

Värmeväxlares funktion och placering

En delstudie inom projektet:

”Värmeväxlare och cirkulationsfläktar i fjäderfästall för bättre
arbetsmiljö och djurhälsa”

Malin Alm & Sofia Hollstedt

Projekttid: 2021–2023

Projektägare: Vreta Kluster AB

Finansierad av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens stiftelse SLO-fonden

Sammanfattning

För att kunna upprätthålla ett bra stallklimat under vinterhalvårets kalla och ibland fuktiga väderlek funderar många äggproducenter på att installera värmeväxlare. Denna form av tillskottsvärme är relativt vanlig inom äggnäringen i andra länder och även inom svensk slaktkycklingproduktion. Det är dock endast ett fåtal svenska äggproducenter som hittills har installerat värmeväxlare. För att kunna göra en sådan investering efterfrågar många producenter först en utredning av dess effekt på stallens klimat samt även hur de bör justeras och användas i värphönsstallar för optimal effekt. Syftet med denna delstudie var att undersöka värmeväxlares påverkan på stallklimatet såsom ammoniakhalt, temperatur och luftfuktighet. Även dess effekt på ströbäddskvalitet och förekomst av damm i stalluften skulle undersökas. Syftet med studien var dessutom att undersöka hur stallklimatet påverkas av placeringen av värmeväxlarens inluft inklusive tillhörande cirkulationsfläktar.

Studien utfördes i två delar där två identiska stallavdelningar på samma gård med var sin värmeväxlare undersöktes. Dels utfördes en undersökning av hur stallklimatet förändrades när värmeväxlarnas inluft inklusive tillhörande cirkulationsfläktar omplacerades från stallens yttergång till mittgångarna samt fläktarna höjdes från lågt hängande till närmare taket, centralt framför värmeväxlarnas inluft. Dels utfördes ett periodiserat försök där värmeväxlares effekt på stallklimatet undersöktes. I detta försök jämfördes påslaget och avstängt läge både inom ett stall samt med ett kontrollstall. Det periodiserade försöket utfördes efter att inluften omplacerats till mittgångarna.

Studiens periodiserade försök visade att värmeväxlare bidrar till att upprätthålla låg ammoniakhalt samt jämn temperatur och fuktighet i stalluften i värphönsstall. Enligt studien bidrar värmeväxlare till ett generellt jämnare stallklimat samt till sänkt genomsnittlig ammoniakhalt och bättre ströbäddskvalitet, även då utomhustemperaturen är låg. Studien uppvisade ingen effekt på dammförekomsten i luften.

Studiens omplaceringsförsök visade att placeringen av värmeväxlarens inluft och tillhörande cirkulationsfläktar har betydelse för att växlarna ska kunna uppnå optimal effekt. För undersökta stall gav placering i stallens mittgångar samt med fläktarna placerade nära taket bättre effekt jämfört med då inluft och fläktar var placerade i yttergångarna. Med denna placering bars luften runt mer effektivt i hela stallutrymmet vilket gav ett jämnare luftflöde och bättre stallklimat. Omplaceringen resulterade även i minskat antal problemområden med fuktig ströbädd och höga ammoniakhalter i stallen. Merparten av Sveriges äggproducenter har sin värmeväxlares inluft inklusive cirkulationsfläktar placerade i yttergången. Denna studie tyder på att det bör diskuteras och undersökas ytterligare om en omplacering är lämplig i flera stall och om eventuella nybyggnationer bör utföras annorlunda.

Innehållsförteckning

Bakgrund.....	4
Syfte.....	4
Tillvägagångssätt.....	4
Omplaceringsförsök.....	4
Periodiserat försök.....	5
Material	8
Resultat	8
Omplaceringsförsök.....	8
Periodiserat försök.....	13
Diskussion.....	23
Omplaceringsförsök.....	23
Periodiserat försök.....	23
Slutsats.....	24

Bakgrund

Det är en utmaning för många svenska äggproducenter att upprätthålla ett bra stallklimat året om, där problemen ofta är som störst under vinterhalvåret. För att bibehålla värmen i stallet sänker många producenter stallets ventilationsflöde vilket kan bidra till stillastående luft med bland annat förhöjda ammoniaknivåer. En åtgärd många äggproducenter funderar på att göra för att åtgärda detta problem är att installera tillskottsvärme i form av värmeväxlare. Värmeväxlare uppges ofta vara ett energieffektivt sätt att återvinna värmen i stallluften och därigenom förbättra stallklimatet och hålla ammoniakhalterna på en lägre nivå. Denna form av tillskottsvärme anses ofta vara ett bra alternativ till andra värmekällor såsom exempelvis olje-, flis- eller halmeldning.

Värmeväxlare används inom äggnäringen i många andra länder och är även relativt vanligt inom svensk slaktkycklingproduktion. Det är dock endast ett fåtal svenska äggproducenter som hittills har installerat värmeväxlare och effekten hos dessa har varierat. I vissa stall har effekten varit mycket god med avseende på ett bättre klimat med minskade ammoniaknivåer, medan det i andra stall inte har resulterat i samma goda resultat. Detta gör att många producenter finner sig tveksamma till att göra denna större investering. Effekten av värmeväxlare samt hur de bör justeras och användas i värphönsstallar för optimal effekt på ammoniak, damm och andra klimatparametrar behöver därmed utredas.

Syfte

Syftet med denna delstudie var att undersöka effekten av värmeväxlare med avseende på ammoniak, temperatur och fuktighet. Även dess effekt på ströbädd och förekomst av damm i stallluften undersöktes. Syftet med studien var även att undersöka hur placeringen av värmeväxlarens inlopp inklusive tillhörande cirkulationsfläktar påverkar stallklimatet.

Tillvägagångssätt

Två stallavdelningar på samma gård med var sin värmeväxlare undersöktes i studien. Båda avdelningarna låg parallellt med varandra i samma huskropp och var identiska med avseende på stallinredning, ventilation och allmänt utförande. De två hönsgrupperna skilde sig sju veckor åt i ålder, men tillhörde samma hybrid och var uppfödda i likartade uppfödningssystem.

Studien utfördes i två delar. Dels gjordes en undersökning av hur stallklimatet förändrades när värmeväxlarnas inluft omplacerades från yttergången till mittgången. Dels utfördes ett periodiserat försök där värmeväxlarnas effekt på stallklimatet undersöktes med hjälp av provtagning i både påslaget och avstängt läge. Det periodiserade försöket utfördes efter att inluften omplacerats till mittgången.

Omplaceringsförsök

För att undersöka hur stallklimatet påverkas av placeringen av värmeväxlarens inluft samt dess tillhörande cirkulationsfläktar utfördes en ombyggnation av dessa funktioner i studiens två deltagande stallavdelningar. Innan omplacering var T-korset med värmeväxlarens inluft placerat i mitten av den yttergång som var närmast stallets yttervägg, se Figur 1. Stallets cirkulationsfläktar var placerade i båda yttergångarna, fyra i den inre yttergången och två i den yttre yttergången. Fläktarna hade den ungefärliga höjden 120 centimeter i underkant medan värmeväxlarens inlopp var placerat direkt under taket.

I samband med att stallet var tomt i och med omgångsbyte flyttades T-korset med inluften till mitten av stallets mittgång, se Figur 2. Dessutom förlängdes T-korset med en meter åt vardera håll. Även cirkulationsfläktarna flyttades till mittgången. Två fläktar placerades ungefär en meter från T-korsets utblås, på vardera sida om utblåset. Resterande fläktar fördelades därefter jämnt i mittgången. Sammanfattningsvis placerades sex cirkulationsfläktar i mittgången, tre på vardera sida om T-korset. Fläktarna hängde på den ungefärliga höjden 320 centimeter i underkant efter omplaceringen. Detta motsvarar precis under taket, centralt framför värmeväxlarens inlopp vilken var fortsatt placerat direkt under taket. Samma omplacering skedde på samma vis i de två identiska stallavdelningarna som undersöktes i denna studie.

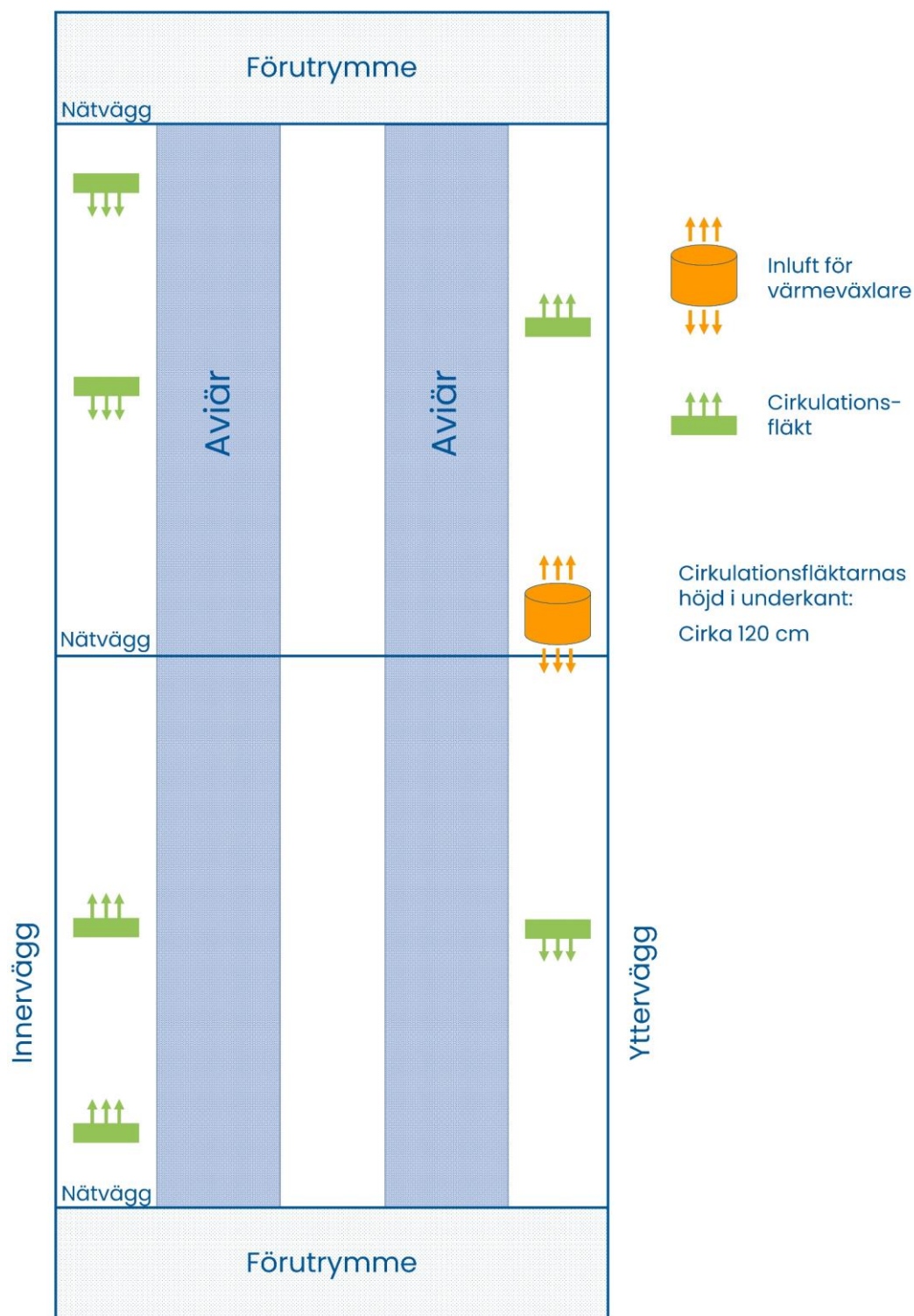
Både innan och efter omplaceringen genomfördes samtal och intervjuer med den äggproducent som äger och driver stallen samt med inredningsförsäljaren som ansvarade för ombyggnationen. Deras åsikter och erfarenheter samlades in och analyserades. Utöver detta samlades även tillgänglig klimatdata in som därefter utvärderades.

Periodiserat försök

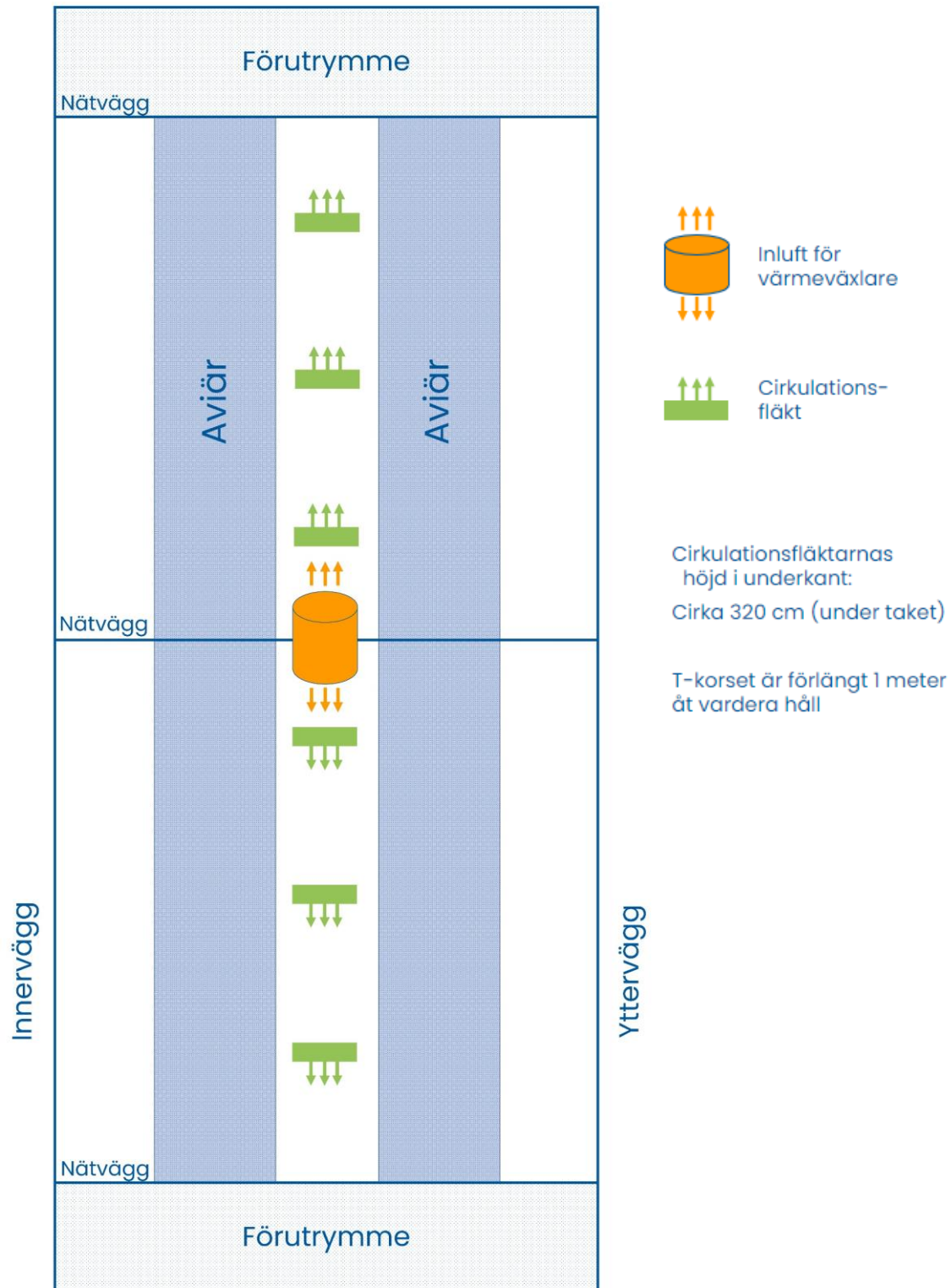
Det periodiserade försöket, där värmeväxlarnas effekt på stallklimatet i påslaget och avstängt läge undersöktes, utfördes efter omplaceringen av värmeväxlarnas inlopp. Studien började med att basvärden samlades in under fem dagar med båda stallens respektive värmeväxlare påslagna. Därefter stängdes ena stallavdelningens värmeväxlare av under sju dagar för att därefter åter vara påslagen under försökets kvarvarande sju dagar. Detta stall kallas fortsättningsvis för teststallet i denna rapport. Värmeväxlaren i den andra stallavdelningen var påslagen under hela försöksperioden. Detta stall kallas fortsättningsvis för kontrollstallet i denna rapport. Insamling av klimatdata skedde efter samma förhållanden i båda stallen under hela försöksperioden. Sammantaget pågick försöket under 19 dagar.

Datainsamling skedde med hjälp av punktmätning på sex förutbestämda platser i vardera stall, ungefär varannan dag. Mätpunkterna var jämnt placerade med två per gång. Mätningen skedde ungefär 100 centimeter ovanför golvet vid respektive punkt, mitt i gången. Punktmätningarna skedde vid ungefär samma tidpunkt varje dag samt utfördes av gårdens egen personal, med samma personal vid varje mättillfälle. Under försöksperioden registrerades även klimatparametrar med hjälp av stallens klimatdatorer. Följande parametrar registrerades.

- | | |
|-----------------------|--|
| • Luftfuktighet | Punktmätning på sex platser i stallet |
| • Temperatur | Punktmätning på sex platser i stallet |
| • Ammoniak | Punktmätning på sex platser i stallet |
| • Ströbäddskvalitet | Uppskattning via kramtest på sex platser i stallet |
| • Dammförekomst | Visuell bedömning på sex platser i stallet |
| • Fuktighet | Insamling från klimatdator |
| • Temperatur, inomhus | Insamling från klimatdator |
| • Temperatur, utomhus | Insamling från klimatdator |



Figur 1. Schematisk bild över placeringen av värmeväxlarens inluft och tillhörande cirkulationsfläktar innan den omplacering som skedde i samband med studien. Båda stallavdelningar var identiska med varandra med undantaget att de var spegelvända.



Figur 2. Schematisk bild över placeringen av värmeväxlarens inluft och tillhörande cirkulationsfläktar efter den omplacering som skedde i samband med studien. Båda stallavdelningar var identiska med varandra med undantaget att de var spegelvända.

Material

Studien utfördes på en svensk värphönsgård med konventionell äggproduktion av produktionsformen frigående utomhus. Under det periodiserade försöket hölls samtliga stallavdelningarnas värphöns inomhus med stängda utgångsluckor. Både test- och kontrollstallet hade identisk stallinredning med aviärsystem och värmeväxlare av märket Big Dutchman. Värphönsen var av hybriden Bovans Robust. Hönsen i teststallet var 35 veckor gamla och hönsen i kontrollstallet var 42 veckor gamla då den periodiserade studien inleddes.

Punktmätning av stallklimatet skedde med handhållna klimatinstrument samt med hjälp av manuella uppskattningar. Temperatur och fuktighet uppmättes med termohygrometern testo 605i och ammoniaknivån registrerades med Kitagawa glaströr. Stallets dammförekomst uppskattades visuellt på en skala 1-4 där 1 motsvarade ingen förekomst av damm och 4 motsvarade mycket hög förekomst av damm. Ströbäddarnas kvalitet bedömdes med ett så kallat kramtest. Ströbädden kramas då i handen till en boll och sedan bedöms dess kvalitet med hjälp av fyra olika kategorier: 1= för torr ströbädd (går ej att krama till boll i handen, faller sönder direkt), 2= lagom torr ströbädd (går att krama till boll men faller sedan sönder), 3= fuktig ströbädd (går att krama till boll och faller ej sönder), 4= blöt ströbädd (går att krama till en boll och är blöt). Bedömningarna utfördes av samma person under hela försöksperioden.

Den kontinuerliga mätningen av stallklimatet skedde via stallens fast installerade sensorer för temperatur och fuktighet. Värdena registrerades automatiskt med Viper Touch-datorer samt programvaran BigFarmNet, båda av märket Big Dutchman.

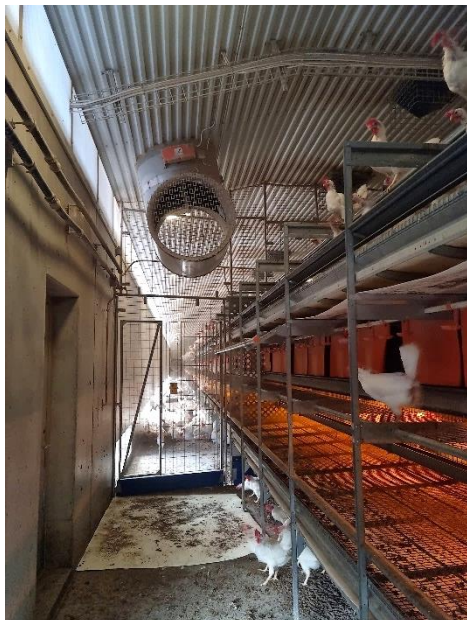
Resultat

Omplaceringsförsök

Vid intervju med berörd äggproducent innan flytt av värmeväxlarnas inluft uppgavs det vara stora bekymmer med ojämnt klimat i aktuella stall. De huvudsakliga bekymren uppgavs vara att det förekom områden i stallen där luften var mer stillastående vilket orsakade förhöjda nivåer av ammoniak och bitvis fuktiga och tunga ströbäddar. Även ojämnheter i fuktighet och temperatur nämndes under intervjun. Utöver detta uppgav producenten att det blåste in i värpredena från cirkulationsfläktarna i yttergångarna vilket uppgavs bidra till ojämnt fördelade höns och därmed ojämnt fördelade redesägg som följd.

Vid inspektion av gårdens samtliga stall diskuterades stallklimat och värmeväxlarnas effekt tillsammans med producenten samt den inredningsförsäljare som ansvarade för ombyggnationen. Vid denna intervju framgick att övriga stall på gården hade näratill nollvärden i ammoniak, medan de bitvis var högre i de två stallavdelningar som var föremål för denna studie. Övriga stall hade jämnt luftflöde där luften rörde sig på tillfredsställande sätt i hela stallen vilket gav ett jämnt och bra klimat. I aktuella stall var skillnaderna stora i samband med att den inkommande luften rörde sig med för hög hastighet ner mot golv och värpreden upp mot 15 meter åt varje håll från T-korsens centrum, se Figur 3. Både ett för kort T-kors och felplacerade cirkulationsfläktar uppgavs vid intervjun vara den primära orsaken till detta felaktiga luftflöde. Det framkom även under diskussionen mellan äggproducent och representant från inredningsföretaget att luften i mittgången stod näratill helt stilla. I yttergången längst bort från värmeväxlaren där frånluften var placerad uppgavs det finnas viss luftrörelse, dock ej tillfredsställande hög. Enligt intervjun med producent och

inredningsförsäljare berodde detta på felaktig placering av värmeväxlarens inlopp i yttergången, från vilket luften ej klarade att bäras runt tillfredsställande i hela stallet.



Figur 3. Enligt samtal mellan äggproducent och representant från inredningsföretag uppgavs den inkommande luften falla med hög hastighet ned från T-korsets utlopp mot golv och värpreden, i stället för att ledas framåt i rak riktning bort från T-korset.

Vid intervju med äggproducenten efter ombyggnation av värmeväxlarnas inlopp inklusive tillhörande cirkulationsfläktar framkom att denne ansåg att stallklimatet hade förbättrats avsevärt. Producenten uppgav att stallklimatet var mycket jämnare efter omplaceringen och att det nu låg på en tillfredsställande nivå. De problemområden med förhöjda nivåer av ammoniak och fuktig ströbädd som enligt tidigare intervjuer funnits i stallen uppgavs nu ha nära till försvunnit. Även temperatur och fuktighet uppgavs vara jämnare i stallen och de genomsnittliga ammoniaknivåerna uppgavs ha minskat. Producenten uppgav även att värmeväxlarna lyckas bättre med att hålla en bra temperatur och jämnare klimat i hela stallet efter ombyggnationen, även när det är mycket kallt utomhus vintertid.

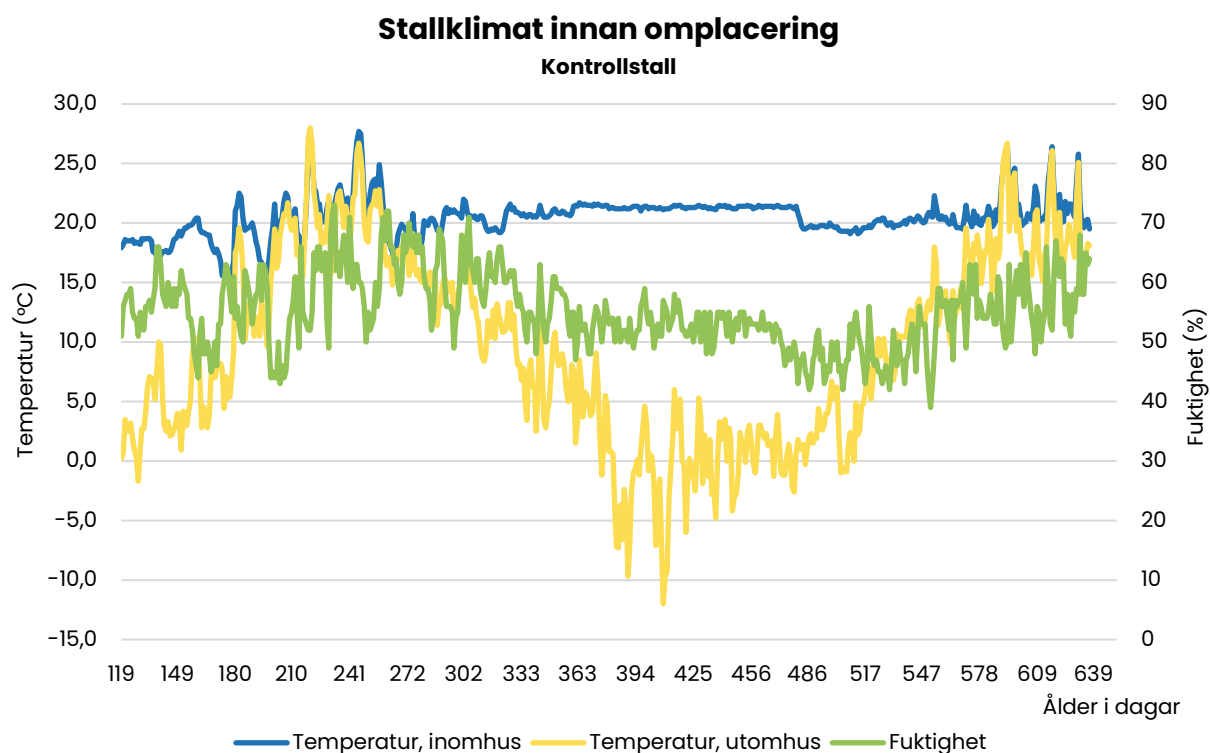
Vidare uppgav producenten vid intervjun att hönsen är bättre fördelade i stallen efter ombyggnationen. Han uppgav att det inte blåser in i värpredena vid yttergångarna lika mycket längre. Detta uppgavs leda till ett jämnare utnyttjande av redena och därmed jämnare fördelning av äggen på äggbanden. Antalet golvägg uppgavs vara oförändrat i stallen. Producenten uppgav vid intervjun att den förändring han observerat efter omplaceringen av värmeväxlarnas inlopp och tillhörande cirkulationsfläktar är densamma i bägge stallen som ingick i studien, där resultatet är lika bra i båda stallen. Han uppgav att han nu anser att värmeväxlarna fungerar optimalt och att han ej vill utföra ytterliggare förändringar. Om han skulle bygga ytterligare ett stall med värmeväxlare, uppgav han att han utan tveksamhet skulle placera värmeväxlare och cirkulationsfläktar på detta nya sätt.

Äggproducenten avslutade intervjun med att delge att han anser att denna placering av värmeväxlare och tillhörande cirkulationsfläktar bör vara en generell utgångspunkt för samtliga värphönsstall vid installation av

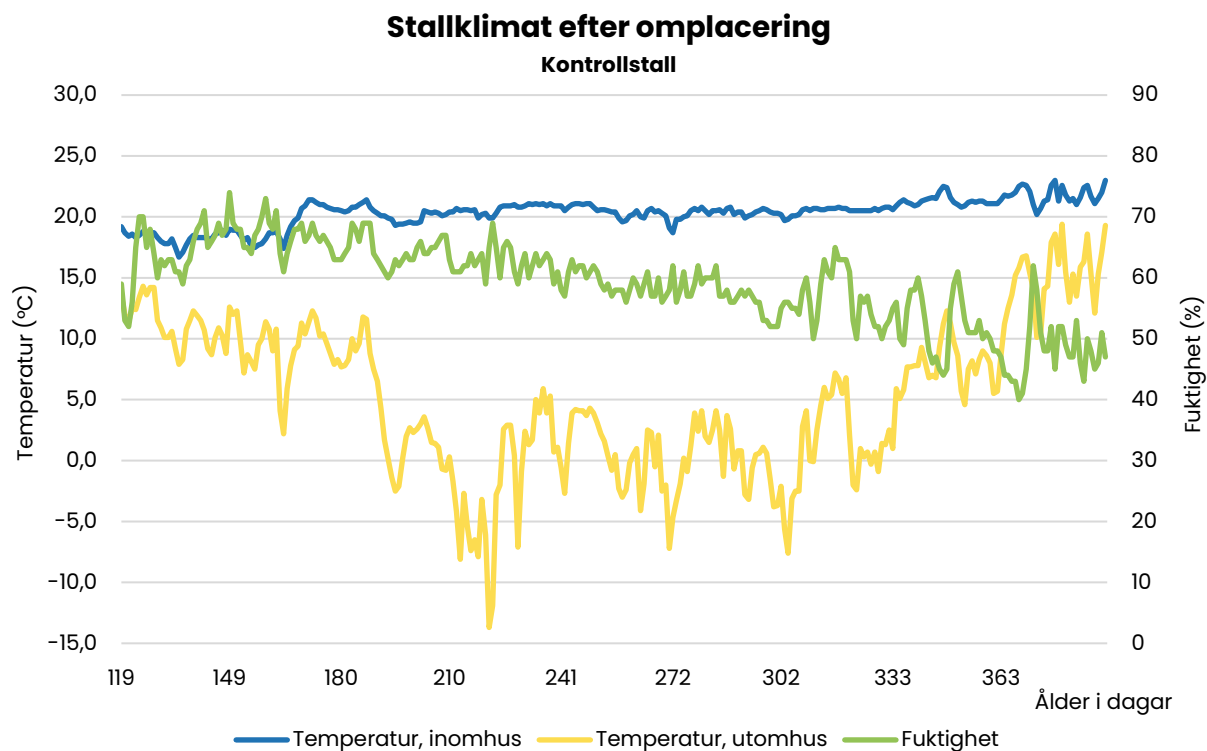
värmeväxlare. Han uppgav att han anser att denna placering borde vara optimal för merparten av alla höns hus med aviärsystem, även om det säkerligen finns några stall med avvikande behov och förutsättningar.

Tillgänglig klimatdata för den sista produktionsomgången i respektive stall innan omplaceringen av värmeväxlarna och cirkulationsfläktarna utgjordes av genomsnittlig fuktighet per dag samt genomsnittlig temperatur inomhus respektive utomhus per dag. Samma värden samlades in för den första produktionsomgången för respektive stall efter ombyggnationen. Då dessa senaste produktionsomgångar vid datumet för studiens slut ännu ej var fullgångna fanns endast tillgänglig data för den första halvan av respektive produktionsomgång. Dessa inkluderade dock vinterhalvåret vilken är den period då störst klimatproblem och därmed störst potentiella skillnader generellt inträffar. De två undersökta stallavdelningarna har fortsatt benämningen kontrollstallet och teststallet, såsom tidigare i denna rapport. Observera dock att ombyggnationen var identisk i båda stallen.

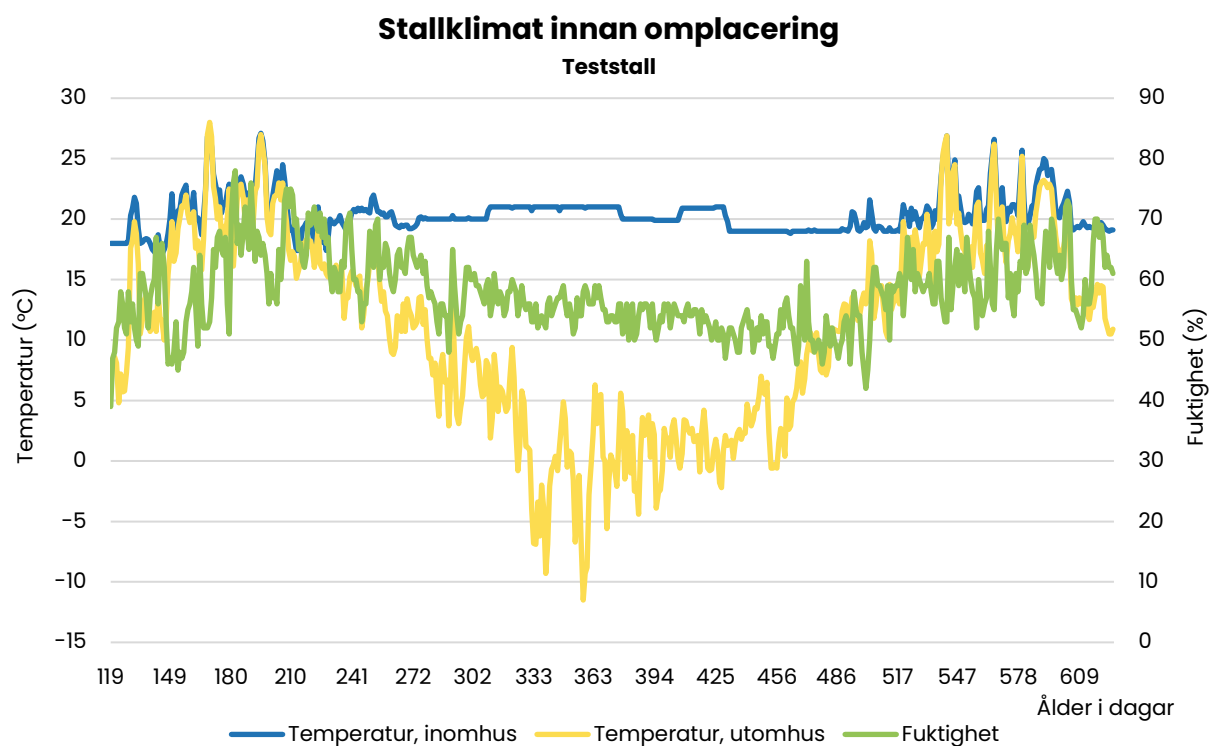
I Figur 4 presenteras klimatvärden för kontrollstallet före omplaceringen av värmeväxlarna och i Figur 5 presenteras klimatvärden för kontrollstallet efter ombyggnationen. Vid jämförelse av perioden med kallt väder, då utomhustemperaturen understiger 10 grader, syns en tendens till att stallets genomsnittliga fuktighet ej blir lika påverkad efter omplaceringen. Fuktigheten verkar ej sjunka i samma utsträckning som före omplaceringen, utan verkar hållas mer konstant. Samma förändring syns även i teststallet. I Figur 6 presenteras klimatvärden för teststallet före omplaceringen av värmeväxlarna och i Figur 7 presenteras klimatvärden för samma stall efter ombyggnationen. Även i detta stall tenderade fuktigheten att hållas mer konstant efter omplaceringen, även under perioder med låga utomhustemperaturer.



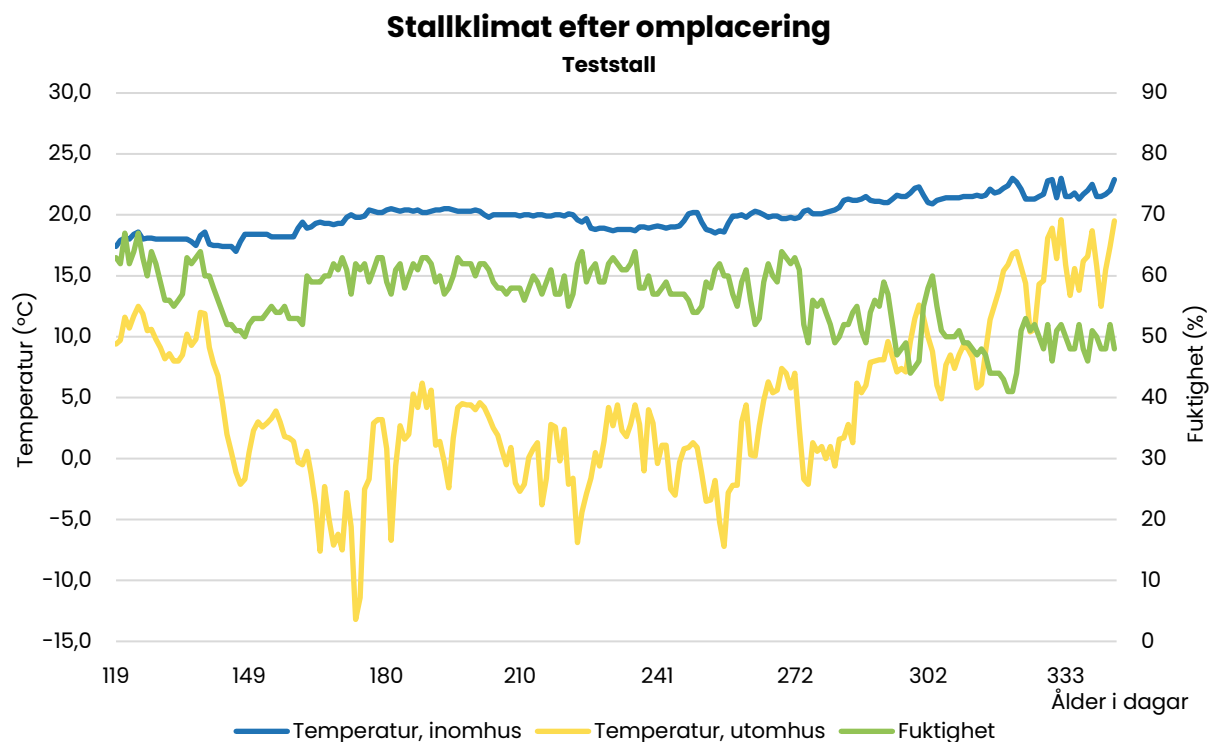
Figur 4. Genomsnittliga dagliga klimatvärden för kontrollstallet före omplacering av värmeväxlare och fläktar.



Figur 5. Genomsnittliga dagliga klimatvärden för kontrollstallet efter omplacering av värmeväxlare och fläktar.



Figur 6. Genomsnittliga dagliga klimatvärden för teststallet före omplacering av värmeväxlare och fläktar.

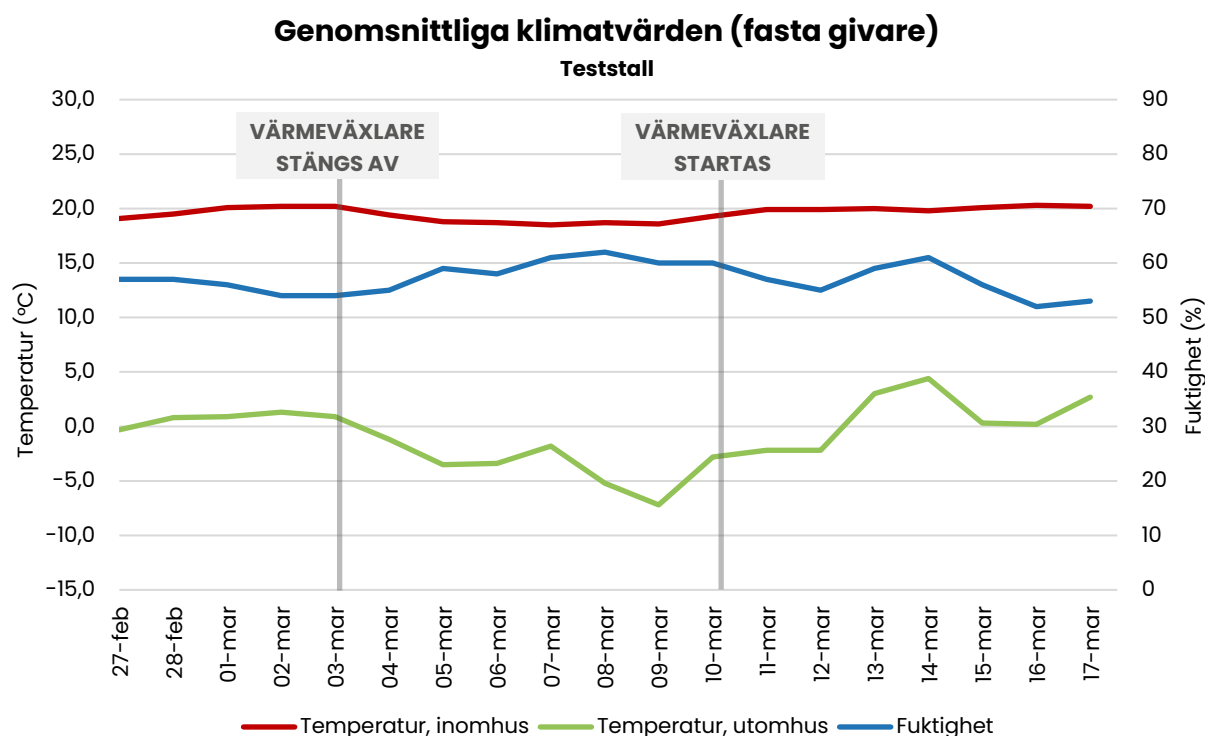


Figur 7. Genomsnittliga dagliga klimatvärden för teststallet efter omplacering av värmeväxlare och fläktar.

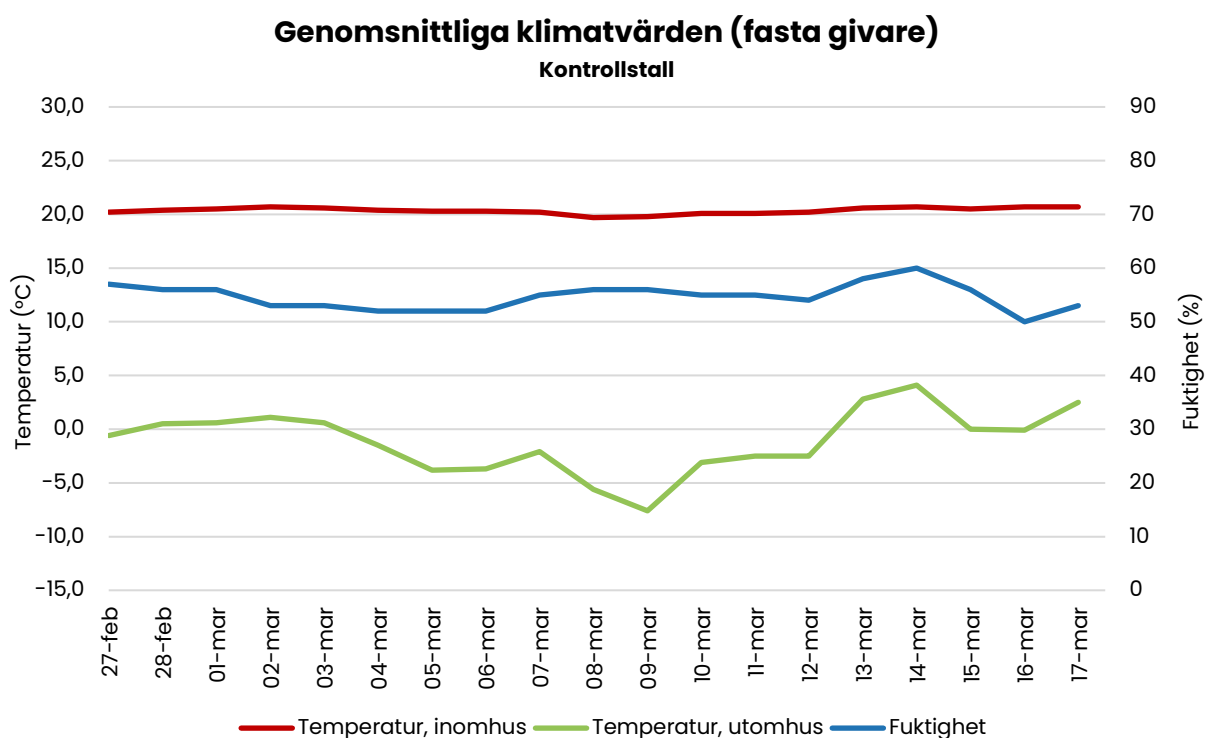
Periodiserat försök

Under det periodiserade försöket samlades basvärden in under de fem dagar då värmeväxlarna var påslagna i båda stallavdelningarna. Därefter stängdes teststallets värmeväxlare av under sju dagar för att därefter åter vara påslagna under försökets kvarvarande sju dagar. Kontrollstallets värmeväxlare var kontinuerligt påslagna hela försöksperioden. Klimatdata som samlades in kontinuerligt från teststallets fasta sensorer under hela försöksperioden presenteras i Figur 8. Motsvarande klimatdata från kontrollstallet presenteras i Figur 9. Under de dagar då värmeväxlaren var avstängd i teststallet sjönk utomhustemperaturen från cirka noll grader till strax under sju minusgrader. I samband med detta sjönk inomhustemperaturen i teststallet samtidigt som fuktigheten ökade. I kontrollstallet, där värmeväxlaren var påslagen under samma period, sågs inte samma förändring i inomhustemperatur. Det fanns en tendens till ökad fuktighet även i kontrollstallet, men inte lika stor som i teststallet.

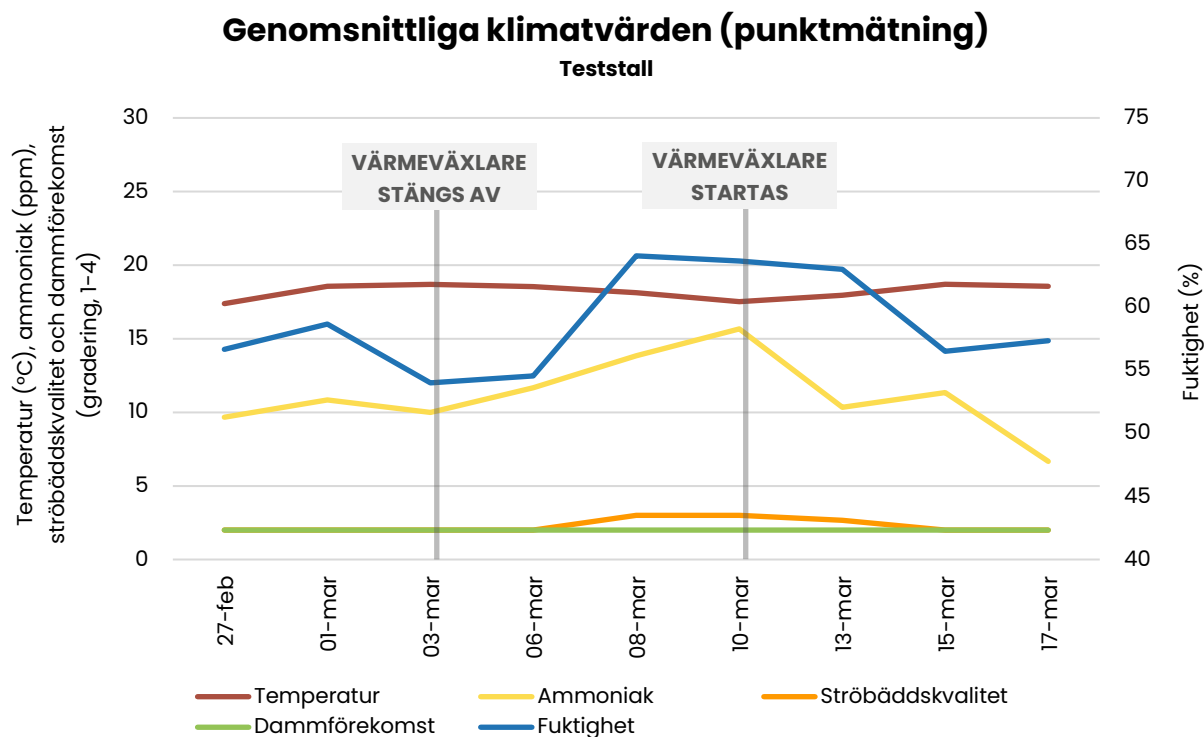
Enligt den punktmätning som utfördes på sex förutbestämda provplatser under samma tidsperiod i respektive stall kunde samma sänkning av genomsnittlig inomhustemperatur observeras i teststallet, se Figur 10. En sänkning av inomhustemperatur kunde även observeras i kontrollstallet, dock ej lika stor, se Figur 11. En skillnad mellan förändring i ammoniakhalt och ströbäddskvalitet observerades i stallen under försöksperioden. I teststallet ökade den genomsnittliga ammoniakhalten under perioden då värmeväxlaren var avstängd i teststallet, medan den snarare visade en tendens till att sjunka i kontrollstallet. Samtidigt förändrades ströbäddskvaliteten till det sämre i samband med att bädden blev mer fuktig då värmeväxlaren var avstängd i teststallet, för att sedan åter förbättras då värmeväxlaren slogs på. Ströbäddskvaliteten i kontrollstallet var oförändrad hela försöksperioden.



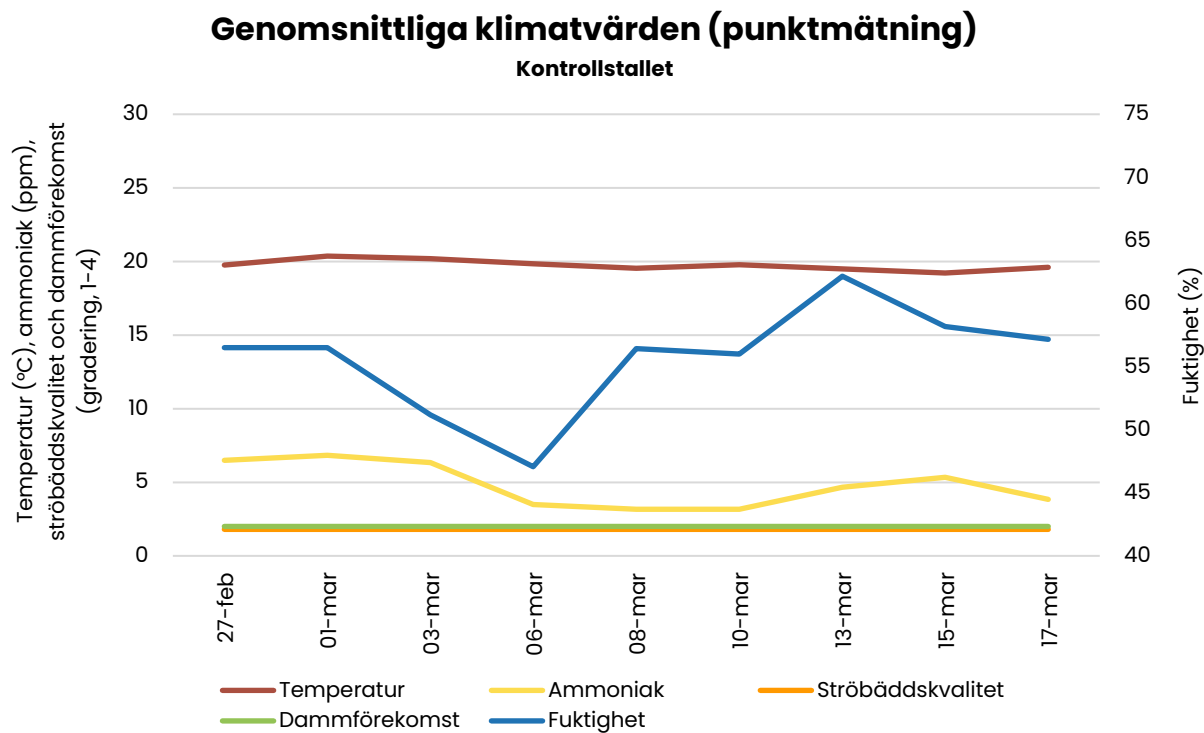
Figur 8. Genomsnittliga dagliga klimatvärden för teststallet, enligt stallets fasta klimatgivare.



Figur 9. Genomsnittliga dagliga klimatvärden för kontrollstallet, enligt stallets fasta klimatgivare.



Figur 10. Genomsnittliga klimatvärden för teststallet, enligt punktmätning.



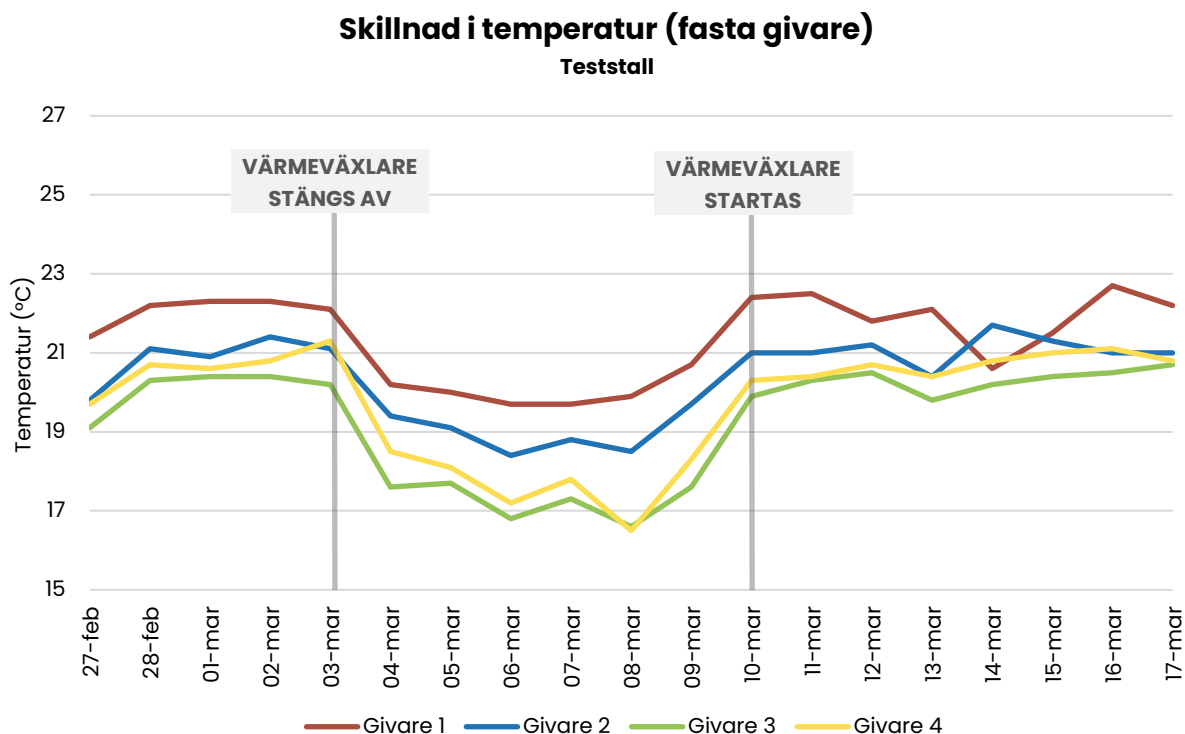
Figur 11. Genomsnittliga klimatvärden för kontrollstallet, enligt punktmätning.

Då inomhustemperaturen enligt de fasta givarna analyseras på separata mätpunkter i stallen, i stället för med genomsnitt för hela stallen, kan sänkningen i temperatur då värmeväxlaren stängdes av ses mer tydligt i teststallet. Se Figur 12 för de genomsnittliga dagliga temperaturerna för teststallet, enligt varje separat fast installerad temperaturgivare. För motsvarande data för kontrollstallet se Figur 13. En tendens till större spridning mellan temperaturvärdena per givare kan observeras under perioden då värmeväxlaren var avstängd i teststallet. Samma sänkning i temperatur vid avstängt läge kunde observeras på samtliga provplatser i den manuella punktmätningen i teststallet, se Figur 14. Motsvarande sänkning kunde ej observeras under samma period i kontrollstallet, se Figur 15.

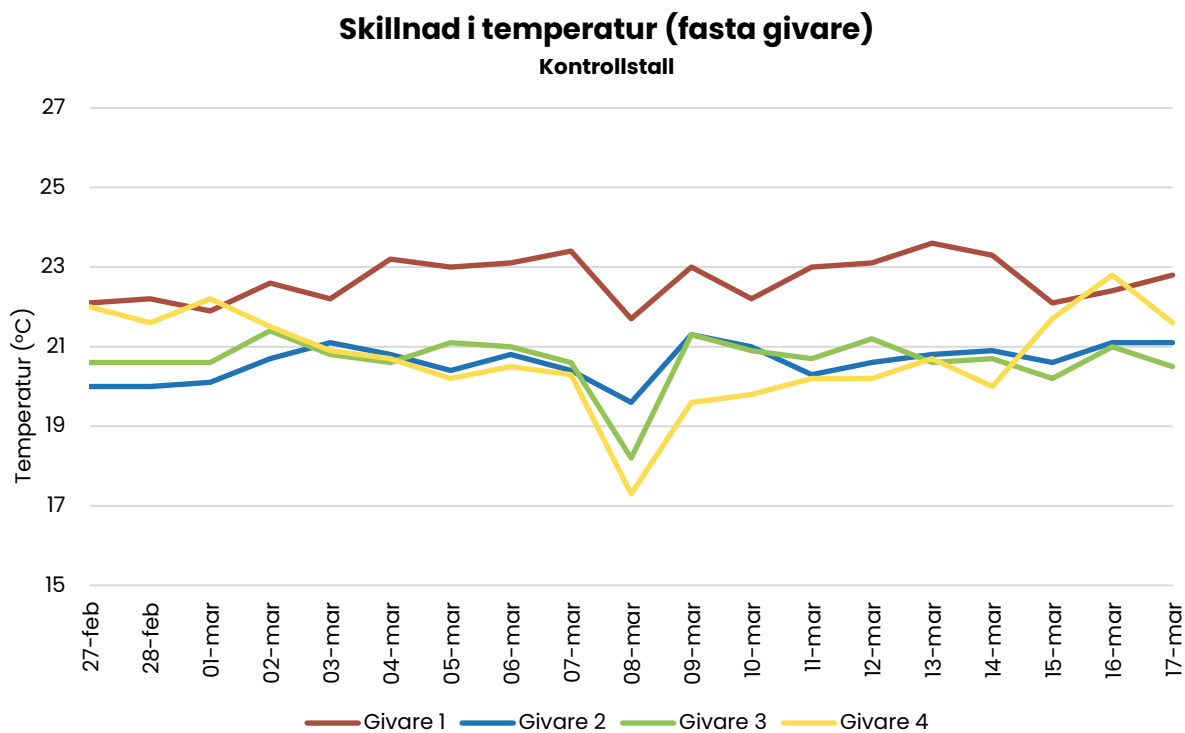
Enligt utförd punktmätning följde de undersökta stallens fuktighet vid de olika provplatserna en liknande förändringskurva under hela försöksperioden, se Figur 16 och Figur 17. De uppmätta ammoniakvärdena vid de olika provplatserna i respektive stall skiljde sig dock åt, se Figur 18 och Figur 19. Efter att värmeväxlaren stängdes av i teststallet ökade ammoniaknivåerna på merparten av provplatserna. Utöver detta kunde även en tendens till större spridning i ammoniakhalt mellan varje separat provplats observeras. Då värmeväxlaren åter slogs på sjönk ammoniakhalterna och spridningen mellan dem minskade. Samma förändring kunde ej observeras via punktmätningen i kontrollstallet, där ammoniakhalten mellan varje provplats var mer stabil och oförändrad under samma tidsperiod.

I Figur 20 respektive Figur 21 presenteras uppskattningen av ströbäddskvaliteten vid de olika provplatserna i vardera stallen. I teststallet övergick ströbädden till att graderas som lagom torr till att graderas som fuktig några dagar efter att värmeväxlaren stängdes av i samma stall, för att sedan återställas några dagar efter att värmeväxlaren åter slagits på. I kontrollstallet graderades ströbädden som lagom torr under hela försöksperioden. Det påvisades ej någon förändring i dammförekomst i stalluften, varken i teststallet eller kontrollstallet under försöksperioden. Resultatet av uppskattningen av dammförekomst presenteras i Figur 22 och Figur 23.

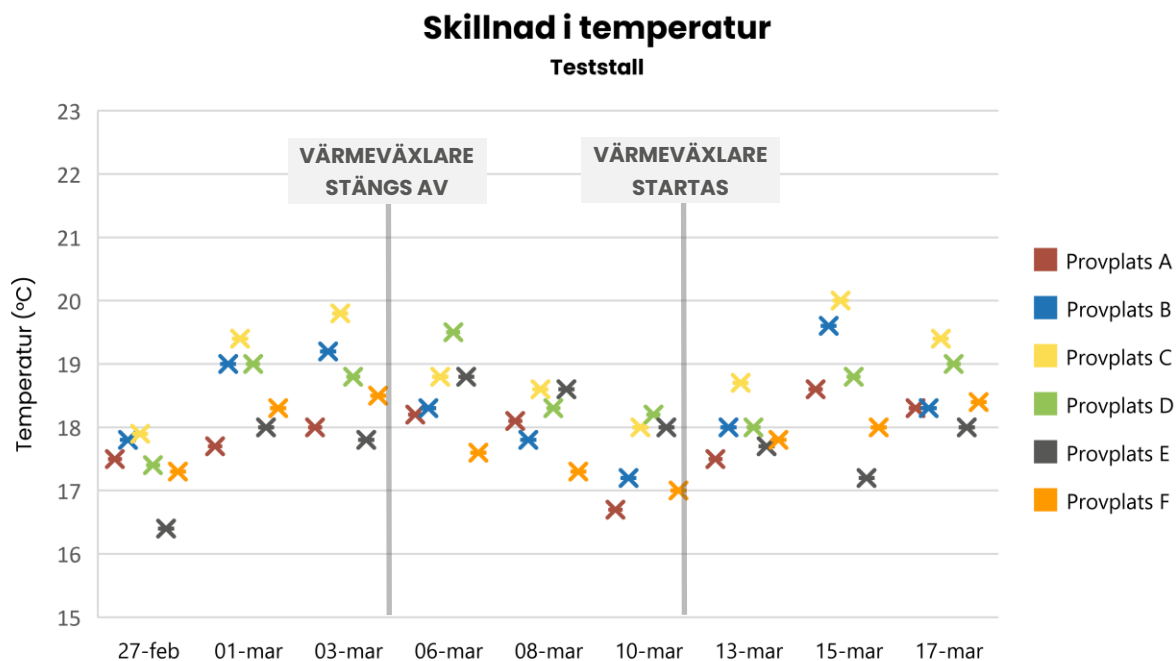
Ingen förändring i värpprocent, foderintag och dödlighet i varken kontrollstallet eller teststallet observerades under det periodiserade försöket. Inte heller andra faktorer såsom beteendeförändringar eller förändrad mängd golv- eller systemägg noterades enligt samtal med djurägaren.



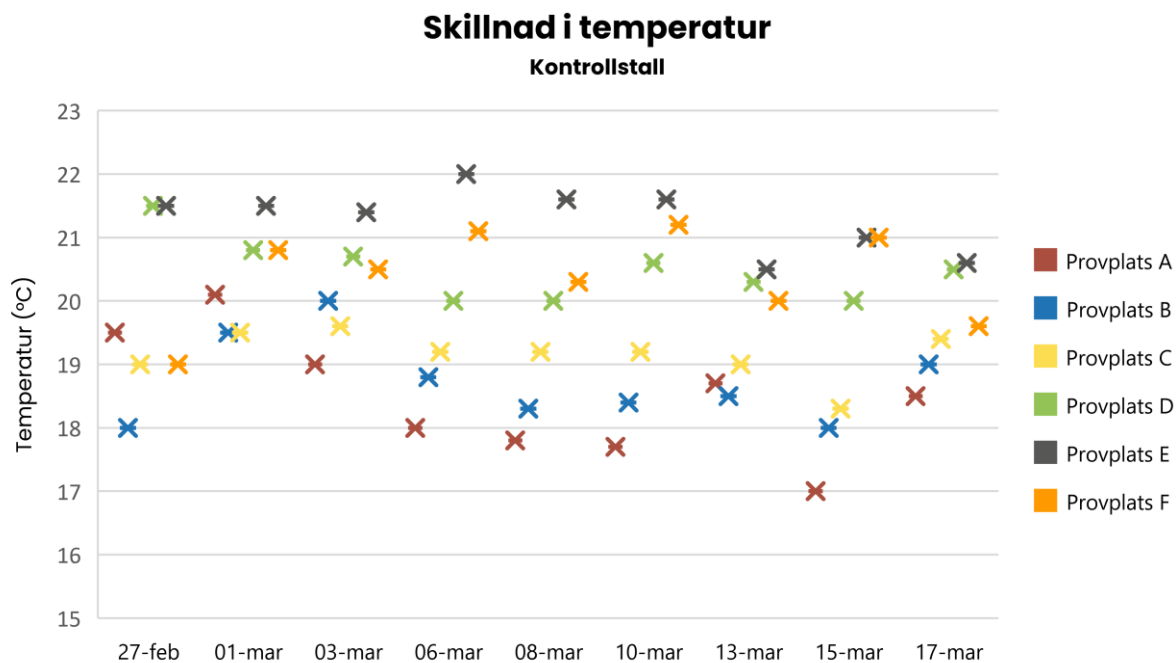
Figur 12. Genomsnittliga dagliga temperaturer för teststallet, enligt stallets separata temperaturgivare.



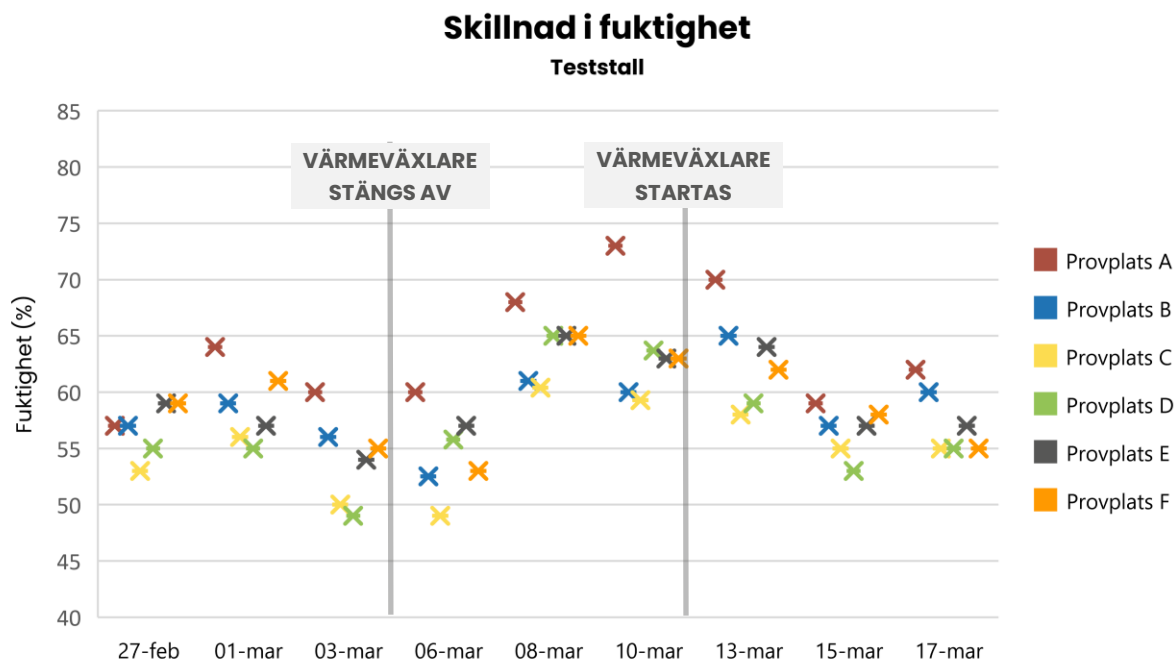
Figur 13. Genomsnittliga dagliga temperaturer för kontrollstallet, enligt stallets separata temperaturgivare.



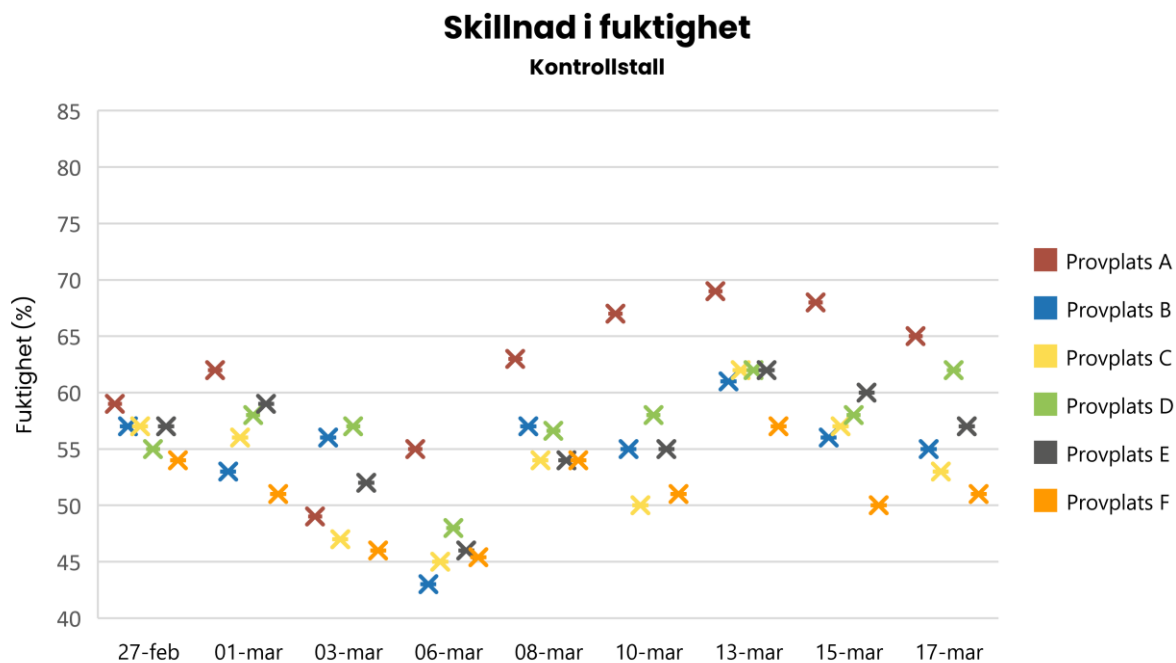
Figur 14. Uppmätt temperatur vid respektive provplats och provtagningsdag för teststallet.



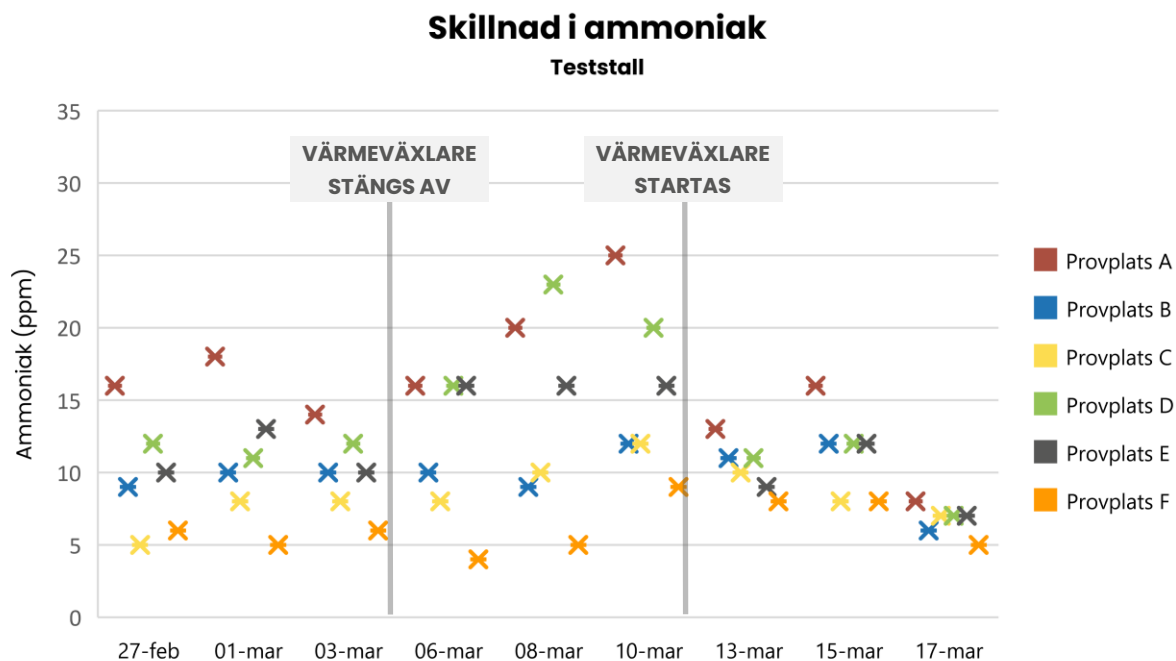
Figur 15. Uppmätt temperatur vid respektive provplats och provtagningsdag för kontrollstallet.



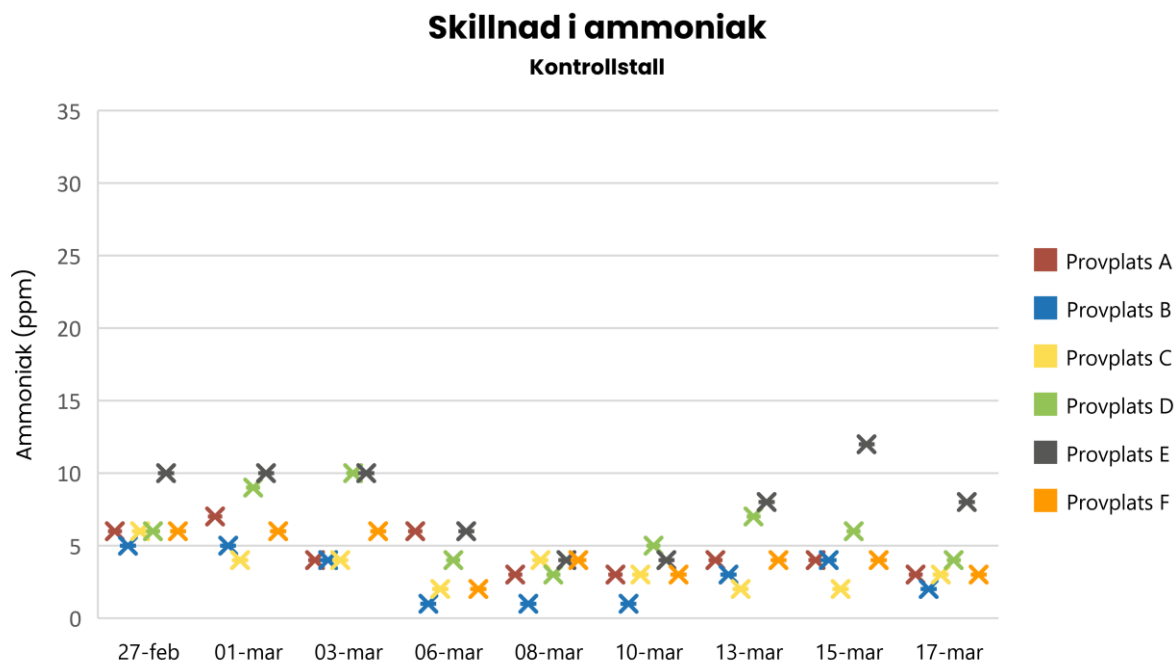
Figur 16. Uppmätt fuktighet vid respektive provplats och provtagningsdag för teststallet.



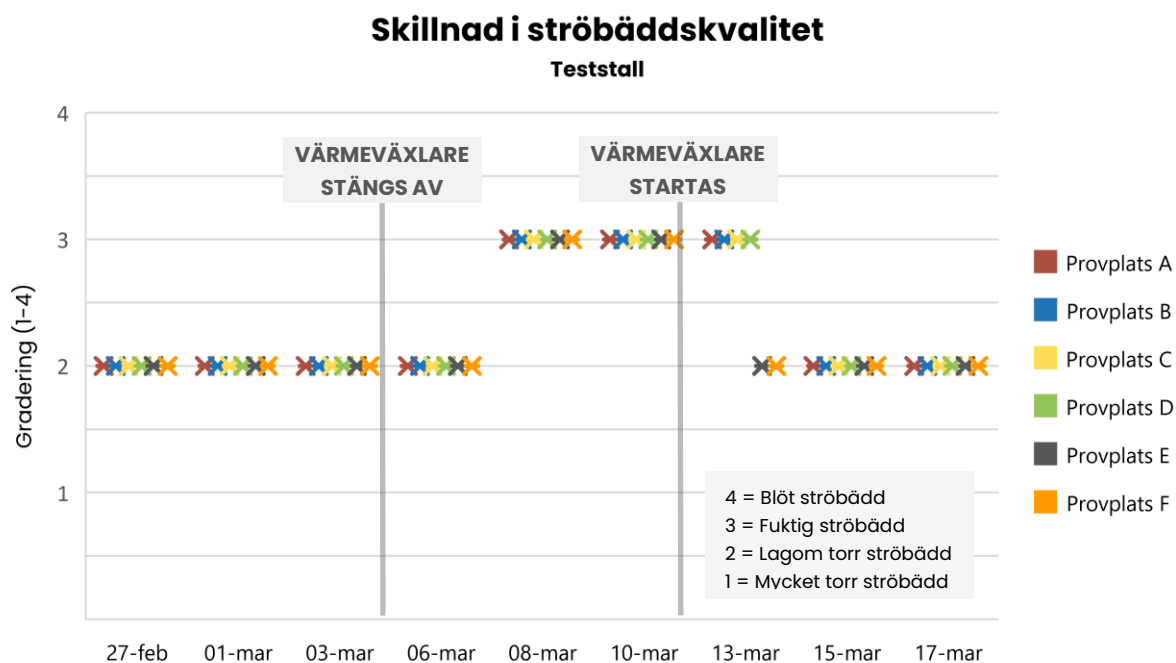
Figur 17. Uppmätt fuktighet vid respektive provplats och provtagningsdag för kontrollstallet.



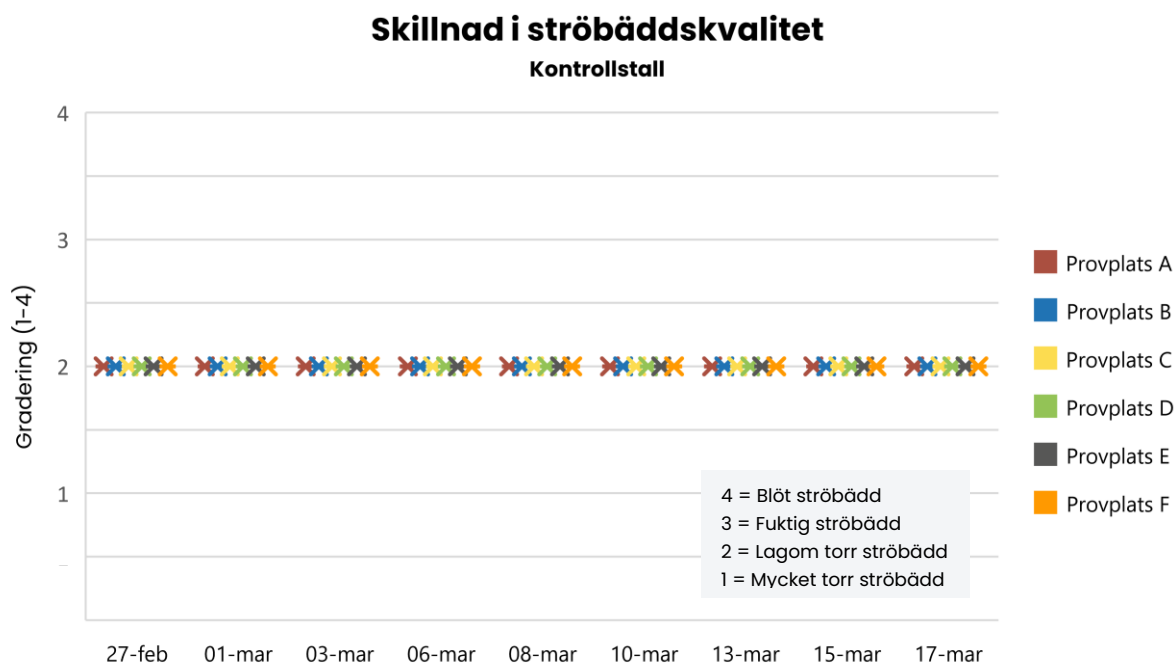
Figur 18. Uppmätt ammoniakhalt vid respektive provplats och provtagningsdag för teststallet.



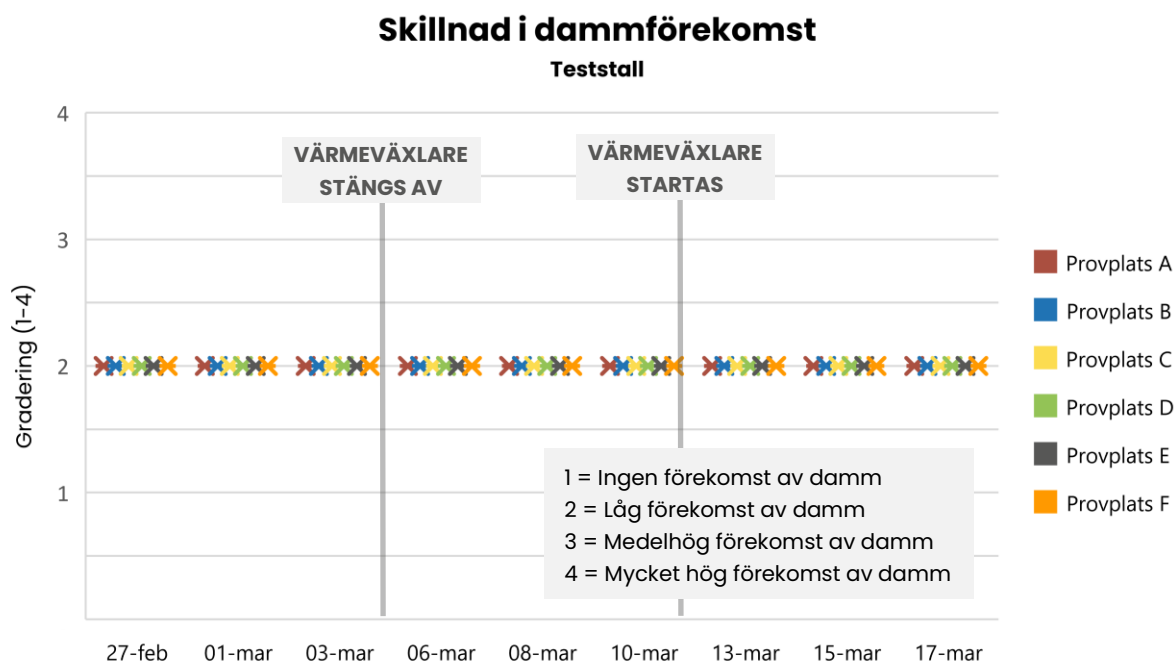
Figur 19. Uppmätt ammoniakhalt vid respektive provplats och provtagningsdag för kontrollstallet.



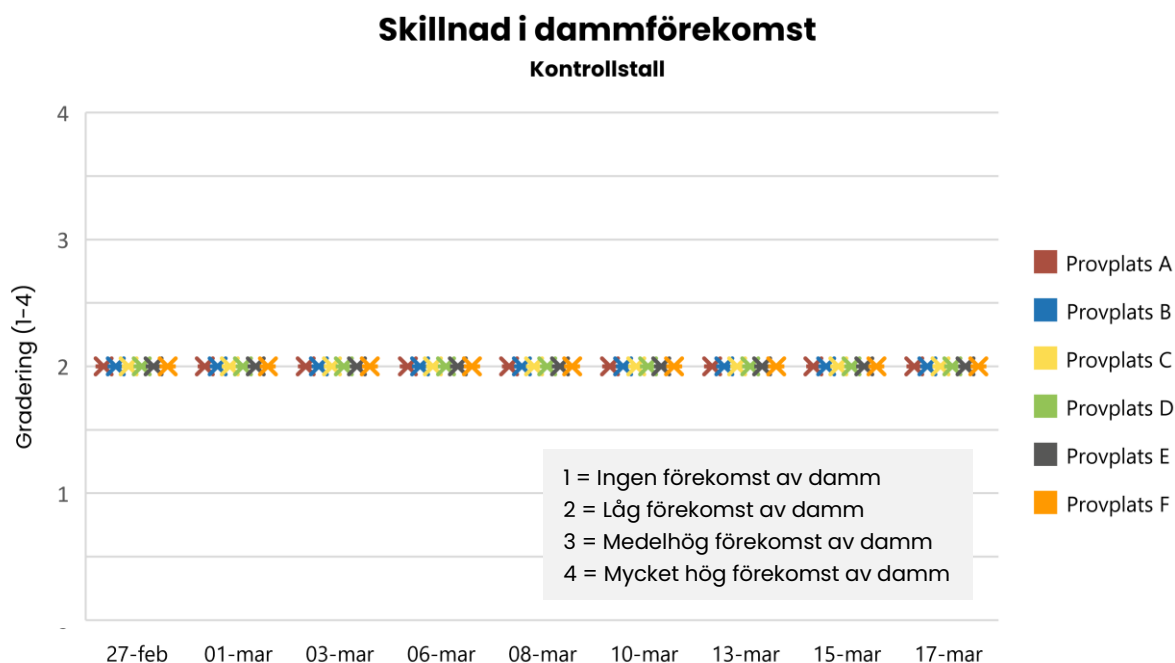
Figur 20. Uppskattad ströbäddskvalitet vid respektive provplats och provtagningsdag för teststallet.



Figur 21. Uppskattad ströbäddskvalitet vid respektive provplats och provtagningsdag för kontrollstallet.



Figur 22. Uppskattad dammförekomst i stalluften vid respektive provplats och provtagningsdag för teststallet.



Figur 23. Uppskattad dammförekomst i stalluften vid respektive provplats och provtagningsdag för kontrollstallet.

Diskussion

Omplaceringsförsök

Intervjuer med aktuell djurägare visade ett gott resultat som följd av att värmeväxlarnas inluft och tillhörande cirkulationsfläktar omplacerades från stallens yttergång till mittgångarna samt att fläktarna höjdes från lågt hängande till närmare taket, centralt framför värmeväxlarnas inluft. Enligt djurägaren klarade luften nu av att bäras runt i hela stallutrymmena mer effektivt jämfört med innan omplaceringen vilket gav ett jämnare luftflöde och bättre stallklimat. De områden med fuktig ströbädd och förhöjda ammoniakhalter som uppkom i vissa områden i stallen uppgavs efter omplaceringen ha nära till försvunnit. Tillgängliga klimatdata stödde denna slutsats. För att kunna undersöka detta ytterligare hade dock mer klimatdata varit önskvärt.

På grund av omständigheter som ej kunde påverkas genom denna studie skedde ombyggnation av båda de två stallavdelningar som ingick i studien samtidigt. Om omplaceringen av värmeväxlarens inluft endast hade skett i en av avdelningarna hade resultatet kunnat jämföras mellan de två stallen vilket hade varit önskvärt. För att undersöka om den positiva effekten av att placera värmeväxlarens inluft och tillhörande cirkulationsfläktar i mitten av stallet upprepar sig skulle det vara positivt med en liknande studie i ytterligare minst ett svensk värphönsstall. Vid en upprepad studie kunde mer klimatdata såsom även ammoniakhalter kunna insamlas och analyseras.

Detta omplaceringsförsök visar hur stor betydelse placeringen av värmeväxlarens inluft och tillhörande cirkulationsfläktar har för att de ska kunna uppnå optimal effekt. Om de inte placeras korrekt efter stallens förutsättningar kan deras goda effekt avta varvid investeringen kan anses vara alltför ineffektiv. Merparten av de svenska äggproducenterna har sin värmeväxlarens inluft inklusive tillhörande cirkulationsfläktar placerade i yttergången. Denna studie tyder på att det bör diskuteras och undersökas ytterligare om en omplacering är lämplig i flera stall och om eventuella nybyggnationer bör utföras annorlunda.

Periodiserat försök

Det periodiserade försöket undersökte värmeväxlarens effekt på stallklimatet, där påslaget och avstängt läge jämfördes inom ett stall samt med ett kontrollstall. Resultatet visar att värmeväxlare påverkar stallklimatet positivt, bland annat genom att de bidrar till ett jämnare klimat i hela stallet. Sammantaget gav värmeväxlarna ett bättre resultat i att upprätthålla en jämn stalltemperatur, även under kalla vinterdagar, samt de bidrog till lägre ammoniakhalt med bättre ströbäddskvalitet. Även stallens fuktighet påverkades positivt av värmeväxlarna.

Under försöket sjönk inomhustemperaturen i teststallet då värmeväxlaren stängdes av i samband med att utomhustemperaturen sjönk. Om värmeväxlaren skulle ha fortsatt att vara avstängd, i stället för att startas igenom sju dagar senare, skulle eventuellt ventilationen ha behövt sänkas för att stallets värme skulle ha kunnat bevarats. Sannolikt skulle detta ha bidragit ytterligare till ett försämrat stallklimat med exempelvis ännu mer förhöjda ammoniakhalter.

Slutsats

Denna studie visade att värmeväxlare bidrar positivt till stallklimatet i värphönsstall genom att upprätthålla låg ammoniakhalt samt jämnare temperatur och fuktighet i stallluften. Enligt studien bidrar värmeväxlare till ett generellt jämnare stallklimat samt till sänkt genomsnittlig ammoniakhalt och bättre ströbäddskvalitet, även då utomhustemperaturen är låg. Studien uppvisade ingen effekt på dammförekomst.

Studien visade även att placeringen av värmeväxlarnas inluft inklusive tillhörande cirkulationsfläktar påverkar stallklimatet. För undersökta stall gav placering i stallens mittgångar samt med fläktarna placerade nära taket bättre effekt jämfört med då inluft och fläktar var placerade i yttergångarna. Med denna placering bars luften runt mer effektivt i hela stallutrymmet vilket gav ett jämnare luftflöde och bättre stallklimat. Omplaceringen upplevdes även ha resulterat i minskat antal problemområden med fuktig ströbädd och höga ammoniakhalter i stallen.