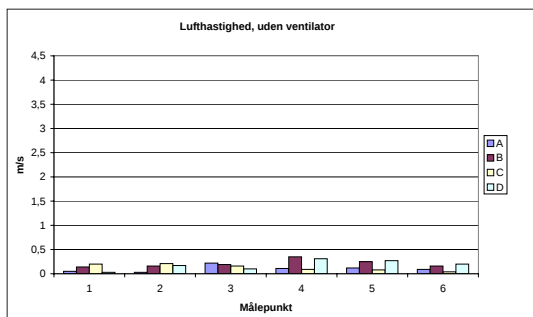
Figur 5.3. Den målte temperatur i stalden mens ventilatorerne var tændt.

Temperaturen var i gennemsnit 12,8 °C uden ventilatoren tændt og 14,3 °C med ventilatoren tændt. Målingerne viser, at staldens temperatur ikke automatisk sænkes ved, at der ventileres i stalden. Der var dog en lille tidsforskydning imellem målingerne henholdsvis med og uden ventilatorer. Denne forskel kan forklare en del af temperaturstigningen.

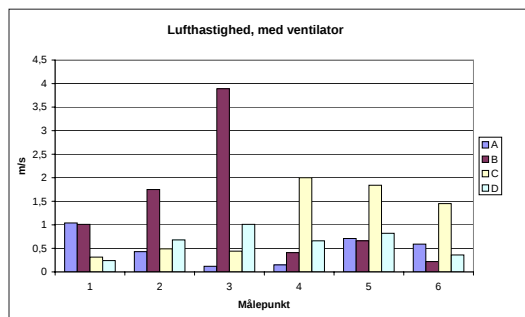
Generelt fald temperaturen i de målte stalde ved, at ventilatorerne blev taget i brug. I enkelte stalde var temperaturfaldet mest markant i måleområderne nær ventilatorerne. Enkelte stalde havde dog en uændret temperatur på trods af ventilatorerne.

Lufthastighed

Figur 5.4 og 5.5 viser lufthastigheden i stalden henholdsvis med og uden brug af ventilator.



Figur 5.4. Den målte lufthastighed i stalden inden ventilatoren blev tændt.



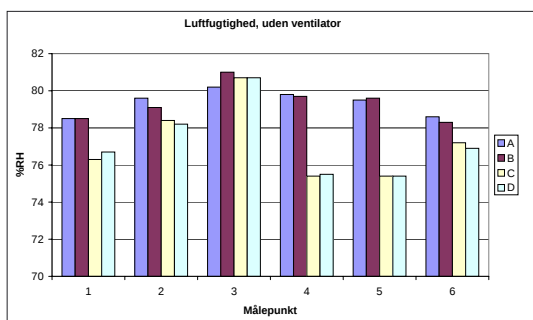
Figur 5.5. Den målte lufthastighed i stalden mens ventilatorerne var tændt.

Lufthastigheden var i gennemsnit 0,16 m/s uden ventilatoren tændt og 0,89 m/s med ventilatoren tændt. Forskellen i lufthastigheden med og uden ventilatorer er markant for denne stald. Specielt skiller måleområderne B og C sig ud. Ventilatorerne var vinklet, så luften var kraftigst i måleområderne B2-B3 og C4-C6. Dette var tydeligt at se på køerne, der foretrak at stå på sugesiden af ventilatorerne for at undgå træk.

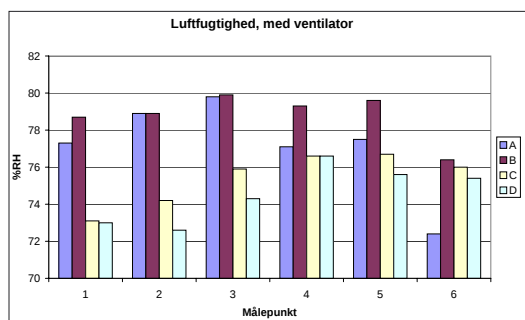
Lufthastigheden steg generelt i alle de målte stalde. I tre af de målte stalde var stigningen i lufthastigheden dog mest markant i områderne nær ventilatorerne. Dette resultat viser betydningen af at montere flere små lodrette ventilatorer frem for få store. Ved at montere flere små lodrette ventilatorer kan der opnås et mere ensartet klima i stalden.

Luftfugtighed

Figur 5.6 og 5.7 viser luftfugtigheden i stalden henholdsvis med og uden brug af ventilator.



Figur 5.6. Den målte luftfugtighed i stalden inden ventilatoren blev tændt.



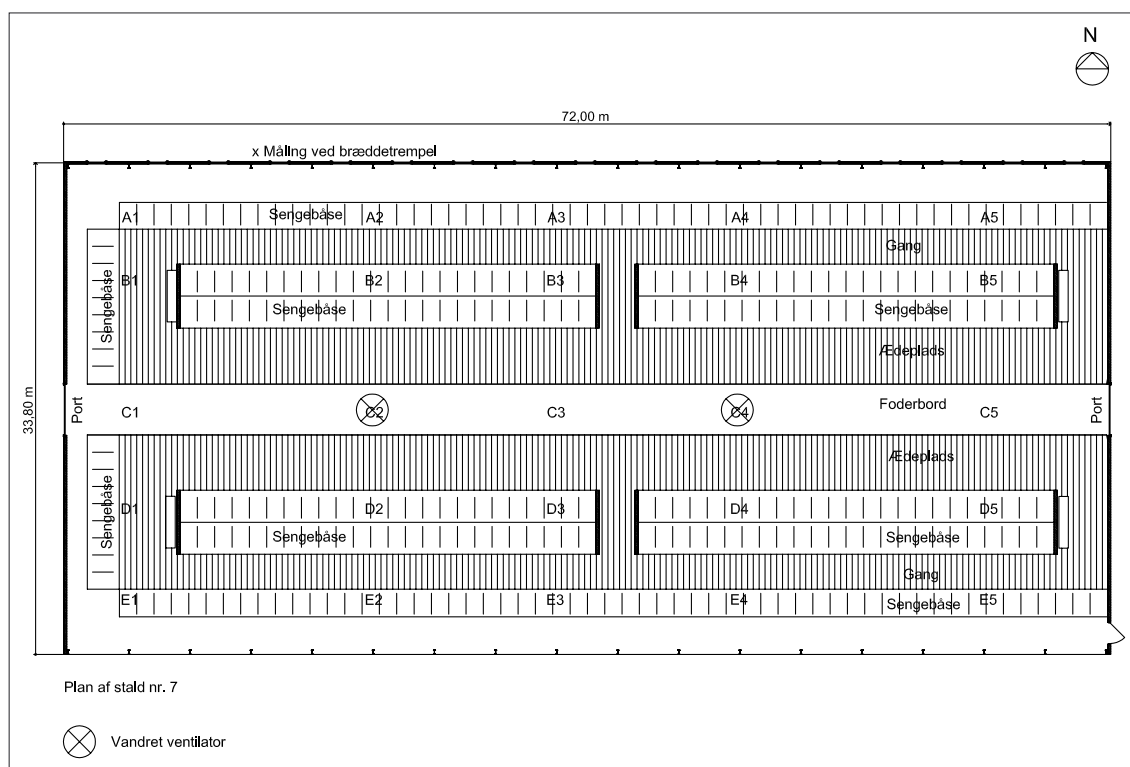
Figur 5.7. Den målte luftfugtighed i stalden mens ventilatorerne var tændt.

Den relative luftfugtighed (RH) var i gennemsnit 78,5 % uden ventilatoren tændt og 76,5 % med ventilatoren tændt. Det er specielt i måleområderne C og D, at luftfugtigheden bliver påvirket af ventilatorerne. Måleområderne C og D er henholdsvis på ædepladsen og i yderste række sengebåse. I måleområderne A og B var dyrene "klumpet" meget sammen. Det kan forklare, hvorfor der ikke ses et tilsvarende fald i luftfugtigheden på trods af den øgede lufthastighed i specielt måleområde B.

Luftfugtigheden viste generelt et entydigt mønster i alle stalde. Ved brug af ventilatorerne faldt luftfugtigheden. Vejrforhold som kulde, tåge, dis, regn, mv. var dog skyld i en øget luftfugtighed inde i stalden, hvis ventilatorerne blev tændt. Dette resultat understreger vigtigheden af, kun at anvende ventilatorer, hvis det er muligt at trække frisk udeluft ind i stalden.

5.2.2 Klimamålinger med og uden brug af vandret monteret ventilatorer

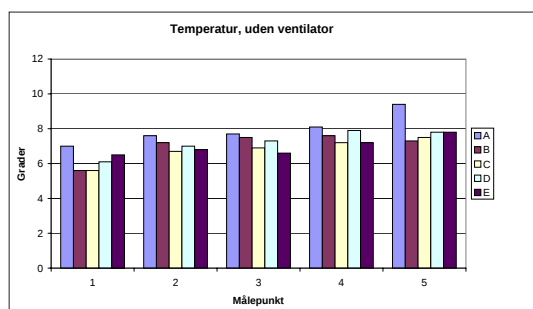
I figur 5.8-5.14 er vist eksempler på klimamålinger fra en stald med to vandrette ventilatorer. En oversigt over stalden med placering af målepunkter og måleområder er vist i figur 5.8. A, B, C, D og E samt 1-5 angiver de forskellige måleområder og målepunkter. I stalden blev der taget i alt 25 målinger.



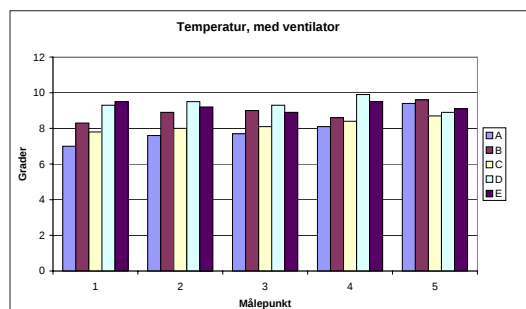
Figur 5.8. Målepunkter og måleområder i en stald med to vandret monteret ventilatorer.

Temperatur

Figur 5.9 og 5.10 viser temperaturen i stalden henholdsvis med og uden brug af ventilator.



Figur 5.9. Den målte temperatur i stalden inden ventilatoren blev tændt

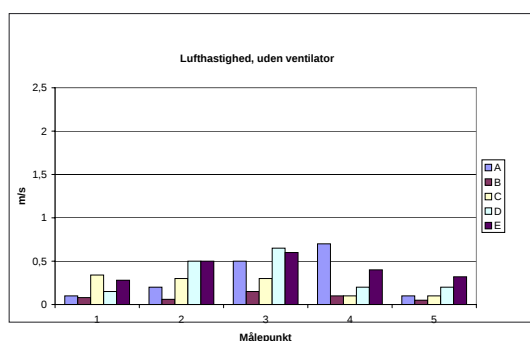


Figur 5.10. Den målte temperatur i stalden mens ventilatorerne var tændt.

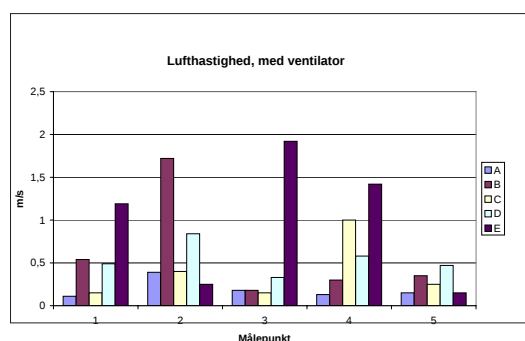
Temperaturen var i gennemsnit 6,9 °C uden ventilatoren tændt og 8,7 °C med ventilatoren tændt. Igen var der for denne stald en tidsforskydning mellem målingerne. Tidsforskydningen kan forklare stigningen i den gennemsnitlige temperatur i stalden.

Lufthastighed

Figur 5.11 og 5.12 viser lufthastigheden i stalden henholdsvis med og uden brug af ventilator.



Figur 5.11. Den målte lufthastighed i stalden inden ventilatoren blev tændt.

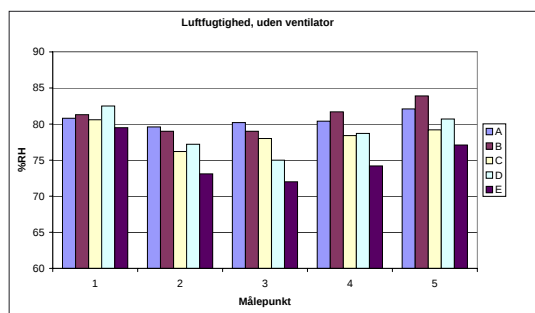


Figur 5.12. Den målte lufthastighed i stalden mens ventilatorerne var tændt.

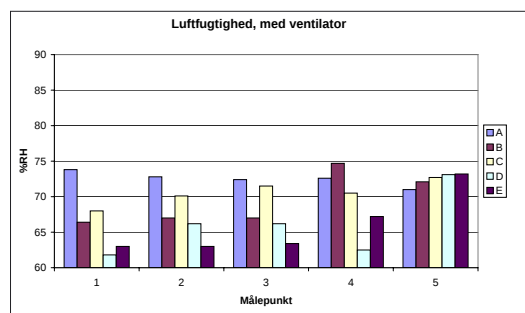
Lufthastigheden var i gennemsnit 0,26 m/s uden ventilatoren tændt og 0,54 m/s med ventilatoren tændt. Forskellen i lufthastigheden med og uden ventilatorer var specielt tydelig for måleområderne B1-B2, C4 samt D2 og D4. Målepunktet C4 var under den ene af de vandrette ventilatorer. I måleområdet E var der ligeledes en stigning i lufthastigheden, men dette skyldes til dels en meget åben staldside samt en tiltagende vind udenfor stalden.

Luftfugtighed

Figur 5.13 og 5.14 viser luftfugtigheden i stalden henholdsvis med og uden brug af ventilator.



Figur 5.13. Den målte luftfugtighed i stalden inden ventilatoren blev tændt.



Figur 5.14. Den målte luftfugtighed i stalden mens ventilatorerne var tændt.

Den relative luftfugtighed var i gennemsnit 78,8 % uden ventilatoren tændt og 68,9 % med ventilatoren tændt. Faldet i luftfugtigheden var meget markant for denne stald. I alle måleområderne faldt luftfugtigheden. Det var dog specielt i måleområderne B, D og E, at faldet var tydeligst. Ventilatorerne var placeret i tværsnit/måleområde C. Dette gav god effekt i måleområderne B og D.

5.2.3 Klimamålinger i luftindtaget

I tabel 5.1 er vist målinger af temperatur, lufthastighed og luftfugtighed ved staldens luftindtag dels inde i stalden og udenfor stalden.

Tabel 5.1. Målinger ved luftindtag ude vs. inde.

Luftindtag	Stald, nr.	Temperatur, grader		Lufthastighed, m/s		Luftfugtighed, % RH	
		Inde	Ude	Inde	Ude	Inde	Ude
Gardin	1	12,3	12,0	0,40	0,20	74,0	73,0
	4	9,3	4,4	0,72	0,34	84,5	85,0
	11	9,5	7,9	1,15	1,41	72,3	76,3
Net	2			0,30	0,35		
Bræddetempel	3			0,45	1,53		
	6	13,3	14,0	0,43	0,85	75,4	70,4
	7			0,30	1,26		
Små åbninger, tæt på loft	5	10,8	12,8	0,76	1,04	87,3	79,7
	9	9,6	11,5	0,75	0,73	89,5	78,2
	10	12,1	13,0	0,23	0,78	69,7	65,2
	12			0,50	0,40		
	14	10,5	6,0	1,18	0,29	74,2	84,5

Gardin i luftindtaget betyder, at temperaturen inde i stalden steg 0,3-4,9 grader i de målte stalde. Det betyder, at temperaturen er højere ved målingen ved luftindtaget inde i stalden set i forhold til målingen ved luftindtaget udenfor stalden. Lufthastigheden steg i to af de målte stalde, men faldt i den tredje stald. Gardin i luftindtaget har dermed betydet, at lufthastigheden tiltog på vej ind i stalden i enkelte stalde og faldt i en anden stald. Det var specielt i stalde, hvor luftindtagets åbningsareal var reduceret, at lufthastigheden steg. Luftfugtigheden steg for første målte stald, men faldt for de øvrige stalde.

Målinger i stalde med net i luftindtaget viste, at lufthastigheden aftog 14 % ved passage gennem nettet. Nettet i den målte stald var beskiddet, men ikke 100 % lukket af støv. Det må forventes, at lufthastigheden falder yderligere, hvis nettet er mere tilsmudset. Denne måling viser vigtigheden af at holde nettet rent.

Luftindtag med bræddetempel bremser tilsvarende luftens hastighed. Vinden blev bremset med 50-76 % ved passage gennem bræddetremplen. Målingerne viste, at temperaturen faldt, mens luftfugtigheden steg.

I flere af de ældre stalde, hvor der blev målt, var luftindtaget små åbninger langs staldens sider. Målingerne viste ikke et generelt billede af luftindtagets påvirkning, da udformning af åbningerne var meget forskellige. Målingerne viste dog, at fald i temperatur og lufthastighed resulterede i højere luftfugtighed, mens højere temperatur og lufthastighed betød lavere luftfugtighed i stalden.

5.2.4 Klimamålinger i stalden og 50-100 m fra stalden

I tabel 5.2 er vist målinger af temperatur, lufthastighed og luftfugtighed foretaget henholdsvis inde i stalden og 50-100 m fra stalden.

Tabel 5.2. Resultat af målinger foretaget henholdsvis inde i stalden uden brug af ventilatorer og 50-100 m væk fra stalden.

Stald nr.	Temperatur, grader		Lufthastighed, m/s		Luftfugtighed, %RH	
	Inde	Ude	Inde	Ude	Inde	Ude
1	17,4	13,3	0,1	1,5	63,9	68,4
2	13,2	12,9	0,1	3,3	93,7	94,7
3	14,0	13,2	0,3	2,2	94,2	97,2
4	9,1	5,3	0,2	0,2	84,5	84,5
5	13,2	10,3	0,1	0,6	88,3	89,9
6	12,8	15,1	0,2	1,8	78,3	64,7
7	6,6	7,8	0,3	0,8	78,8	70,5
8	10,7	10,1	0,3	2,8	61,6	58,4
9	10,8	11,6	0,2	0,8	89,7	77,3
10	13,5	12,9	0,3	1,8	75,1	65,6
11	9,8	6,8	0,1	1,2	74,2	76,9
12	8,9	8,3	0,2	1,6	78,4	65,3
13	3,6	3,6	0,1	1,3	81,8	71,3
14	10,1	6,0	0,2	0,7	80,7	83,2

Generelt var temperaturen højere inde i stalden sammenlignet med temperaturen 50-100 m fra stalden. Enkelte målinger viste dog, at temperaturen var højere 50-100 m fra stalden. Dette skyldtes hovedsageligt, at disse målinger i stalden blev taget tidligere på dagen end målingerne væk fra stalden. Dette gælder tilsvarende for målingerne af luftfugtighed.

Samtlige målinger viste, at lufthastigheden er højere 50-100 m fra stalden end inde i stalden, hvilket skyldes den naturlige læ der opstår i stalden. Læ, der opstår på grund af inventar, vindbrydende beklædning, dyr, mv.

Målingerne af luftfugtigheden viser ikke et entydigt billede. Luftfugtigheden var meget påvirket af tidspunktet, hvor målingen blev foretaget, men ligeledes påvirket af vejrforholdene på selve måledagen. Målinger lavet i regn, tåge, dis eller frost betød, at luftfugtigheden faldt inde i stalden set i forhold til målinger 50-100 meter fra stalden. Omvendt betød klart, lunt vejr en lavere luftfugtighed 50-100 meter fra stalden sammenlignet med luftfugtigheden inde i stalden.

5.2.5 Sammenhænge mellem temperatur, luftfugtighed og lufthastighed

Der blev fundet en tydelig sammenhæng mellem staldens temperatur og luftfugtighed og omgivelsernes temperatur og luftfugtighed. På dage, hvor vejret var tåget eller diset, var luftfugtigheden i stalden høj. Tilsvarende var luftfugtigheden høj ved lave temperaturer (<5 °C). Omvendt blev der fundet en lav luftfugtighed i stalden ved høje temperaturer i omgivelserne, hvilket stemmer godt overens med det forventede samt tidligere resultater.

Lufthastigheden inde i stalden havde indflydelse på både staldens temperatur og luftfugtighed. Lave lufthastigheder gav høje temperaturer, mens høje lufthastigheder gav lave temperaturer. Dog varierede temperaturen sjældent mere end 2 grader i forhold til staldens temperatur, inden ventilatorerne blev startet.

5.2.6 Sammenhænge mellem klimamålinger og vejrforhold

De 14 besætninger blev besøgt i løbet af efterår/vinter 2004. Det betød, at vejrforholdene varierede fra lunt efterårsvejr til frostvejr, blæst og tåge. Det varierende vejr betød, at vejrforholdenes indflydelse på klimaet i stalden kunne følges.

I stalde med åbne sider, bræddebeklædning eller lignende var det tydeligt, at den fugtige luft blev trukket ind i stalden, når der blev tændt for ventilatorerne. Ved meget høj luft-

fugtighed i omgivelserne (specielt ved regnvejr, tåge og dis) bør ventilatorerne ikke tændes, da det vil betyde et fugtigere staldmiljø.

I stalde med net i siderne ses det ofte i regnvejr, at der kommer slagregn på nettet. Åbninger i nettet lukker derved delvist til. Ved at tænde for ventilatorerne under disse forhold er det muligt at "blæse/suge" slagregnen af nettet og dermed holde nettet fri for regn.

Generelt viste klimamålingerne, at frostvejr/temperaturer tæt på frost ($<5^{\circ}\text{C}$) betød en stigning i luftfugtigheden i stalden, hvis ventilatorerne blev tændt. Det kan derfor ikke anbefales, at ventilatorerne benyttes i frostvejr/ved temperaturer tæt på frost.

5.2.7 Montering af ventilatorer

De lodrette ventilatorer vinkles typisk $20-25^{\circ}$ i forhold til lodret. Dette gøres for at ventilere bedst muligt nede blandt køerne og ikke over køerne. I en af de målte stalde var ventilatorerne vinklet henholdsvis 0° og $20-25^{\circ}$ i forhold til lodret.

Klimamålingerne viste, at luften fra ventilatoren uden vinkling ikke havde den ønskede effekt nede blandt køerne. Da ventilatoren, der var vinklet 0 grader, blev tændt, faldt lufthastigheden omkring ventilatoren fra $0,15\text{ m/s}$ til $0,09\text{ m/s}$. Lufthastigheden steg dog til $0,4\text{ m/s}$ ved måling $6-8\text{ m}$ fra ventilatoren. Resultaterne viser, at ventilatorer, der ikke er vinklet, først kan have effekt nede blandt køerne $6-8\text{ m}$ efter ventilatoren. Ved ventilatoren, der var vinklet $20-25^{\circ}$ ned mod gangarealet, steg lufthastigheden generelt $35-60\%$ nede blandt køerne sammenlignet med lufthastigheden, inden ventilatoren blev tændt.

5.2.8 Suge og trykside på ventilatorerne

I tabel 5.3 er vist lufthastigheden ved forskellige afstande fra de lodrette ventilators sugeside. Ventilatorens sugeside er, hvor luften suges ind.

Tabel 5.3. Lufthastigheden ved forskellige afstande fra de lodrette ventilators sugeside. Vindhastighed er vist i m/s.

Stald, nr.	1	2	3	6	9	10	11	12	14
Afstand fra ventilator									
0 m		3,5		5,5		4,4	2,9	5,3	5,6
- $\frac{1}{2}$ m	3,0								
- 1 m	0,7	1,5	1,6	2,1		1,0		1,5	2,1
- 2 m	0,1	0,4	0,8	1,0	3,4			0,3	1,3
- 3 m									
- 4 m		0,3		1,0	0,4				

Lufthastigheden ved ventilatorens sugeside var omkring 4 m/s . Lufthastigheden faldt herfter, jo længere afstanden blev til ventilatoren.

I tabel 5.4 er vist lufthastigheden ved forskellige afstande fra ventilatorens trykside. Ventilatorens trykside er, hvor luften presses ud.

Tabel 5.4. Lufthastigheden ved forskellige afstande fra ventilatorens trykside. Vindhastigheden er vist i m/s.

Stald, nr.	1	2	3	6	9	10	11	12	14	7*	13*
Afstand fra ventilator											
0 m		7,3		10,0	10,5	10,0	10,7	12,2	9,9	3,0	
½ m	12,0										
1 m	10,0	6,3	6,8	8,9	8,1	9,2	9,8	10,2	7,4	0,5	0,4
2 m	8,0	6,4	9,6	6,8	6,2	4,3	10,7	7,2	6,7	0,5	0,2
3 m		6,5	4,7				9,5		4,1		0,1
4 m	4,0			5,4	3,2	3,2	5,6	2,4			
5 m		4,6					4,3		2,7		
6 m							2,9	2,1			
7 m		3,2									
8 m									2,2		
10 m									0,6		
11 m		3,3									
13 m		2,3									
16 m		1,5									
18 m		1,0									

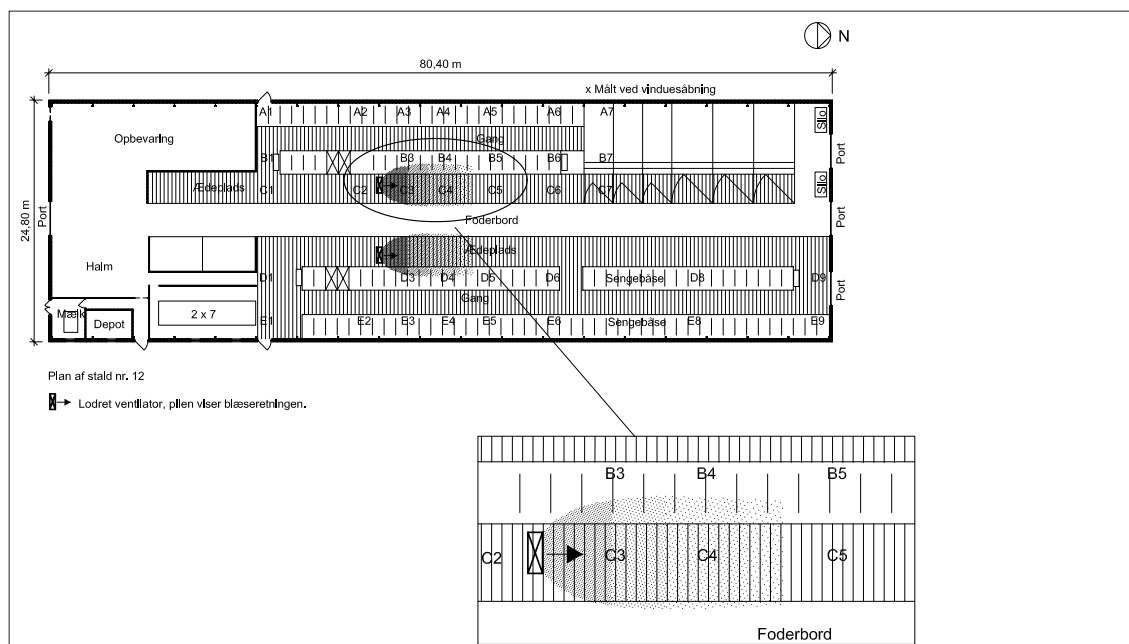
* Vandret ventilator: Afstanden fra ventilatoren er målt som afstand fra vingspids.

Lufthastigheden ved de lodrette ventilators trykside var omkring 10 m/s. Lufthastigheden faldt herefter, jo længere afstanden blev til ventilatoren.

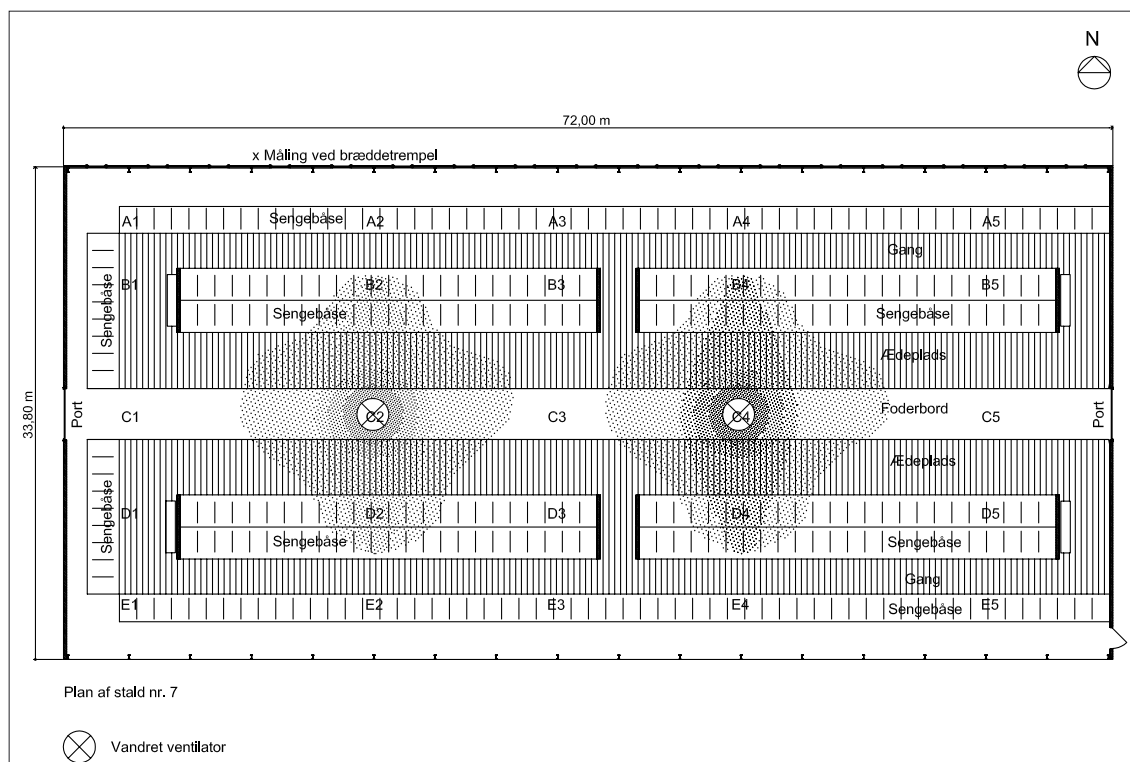
Tre af de 14 besætninger havde vandrette ventilatorer. I to af disse besætninger blev lufthastigheden ved ventilatorens trykside målt. Besætningerne er markeret med * i tabellen. Lufthastigheden var omkring 3 m/s ved jorden under de vandrette ventilators vingspids. Afhængig af ventilatorernes diameter faldt lufthastigheden med stigende afstand fra vingspidsen. Ved en vandret ventilator med en diameter på 6,1 m var lufthastigheden 0,5 m/s 2 meter fra vingspidsen, mens lufthastigheden ved en vandret ventilator med en diameter på 1,4 m var faldet til 0,2 m/s 2 meter fra vingspidsen.

5.2.9 Luftens spredbillede ved hhv. lodrette og vandrette ventilatorer

I figur 5.15 og 5.16 er vist luftens spredbillede for henholdsvis de lodrette og de vandrette ventilatorer.



Figur 5.15. Luftens spredbillede i stald med to lodret monteret ventilatorer.



Figur 5.16. Luftens spreddebillede i stald med to vandret monteret ventilatorer.

Spreddebilledet for de lodrette ventilatorer var mere koncentreret sammenlignet med spreddebilledet for de vandrette ventilatorer. Placeringen af de lodrette ventilatorer er derfor vigtig for at opnå den bedste effekt. Lodrette ventilatorer skal placeres, så luften kan komme rundt i stalden og uden, at der opstår "døde" zoner. Det bedste er at placere ventilatorerne, så luften kommer i rundløb i stalden. Det kan derfor anbefales, at der købes flere små frem for få store, for at den fulde effekt bliver opnået. Herved mindskes også risikoen for at få skabt blæst i stalden frem for luftcirkulation.

De vandrette ventilatorer fungerede bedst i stalde med stor frihøjde mellem ventilator og gulv sammenlignet med stalde med lille frihøjde, da det gav det bedste spreddebillede. Det skyldes primært, at systemet med de vandrette ventilatorer er baseret på, at luften i midten af stalden presses nedad og herefter driver udad og op langs siderne, jf. figur 2.4 i afsnit 2. Er frihøjden lille, vil luften ikke få nok tryk på ned mod gulvet, og luften vil ikke kunne drive så langt på tværs af stalden og op langs siderne. Tilsvarende vil luften ikke drive så langt på langs ad stalden. Det vil kunne betyde, at der skulle monteres en ekstra ventilator for at sikre luftcirkulation i hele staldens areal.

6. Diskussion og anbefalinger

For at opnå den fulde effekt af ventilatorer i stalden er der flere hensyn, der skal tages. I det følgende er disse hensyn beskrevet.

6.1 Optimer den naturlige ventilation

Inden stalden fyldes med ventilatorer, bør den naturlige ventilation optimeres. Det kan ske for eksempel ved rengøring af luftindtag, ombygning af luftindtag og ved at fjerne lægigende "emner", for eksempel halmstakke.

Ved placering af nye bygninger er det vigtigt at holde afstand til andre bygninger, så den naturlige ventilation kan fungere optimalt. Et godt udgangspunkt er, at afstanden mellem bygningerne minimum svarer til den største bygnings kiphøjde.

6.2 Vandrette kontra lodrette ventilatorer

Brugerne af de vandrette og lodrette ventilatorer er på hver deres vis generelt godt tilfredse med den valgte type. Dog var der enkelte, der havde overvejet at skifte fra lodret monteret ventilator til vandret monteret ventilator. Dette skyldtes primært støjen fra ventilatorerne samt spredebilledet, der var for snævert til deres stald.

Det er vigtigt, at skabe et ensartet klima i hele stalden, så dyrene ikke kun vil opholde sig i bestemte zoner. Derfor skal man nøje overveje placering og antal ventilatorer i stalden.

Der findes kun få forsøg med en sammenligning af lodrette og vandrette ventilatorer. Et amerikansk forsøg, hvor de to typer er sammenlignet under samme forhold, viste, at 150 dage inde i laktationen var mælkeydelsen ens ved begge ventilatortyper. En opgørelse 75 dage inde i laktationen viste, at mælkeydelsen var 0,9 kilo større i grupperne, som blev ventileret med lodrette ventilatorer, mens en opgørelse 225 dage inde i laktationen viste, at mælkeydelsen var 0,9 kilo større i grupperne, som blev ventileret med vandrette ventilatorer.

Der blev desuden observeret færre fugle inde i stalden med vandrette ventilatorer, uden dog at man kunne fastslå nøjagtigt hvorfor. Fuglene er tilsyneladende bange for de vandrette ventilatorer, enten fordi de kan blive ramt af dem, eller fordi vingerne på de vandrette ventilatorer er blanke og glimter dermed i sollyset. Hvis årsagen er, at de glimter i sollys, bliver det vigtigt at holde vingerne helt rene, hvis man vil undgå fugle i stalden.

Man kan som udgangspunkt regne med, at der skal ca. samme meter vingefang til, for at ventilere med vandrette ventilatorer som med lodrette. Det vil sige, hvis man planlægger at anvende fire vandrette ventilatorer med en diameter på 6,1 meter, er alternativet, at der skal anvendes 27 lodrette ventilatorer med en diameter på 0,9 meter for at opnå samme effekt.

6.2.1 Lodrette ventilatorer

Lodrette ventilatorer giver generelt en meget koncentreret luftstrøm og dermed et snævert spredebillede. For at virke optimalt skal de vinkles 20-25° i forhold til lodret, så de blæser ned i dyrenes opholdszone. På grund af det forholdsvis dårligere spredebillede

er det bedre at montere flere små ventilatorer end få store. Dermed kan ventilatorerne placeres jævnt rundt i hele stalden. De placeres, så de blæser og skaber et "rundløb" i stalden.

Anbefalede mål for lodret monteret ventilatorer:

- Vinkles 20-25° i forhold til lodret.
- Minimum 2,7 meter over gulv ved sengebåse.
- Minimum 3,3 meter over gulv ved ædeplads/gangarealer.
- Afstand mellem ventilatorerne skal svare til 10 × diameteren på den enkelte ventilator.

Afstanden mellem ventilatorer og sengebås/ædeplads/gangareal skyldes, at køerne ikke skal kunne komme til ventilatorerne.

6.2.2 Vandrette ventilatorer

Vandrette ventilatorer med stor diameter ("helikoptermodellen") fungerer bedst i stalde med god frihøjde mellem gulv og ventilator, da det giver det bedste spredbillede af luftens bevægelser både i staldens længde- og bredderetning. Stalde med lille frihøjde vil få et dårligt spredbillede i staldens længderetning, da luften vil koncentreres til et lille område af stalden, og derfor er det nødvendigt med ekstra vandrette ventilatorer i denne type stald. Lille frihøjde mellem gulv og ventilator er for eksempel 5 meter.

Vandrette ventilatorer opleves meget støjsvage. Som alle andre typer ventilatorer er det vigtigt, at vingerne er rene af hensyn til virkningsgraden. Mindre vandrette ventilatorer kan bruges i malkestalden.

6.3 Sikkerhed

Ventilatorerne skal monteres, så dyr og personer ikke kan komme i kontakt med dem. Alle ventilatorer skal være CE-mærkede og i sikkerhedsmæssig forsvarlig stand. Ophængningen skal være sikker, så ventilatoren hænger stabilt og for eksempel ikke kæntrer, når de er i drift. Det kan specielt være et problem ved lodrette ventilatorer ophængt i wirer og kæder.

Hvis ventilatorerne er boltet fast til inventar og stålspær, skal de løbende efterspændes for at sikre, at de er monteret forsvarligt.

6.4 Styring

Uanset hvilken type ventilatorer der vælges, bør de monteres med trinløs styring, så de kan bruges efter behov. De lodrette ventilatorer kan være meget støjende ved fuld styrke, primært på grund af, at kabinettet, som de er indkapslet i, vibrerer (resonans). En trinløs regulering vil kunne sænke styrken på ventilatorerne i perioder og dermed støjniveauet.

Ventilatorerne kan også monteres med temperaturstyring, men mange af brugerne vurderede, at dette ikke var nødvendigt at investere i, hvis det var at muligt styre dem med den trinløse styring. En forholdsvis stor del af brugerne oplyste, at de reelt ikke brugte temperaturstyringen i praksis.

6.5 Elforbrug

Elforbruget til ventilatorer i Danmark er p.t. "ukendt", idet det ikke er blevet målt. I de besøgte stalde blev det vurderet, at der generelt var et lavt energiforbrug ved ventilatorerne. En 1,1 kW motor med for eksempel 12 timer drift for fuld styrke eller 24 timer for halv styrke giver et døgnforbrug på 13,2 kWh.

I et amerikansk forsøg er energiforbruget målt til 12,96 kW pr. døgn pr. lodret ventilator. Det var ventilatorer med en diameter på 0,9 meter og en kapacitet på ca. 17.000 m³. Modsvarende blev energiforbrug til en vandret ventilator målt til 10,56 kWh pr. døgn, hvor ventilatorens diameter var 6,1 meter, og kapaciteten var ca. 320.000 m³. I forsøget indgik henholdsvis 100 lodret monteret og 17 vandret monteret ventilatorer for at opnå samme ventilationsmængde i de to hold.

6.6 Andre vigtige forhold

I meget åbne stalde kan brugen af ventilatorer i diset og fugtigt vejr bevirke, at der trækkes fugtig luft ind i stalden. Derfor skal ventilatorerne bruges med omtanke og slukkes i den type vejr, så luftfugtigheden i stalden ikke forøges. Det er specielt gældende ved helt åbne sider og bræddebeklædning. Er der net i luftindtaget, kan ventilatorerne "blæse" slagregn af nettet og dermed hjælpe med en bedre ventilation i regnvejr.

Generelt bør der ikke bruges ventilatorer i frostvejr, regnvejr og diset vejr mv., da det kan give et dårligere klima i stalden for dyrene. I frostvejr blæses der koldt luft rundt i stalden, hvilket kan opleves som træk for dyrene.

De lodrette ventilatorer er billige i indkøb, men husk montage med i budgettet. Blandt andet kan det være dyrt, at få elektrikeren til at trække kabler ud til dem. Ligeledes skal der tages hensyn til et eventuelt merforbrug i strøm sammenlignet med de vandrette ventilatorer.

7. Litteraturliste

Anonym. 2000. *Dairy Freestall Housing and Equipment*. 7th edition. MWPS-7. Iowa State University , Ames, Iowa. 152 pp. ISBN 0-89373-095-5.

Brouk M. J., et al., 2003. *Effect of sprinkling frequency and airflow on respiration rate, body surface temperature and body temperature of heat stressed dairy cattle*. 2003. Fifth International Dairy Housing Proceedings – January 2003. Fort Worth, Texas, USA. 263 – 268.

Calegari, F. et al., 2003. *Effects of ventilation and misting on behaviour of dairy cattle in the hot season in south Italy*. 2003. Fifth International Dairy Housing Proceedings – January 2003. Fort Worth, Texas, USA. 303 - 311.

Morsing, S., Zhang, G. og Strøm, J.S. *Naturlig ventilation af stalde: Dimensionering*. Grøn Viden Husdyrbrug nr. 13, september 1999. Afd. for Jordbrugsteknik, Forskningscenter Byg-holm. 6 pp.

Schultz, T. A. & P. Williams, 2002. *Electric Power saving Fan Operation for cow cooling*. 41st Annual Dairy Day, Animal Science Department, UC Davis, <http://cetulare.ucdavis.edu/PUB/CalFan.pdf>

Rasmussen, J. B. og R. Pedersen (2004): *Overbrusning i varme perioder*. Info Byggeri og Teknik nr. 1357 (08-07-2004). 4 pp.

Lodrette ventilatorer

Fabrikat	Type	Ydelse (m³/time)	Vingediameter (cm)	Bredde x højde x dybde (cm)	Motorydelse (kW)	Vægt (kg)	Pris ekskl. moms og montering
SKOV	DB 1000	13.780	76	95,5 x 95,5 x 45	0,37	55	3.852
SKOV	DB 1100	16.900	91,5	109 x 109 x 45	0,37	62	4.155
SKOV	DB 1400	35.100	127	138 x 138 x 45	0,74	91	4.923
SKOV	DB 1400	37.760	127	138 x 138 x 45	1,10	91	5.189
M. H. Jensen	1	20.000	75	96 x 96 x 26	0,55	32	3.600
M. H. Jensen	2	45.000	125	140 x 140 x 32	1,10	56	5.485
M. H. Jensen	3	60.000	175	193 x 193 x 45	1,50	70	7.886
DeLaval	DF 1300	48.500	130	135 x 163,5 x 36,4	1,30	45	4.499
Rotor	RS44	44.500	125	138 x 138 x 30	1,10	80	4.500
Turbovent	Luftblander	39.650	127	138 x 138 x 45	1,10	65	4.200
HZ Skibelund	E.S. 140 R/R	38.376	127	138 x 138 x 33	1,10	50	3.470
HZ Skibelund	E.S. 100 R/R	16.524	78	96 x 96 x 33	0,55	32	3.100
SAC	E-fan 1	18.500	80	92 x 92 x 30	0,55	43	3.850
SAC	E-fan 2	44.500	130	140 x 140 x 30	1,10	80	4.500

Vandrette ventilatorer

Fabrikat	Type	Ydelse (m³/time)	Diameter x højde (cm)	Motorydelse (kW)	Vægt (kg)	Pris ekskl. moms og montering
HZ Skibelund	Big Ass Fan 4,27	200.000	427 x 51	0,55	92,2	36.000 (komplet)
HZ Skibelund	Big Ass Fan 6,10	320.000	610 x 51	1,10	112,6	37.000 (komplet)
HZ Skibelund	Big Ass Fan 7,32	396.000	732 x 51	1,47	130,0	40.000 (komplet)
DeLaval	PF142	44.600	142 x 50	0,11	10,9	2.319
Turbovent	Brise	30.000-100.000	Variabel diameter standard: 400 x 50	0,55	45,0	15.000

Skema til klimamålinger

1. Klimamålinger opstart – uden ventilatorer
 - a. Indendørs måling i tværsnit
 - b. Udendørs måling, min. 100 meter fra stald (nord – syd – øst – vest) samt måling indenfor og udenfor gardin
2. Klimamålinger – med ventilatorer
 - a. Indendørs måling i tværsnit
3. Klimamålinger ved ventilatorens suge- og trykside

1. Registreringsskema, UDEN ventilatorer

Målepunkt	Temperatur, grader				Lufthastighed, m/s				Luftfugtighed, m/s			
N												
S												
Ø												
V												
Gardin, ude (I)												
Gardin, inde (I)												
Gardin, ude (II)												
Gardin, inde (II)												
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1												
2												
3												
4												
.												
.												

2. Registreringsskema, MED ventilatorer

Målepunkt	Temperatur, grader				Lufthastighed, m/s				Luftfugtighed, m/s			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1												
2												
3												
4												
.												
.												

3. Registreringsskema, SUGESide

Afstand til ventilator	Lufthastighed, m/s
-0 m	
-½ m	
-1 m	
-2 m	
.	
.	

4. Registreringsskema, TRYKSide

Afstand til ventilator	Lufthastighed, m/s
0 m	
½ m	
1 m	
2 m	
.	
.	