

Utvärdering av digital innovation för mätning och styrning av klimat i fjäderfästallar

Malin Alm, Vreta Kluster och Max Jamieson, HIR Skåne

Bakgrund

Vreta Kluster genomförde 2016 en förstudie som kartlade vilka behov som finns i fjäderfäbranschen i Östergötland. I denna studie uppgav många producenter ventilation som en av de stora utmaningarna i sin produktion. De upplevde att det var svårt att styra detta för att få ett bra stallklimat och att kunskapen kring ventilation i allmänhet var dålig. Inom fjäderfäproduktion är det av största vikt att ha ett bra stallklimat för att få välmående djur och en bra produktion. En av de största utmaningarna här är att just få till en bra ventilation i stallet där temperatur, luftfuktighet, koldioxid och ammoniak kan hållas på optimala nivåer.

En av de svåraste parametrarna att hålla på en låg nivå i stallarna är ammoniak (NH_3). Enligt svensk djurskyddslagstiftning är gränsvärdet 10 ppm i värphönsstallar och detta kan vara svårt att hålla nere särskilt när utomhustemperaturen är låg. Ammoniak är en giftig och förrädisk gas som irriterar slemhinnorna i luftvägarna och förlamar de känsliga flimmerhåren. Förmågan att göra sig av med damm och andra partiklar som man andas in försämras också vid höga ammoniakhalter. Även bakterier såsom *E. coli* (*Escherichia coli*) får bättre fäste och kan ge upphov till sjukdom eller annan störning hos hönsen, vilket i slutänden leder till minskad äggproduktion. Ett problem är dock att mätningen av ammoniak idag är relativt kostsam och inte så smidig att genomföra. Stickprovsmätningar görs vanligtvis med hjälp av en manuell pump och reagensrör medan långtidsmätning under t ex ett dygn görs med hjälp av passiva diffusionsrör.

Nyligen lanserades en digital ammoniaksensor som automatiskt kan registrera ammoniakhalten löpande i ett fjäderfästall och som även ska klara de påfrestningar som det innebär att sitta i en stallmiljö under lång tid. Sensorn är framtagen av företaget Dräger och på 2016 års EuroTier mässa belönades den med ett innovationspris. En oro när nya mätinstrument tas fram är dock huruvida de verkligen registrerar halter med samma precision som de mätinstrument man använder vid kontroller i stallarna. Därmed behöver den nya sensorn utvärderas och jämföras mot den utrustning som traditionellt används för att se hur väl de stämmer överens och huruvida den nya sensorn är tillförlitlig.

Om denna sensor visar sig fungera bra skulle den kunna vara till mycket stor hjälp i arbetet med att försöka minska ammoniakhalterna i stallarna då den möjliggör kontinuerlig mätning under mycket lång tid. På så vis kan man få betydligt större inblick i vilka olika faktorer som påverkar ammoniakhalten. Sensorn kan också kopplas in till det övriga klimat- och ventilationssystemet i stallet vilket också möjliggör en helt ny parameter som kan vara med och styra exempelvis fläktsystem och tillskottsvärme för att uppnå ett så bra stallklimat som möjligt.

Syfte

Huvudsyftet med projektet var att testa och utvärdera den nya digitala ammoniaksensorn för att se om den kan användas för tillförlitlig mätning av ammoniak i värphönsstallar. Vidare var syftet att kartlägga vilka som är de vanligaste problemen med ventilation och stallklimat i värphönsstallar idag samt att bidra till nya infallsvinklar i hur denna problematik förhoppningsvis skulle kunna lösas.

Utförande

Intervjustudie

Under sommaren 2017 utfördes nio intervjuer med värphönsproducenter. Det var fyra konventionella företag och fem stycken KRAV-ekologiska företag. Samtliga gårdar hade flervåningssystem. Två av de konventionella gårdarna hade dessutom ytterligare ett inhysningssystem på gården, det ena hade envåningssystem och det andra bursystem. Alla företagare fick svara på samma frågor.

Ammoniäkmätningar i stallar

Ammoniäkmätningar utfördes under sex månader (nov 2017 till maj 2018) i två olika stallar, ett i Östergötland och ett i Halland. Båda stallarna hade konventionell produktion med höns frigående inomhus i flervåningssystem.

Ammoniäkmätare

Den nya digitala ammoniäksensorn (Dräger DOL53) jämfördes med den traditionella metoden för ammoniäkmätning med hjälp av en pump och reagensrör i glas (Kitagawa). Även en handhållen digital ammoniäkmätare (Dräger Pac 7000) var tänkt att jämföras men denna togs tidigt bort från jämförelsen då den från början visade uppenbart felaktiga värden (bland annat minusvärden).

DOL 53

Den digitala sensorn (Dräger DOL53) är gjord för att monteras stationärt i ett stall och kopplas in till den befintliga stalldatorn (24 V). Sensorn har ingen egen display och kräver därmed kopplingen till stalldator för att fungera. Ammoniäkhaltens registreras automatiskt och kontinuerligt (loggas varannan minut) dygnet runt. Den kan detektera ammoniak i spannet 0 - 100 ppm, med en precision på 1.5 ppm $\pm$ 10 % av det uppmätta värdet. Sensorn är cylinderformad och är totalt 75 x 155 mm (se Bild 1).

Enligt tillverkaren bör sensorn placeras i närheten av ett frånluftsuttag och utom räckhåll för djuren. Den bör kalibreras ca en gång per år, och mediet som används för att mäta ammoniakhalten håller i ca tre år innan det behöver bytas ut. Tekniskt sett kan man relativt enkelt koppla bort sensorn från strömsladden i stallet och flytta den till en ny plats där en annan strömsladd finns indragen, t ex på annan plats i samma stall eller i ett annat stall. Dock ska sensorn enligt tillverkaren endast rengöras med ljummet vatten. Därmed rekommenderas inte sensorn för användning i flera olika stallar eller att dela på mellan flera producenter av smittskyddsskäl. Priset för sensorn ligger runt 12 000 kr och de som är återförsäljare av sensorn i Sverige idag är Swedfarm och Agropool. Totalt kan man koppla in fyra likadana sensorer till samma stalldator, dock är det endast en av dem som kan vara styrande om man väljer att låta ammoniäkhaltens vara med och kontrollera ventilationssystemet.



Bild 1. Den digitala ammoniäkmätaren DOL 53. Foto: Malin Alm.

Reagensrör och pump från Kitagawa

Handhållen mekanisk pump där ett reagensrör av glas bryts och monteras på pumpen för varje ny mätning. Sedan dras luft genom röret som då skiftar färg på en mätskala som läses av. Mätningarna med reagensrör utfördes genom att placera pumpen med reagensröret ett par centimeter ifrån den digitala mätarens inlopp. Sedan drogs luft en gång genom röret och den färgförändrade reagensskalan avlästes.

Temperatur och fuktmätning

Inne i stallen placerades en kombinerad temperatur och fuktmätare (Rubicson, Climate logger) i närheten av den digitala mätaren (ca två meter ifrån). Denna registrerade automatiskt och kontinuerligt temperatur och relativ fuktighet i stallen. Den absoluta fuktigheten räknades ut med hjälp av den relativa fuktigheten. Värden för fukt och temperatur utomhus hämtades från SMHI:s databas insamlat vid väderstation Malmslätt ca 18 km från stallen.

Resultat

Intervjustudien

När det gäller handhavandet av ventilationssystemen i stallen kände företagarna att de kunde göra inställningar och optimeringar själva eller så köpte de in den tjänsten då de själva inte kände att det var något de kunde. Alla företagare tyckte att det krävdes tid att lära sig hur ventilationen fungerar samt hur den optimeras. Att det var svårt att lära sig sitt ventilationssystem och att det tog tid var huvudanledningen till varför vissa företag köpte in tjänster för ventilation. De som köpte in tjänster för ventilation var i vissa fall mycket nöjda med kompetensen hos de som utförde tjänsten och andra upplevde inte att kompetensen var god hos de som de köpte in ventilationstjänster av.

Sju av nio företagare upplevde att de hade problem med för höga nivåer av ammoniak inne i sina stall. Av dessa sju tyckte fyra att de genom att utföra åtgärder fått ner ammoniaknivåerna i sina stall. Åtgärder som utförts är att öka minimiventilationen, reducera ströbädden oftare jämfört med tidigare och tillskottsvärme. Ofta var det en blandning av dessa olika åtgärder som utfördes. Problemen med stallklimatet var oftast förekommande på vinterhalvåret. Många tyckte att utsatta delar av klimatskalet var platser där speciellt problem med ströbädden var vanliga. I KRAV-stallen var det som exempel luckorna ut till rastgården där ströbädden blev extra dålig. Men även fönster och dörrar blev ofta utsatta för kondensutfällning vilket kunde leda till en försämrad ströbädd vilket i sin tur ledde till ett sämre stallklimat.

DOL53 vs Reagensrör

Stall 1

Från nov 2017- maj 2018 togs jämförande mätningar i Stall 1 vid totalt 18 tillfällen. Huvuddelen av proverna togs under den kallaste perioden nov-feb. Generellt visade den digitala mätaren DOL53 ett lite högre NH_3 värde jämfört med reagensrören, medelvärde 11.3 ppm jämfört med reagensrör 9.9 ppm. Medeldifferensen mellan mätmetoderna var 1.4 ppm (max 3,1 och min 0,2 ppm). Statistisk sett (t-test, Excel) blev det ingen signifikant skillnad mellan mätmetoderna.

Några av mätningarna ($n=7$) utfördes samma dag under en timmes tid (var tionde minut). Vid dessa tillfällen registrerades NH_3 vid exakt samma minut tillskillnad från övriga tillfällen då mätningarna ibland kunde skilja någon minut pga. att loggningen av DOL-värdena i stalldatorn endast gjordes med två min intervall. Jämför man mätningarna endast vid dessa tillfällen blir skillnaden mellan mätmetoderna ännu mindre. Medeldifferensen mellan mätmetoderna blev då 0.8 ppm (max 1,3 och min 0,2 ppm), se Graf 1.

Stall 2

I stall 2 gjordes jämförande mätningar vid totalt 10 tillfällen under en och samma dag i februari. Dessa togs i två omgångar, en 60 min period och en 30 min period. För båda perioderna registrerades NH_3 vid exakt samma minut som stalldatorn. Medelvärde för DOL53 blev 16.26 ppm jämfört med reagensrör 16.20 ppm. Medeldifferensen mellan mätmetoderna i stall 2 blev 0.3 ppm (max 0,9 och min 0 ppm). De värden ($n=7$) som uppmättes under 60 min perioden visas i Graf 1.

Dygns- och årstidsrytm av ammoniak

När man nu för första gången kunde se hur ammoniaknivåerna förändras över tid, syntes en tydlig dygnsrytm. Högst nivåer kunde ses ca 12 h efter att ljuset tänts och lägst när ljuset var släckt (se Graf 2). Under ett och samma dygn kunde ammoniaknivåerna växla från drygt 18 ppm till under 8 ppm. Tydligt var att ammoniaktoppen på dagen också sammanföll med toppen av fukt (både relativ och absolut) i stallet. Från dag till dag såg yttertemperaturen ut att ha mindre påverkan på ammoniaknivåerna.

Resultaten från mätningarna under hela försöksperioden visar även att ammoniaknivåerna förändras relativt mycket under en längre period (se Graf 3), och att värdena generellt är högre under de kallaste månaderna nov-mar. Från slutet av mars när yttertemperaturen rör sig uppåt kan man även se att ammoniaknivåerna gradvis blir lägre.

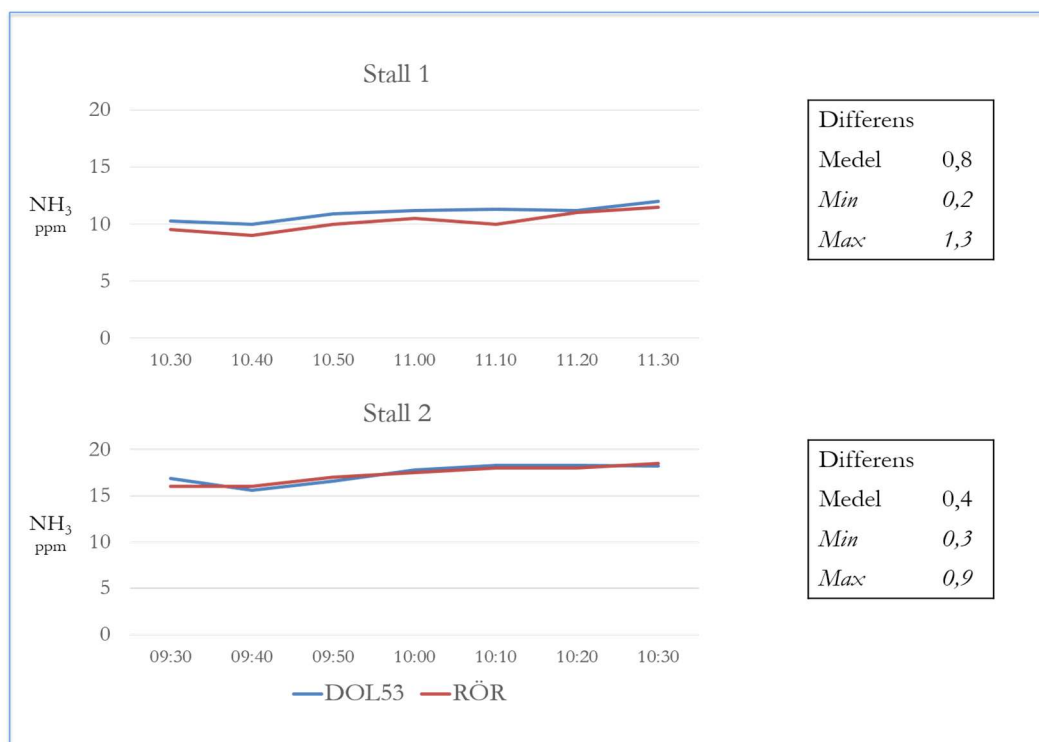
Korrelation mellan parametrar

När medelvärden per dag av olika parametrar jämfördes i studien blev det relativt höga korrelationsvärden mellan NH_3 och utetemperatur samt fukt i stallet. NH_3 vs temperatur (ute): -0,7 och NH_3 vs fukt % (inne): 0,6. Jämförelsen mellan samtliga parametrar presenteras i Tabell 1.

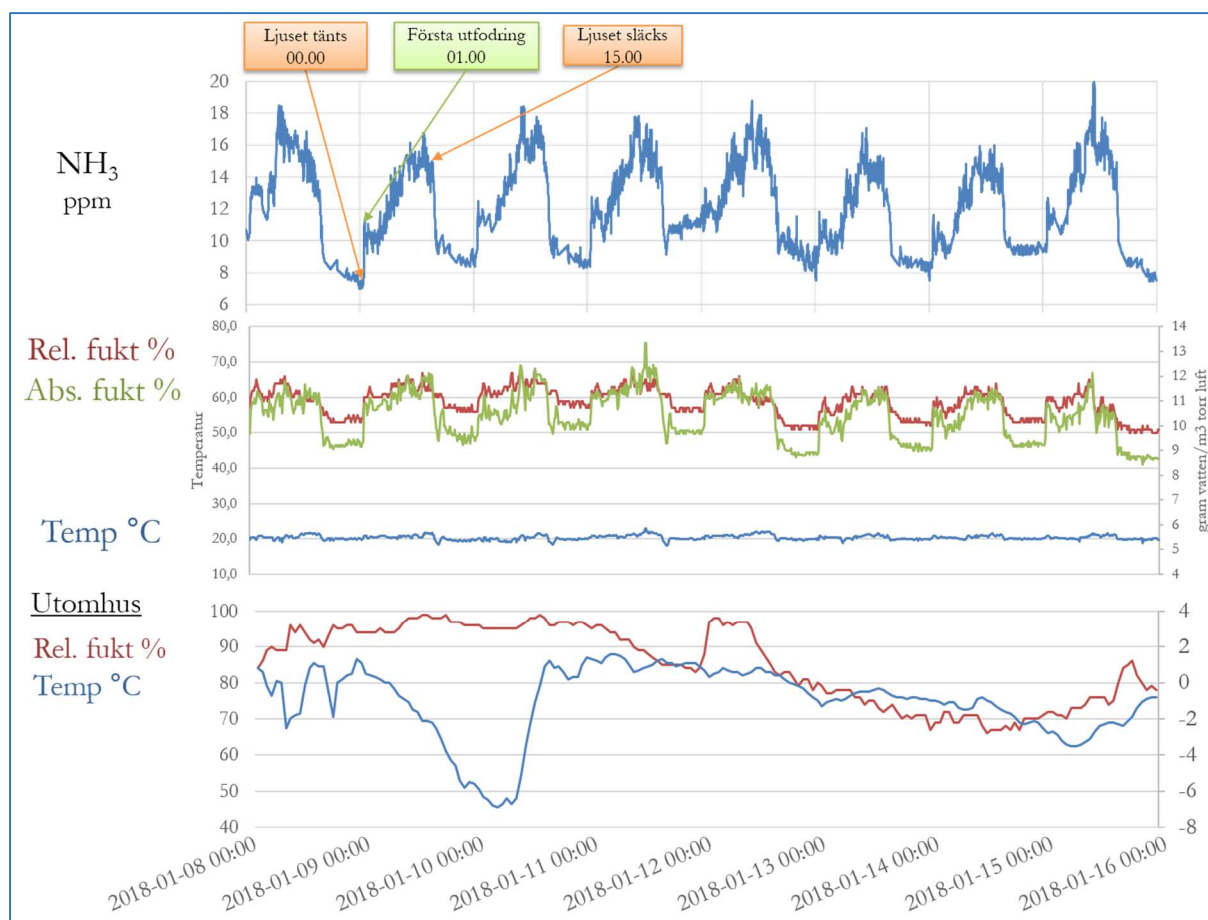
Användning av sensorn för styrning av ventilationssystemet

I det ena stallet, Stall 2, var sensorn inkopplad till ventilationssystemet och kunde därmed vara med och styra stallklimatet tillsammans med fukt och temperatur. Till en början upplevde producenten att klimatstyrningen fungerade bra då ammoniaksensorn under topparna mitt på dagen drog i gång ventilationen lite extra och därmed drog ner på temperaturen lite (från ca 20 till ca 17 grader) för att sedan gå tillbaka igen när ljuset släcktes.

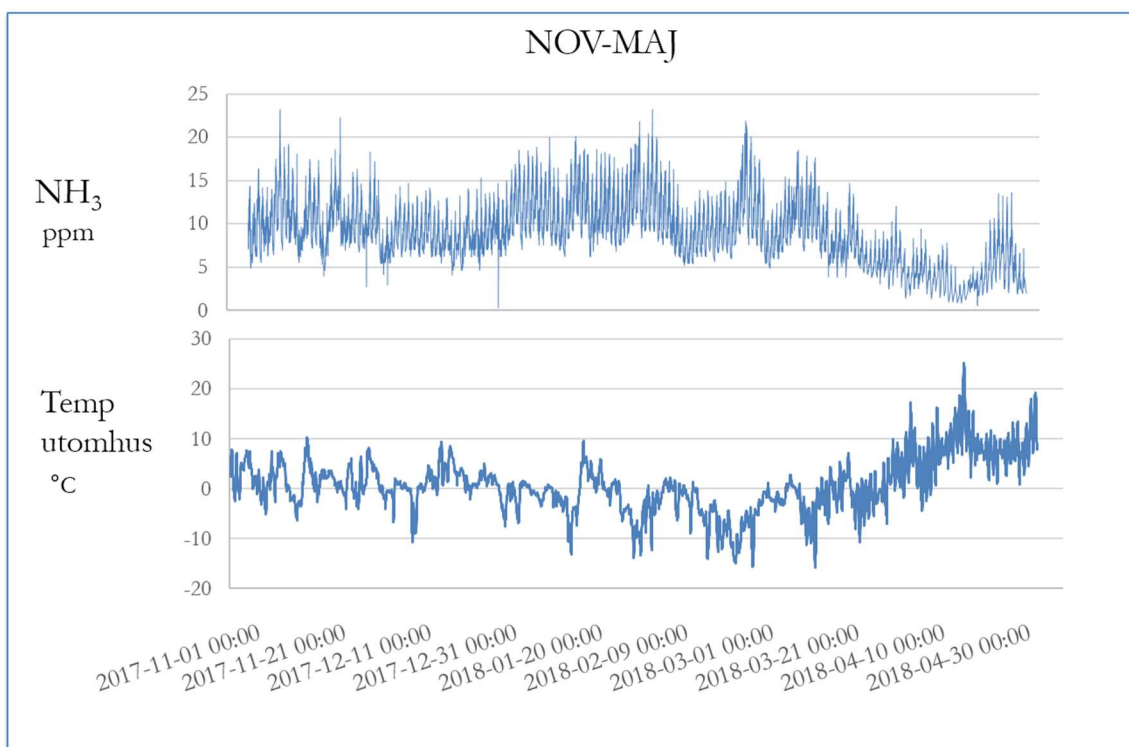
En dag hade dock systemet gått igång för fullt och dragit ner temperaturen till 12 grader i stallet. Producenten kopplade då bort styrningen av ammoniak för att systemet skulle återgå till det normala. Problematiken beskrevs för personen som installerade sensorn (behörig elektriker) som kom fram till att problemet kan ha berott på felaktiga nödlägesinställningar. Det kan ha varit så att ammoniakgränserna var satta alldeles för lågt och vid en viss tidpunkt, när denna nivå uppnåtts, så antog systemet att det var nödläge och "kör över" temperaturbegränsningarna för att göra allt för att få ner ammoniaknivåerna. Därmed kan det vara bra att vidta viss försiktighet om man avser att använda sensorn för att styra klimatsystemet i stallet. En god ide är att se till att alla inställningar är korrekt gjorda samt att i ett tidigt skede se till att bli notifierad om t ex temperaturen går under ett visst gränsvärde.



Graf 1. Ammoniakvärden uppmätta med den digitala DOL53 mätaren samt reagensrör under en 60 min period (var 10:e min) i vardera stall 1 och 2.



Graf 2. Dygnsvariation av ammoniak, relativ- och absolut fuktighet inomhus, temperatur inomhus samt relativ fuktighet och temperatur utomhus under åtta dygn i januari.



Graf 3. Förändringen av ammoniak och utetemperatur under de sex månader som projektet pågått (Nov 2017-Maj 2018).

Tabell 1. Korrelation mellan samtliga parametrar (ammoniak, temp och fukt (inne- och ute) baserat på medelvärden per dag under 182 dagar (n= 182).

	Utetemp	Utefukt	Innetemp	Innefukt	NH3
Utetemp	1				
Utefukt	-0,2	1			
Innetemp	0,6	-0,1	1		
Innefukt	-0,4	0,8	-0,3	1	
NH3	-0,7	0,5	-0,4	0,6	1

Slutsats

Utifrån intervjustudien kan slutsatsen dras att ventilationssystemen i värphönsstallar kräver speciell kompetens för att skötas effektivt samt att övervägande andel av de som intervjuades i studien hade upplevda problem med ammoniak och ett dåligt stallklimat någon gång under året.

Den nya sensorn har under de sex månader som datainsamling i projektet pågått visats ge tillförlitliga värden på ammoniak vid jämförelse med reagensrör. Detta ger helt nya möjligheter för producenter att hålla sig underrättade om ammoniakvärdena i sina stall samt en möjlighet att lättare utvärdera hur olika insatser påverkar ammoniaknivåerna. I de stall som ingått i denna studie visade ammoniakhalten en tydlig dygnsrytm med högst värden ca tolv timmar efter att ljuset tänts samt lägst nivå när ljuset är släckt. Denna rytm verkar starkt åtföljas av mängden fukt i stallet som visade på mycket liknade dygnsrytm. Avser man att använda sensorn för styrning av klimatsystemet rekommenderas en omsorgsfull genomgång av inställningarna för de styrande parametrarna samt att noggrant övervaka hur detta påverkar stallklimatet.

Informationsspridning av resultaten

Projektet deltog vid Svenska Äggs stämma 8/3 2018 och presenterade projektet och de preliminära resultat som dithills analyserats. Här deltog runt 90 personer från fjäderfäbranschens hela sektor (producenter, packerier, säljare, rådgivare, forskare, foderföretag etc.).

På Vreta Kluster ordnades ett seminarium och en workshop 29/5 2018 där alla slutliga resultat från projektet presenterades. Här deltog ett 40-tal personer varav en del från fjäderfäbranschen men även representanter från Sveriges Lantbruksuniversitet, Linköpings universitet, Jordbruksverket och Länsstyrelsen vilket visade ett brett intresse för projektet och ammoniakfrågor. Efter seminariet hölls en workshop enbart för äggproducenterna (ett 15-tal) för att diskutera problem och möjliga lösningar på ammoniakfrågan i stallarna.

I branschtidningen Fjäderfä publicerades en artikel "Ny ammoniakmätare testas – hur fungerar den i praktiken?" i nummer 6, 2018 (s. 36-37 samt s. 56). Där presenterades resultaten från projektet samt tankar och idéer från workshopen på Vreta Kluster. Även i Jordbruksaktuellt publicerades ett reportage "Utmaningen- Bättre stallklimat"(nummer 12, 2018 s. 6-7) där delar av resultaten från projektet presenterades.

Ett möte arrangerades med forskare från avdelningen för mekanisk värmeteorik och strömningslära vid Linköpings universitet. De har expertkunskap bland annat inom värmeöverföring, termisk mätteknik, strömningslära och aerodynamik med tonvikt på tillämpningar och beräkningar. Under mötet presenterades de stallklimatsproblem som väldigt stor del av värphönsproducenterna upplever idag och som tydligt framkom under projektet. Forskarna, som tidigare inte hade någon erfarenhet av fjäderfäbranschen, blev mycket intresserade av dessa frågor. Tillsammans utformade vi ett nytt projektupplägg med målet att upprätta ett digitalt värphönsstall där man i modellen skulle kunna simulera och förbättra stallklimatet på olika sätt. Ansökan skickades in till SLF 2018 och blev beviljad (*R-18-62-990 - Digitalt fjäderfästall för utvärdering och förbättring av stallklimat*).