



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Indeklimaets temadag Den intelligente stald.

Seniorspecialist, Cand. Agro. Arne Grønkjær Hansen

# Den intelligente stald

## Overvågning af

- Produktion, dvs. tilvækst, ydelse
- Forbrug: foder vand energi
- klima – betydning for velfærd, produktivitet og arbejdsmil
- Påvirkning af eksternt miljø (ammoniak) – virker mit miljøtiltag eller spild af penge?

Hvordan får vi overblik over det hele uden at drukne i information ?

# Storproduktion kræver overblik

The screenshot displays the FarmOnline Explorer interface. On the left, a tree view shows the farm structure with six houses, each having climate and production data points. The main area shows a 3D aerial view of the farm with six data pop-ups, one for each house, providing detailed production metrics.

**0 alarms**

**Farm**

- House 1
  - DOL 539 Climate
  - DOL 539 Production
- House 2
  - DOL 539 Climate
  - DOL 539 Production
- House 3
  - DOL 539 Climate
  - DOL 539 Production
- House 4
  - DOL 539 Climate
  - DOL 539 Production
- House 5
  - DOL 539 Climate
  - DOL 539 Production
- House 6
  - DOL 539 Climate
  - DOL 539 Production
  - Web Access

**Visualization**

**House 1**  
Status: Batch started - day 29  
Batch: Batch 05-10-2012  
Day: 29  
Animals: 36954  
FCR: 1,55  
Temp: 22,1 °C  
Humidity: 72,8 %RH  
Mortality: 2,50 %  
Birds weight: 1674 g  
Water bird/day: 268 ml  
Feed bird/day: 151 g

**House 2**  
Status: Batch started - day 29  
Batch: Batch 05-10-2012  
Day: 29  
Animals: 37075  
FCR: 1,68  
Temp: 22,3 °C  
Humidity: 68,1 %RH  
Mortality: 2,20 %  
Birds weight: 1572 g  
Water bird/day: 255 ml  
Feed bird/day: 155 g

**House 3**  
Status: Batch started - day 29  
Batch: Batch 05-10-2012  
Day: 29  
Animals: 37193  
FCR: 1,57  
Temp: 22,1 °C  
Humidity: 70,9 %RH  
Mortality: 1,80 %  
Birds weight: 1622 g  
Water bird/day: 255 ml  
Feed bird/day: 159 g

**House 4**  
Status: Batch started - day 29  
Batch: Batch 05-10-2012  
Day: 29  
Animals: 37183  
FCR: 1,63  
Temp: 21,4 °C  
Humidity: 70,9 %RH  
Mortality: 1,80 %  
Birds weight: 1584 g  
Water bird/day: 273 ml  
Feed bird/day: 156 g

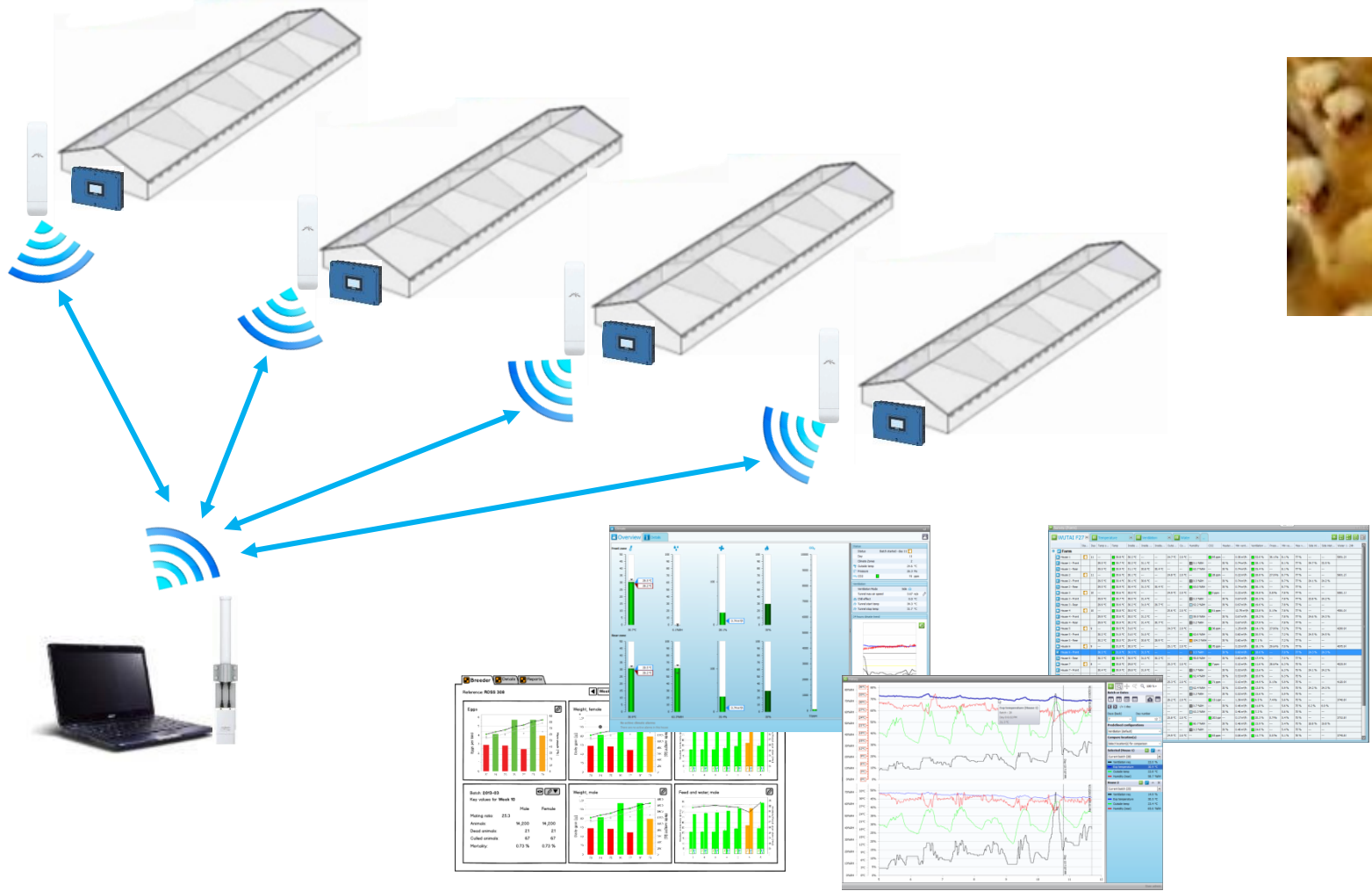
**House 5**  
Status: Batch started - day 29  
Batch: Batch 05-10-2012  
Day: 29  
Animals: 36894  
FCR: 1,63  
Temp: 22,3 °C  
Humidity: 75,7 %RH  
Mortality: 2,90 %  
Birds weight: 1703 g  
Water bird/day: 286 ml  
Feed bird/day: 154 g

**House 6**  
Status: Batch started - day 29  
Batch: Batch 05-10-2012  
Day: 29  
Animals: 37880  
FCR: 1,67  
Temp: 21,3 °C  
Humidity: 72,9 %RH  
Mortality: 2,50 %  
Birds weight: 1758 g  
Water bird/day: 323 ml  
Feed bird/day: 177 g

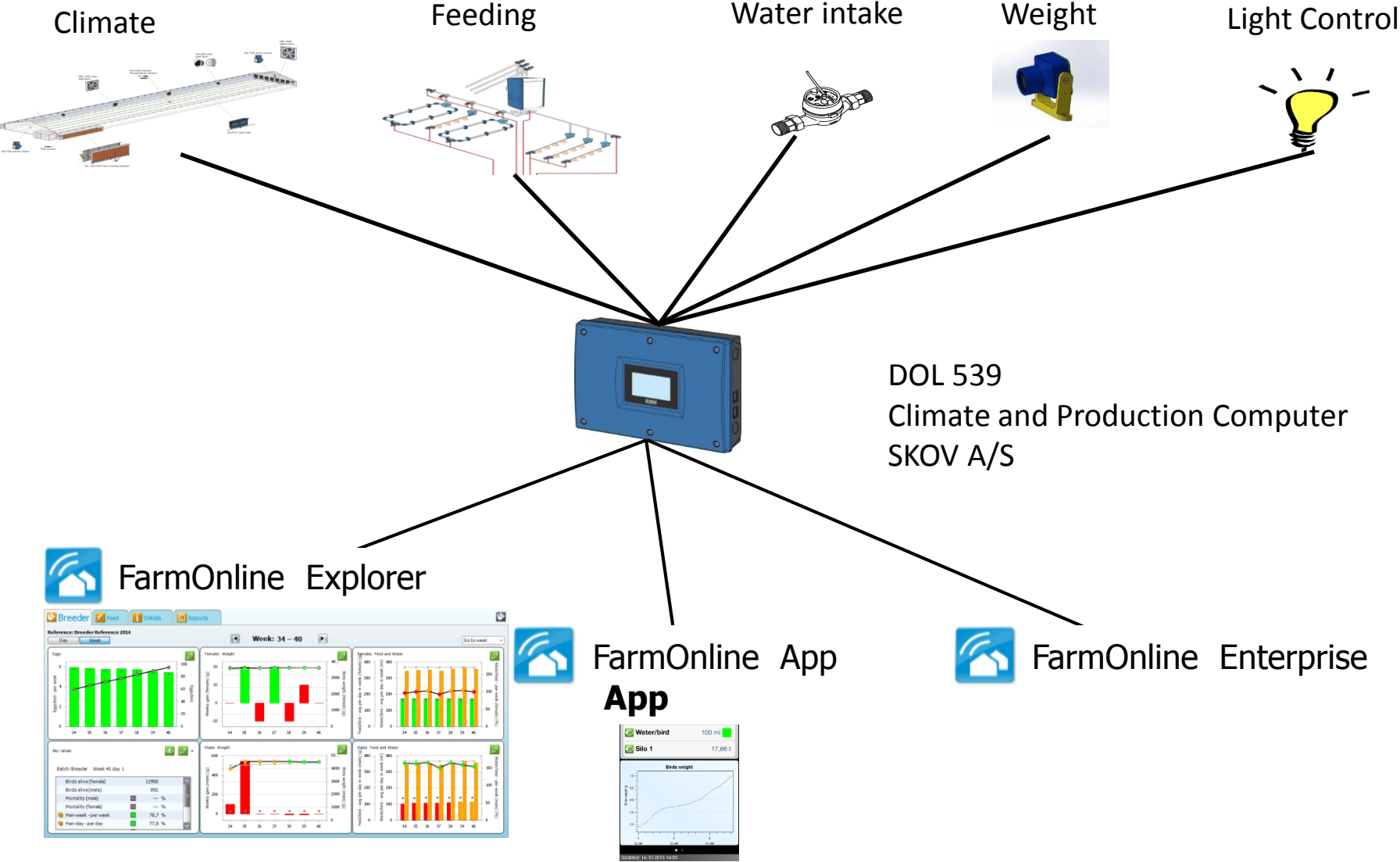
User: Admin - en



# Beslutningsstøtte og rådgivning på grundlag af aktuelle tal, on-line video mv.



# Styr på produktion, velfærd og miljø i ned sensorer



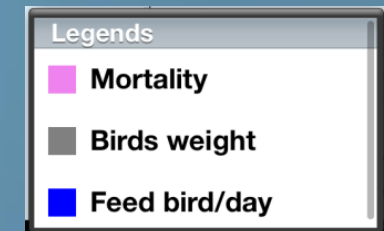
# Eksempel på nye redskaber Til driftsledere.

## Nøgletal og registrering via håndholdte devices/Apps

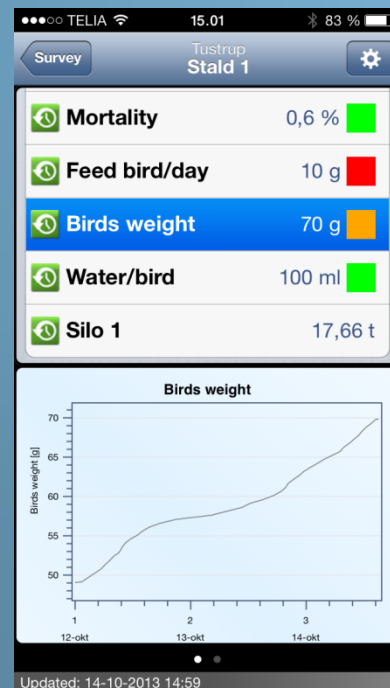
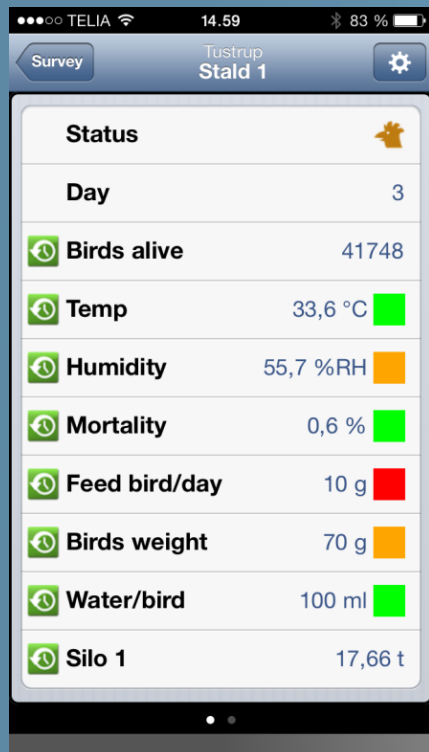


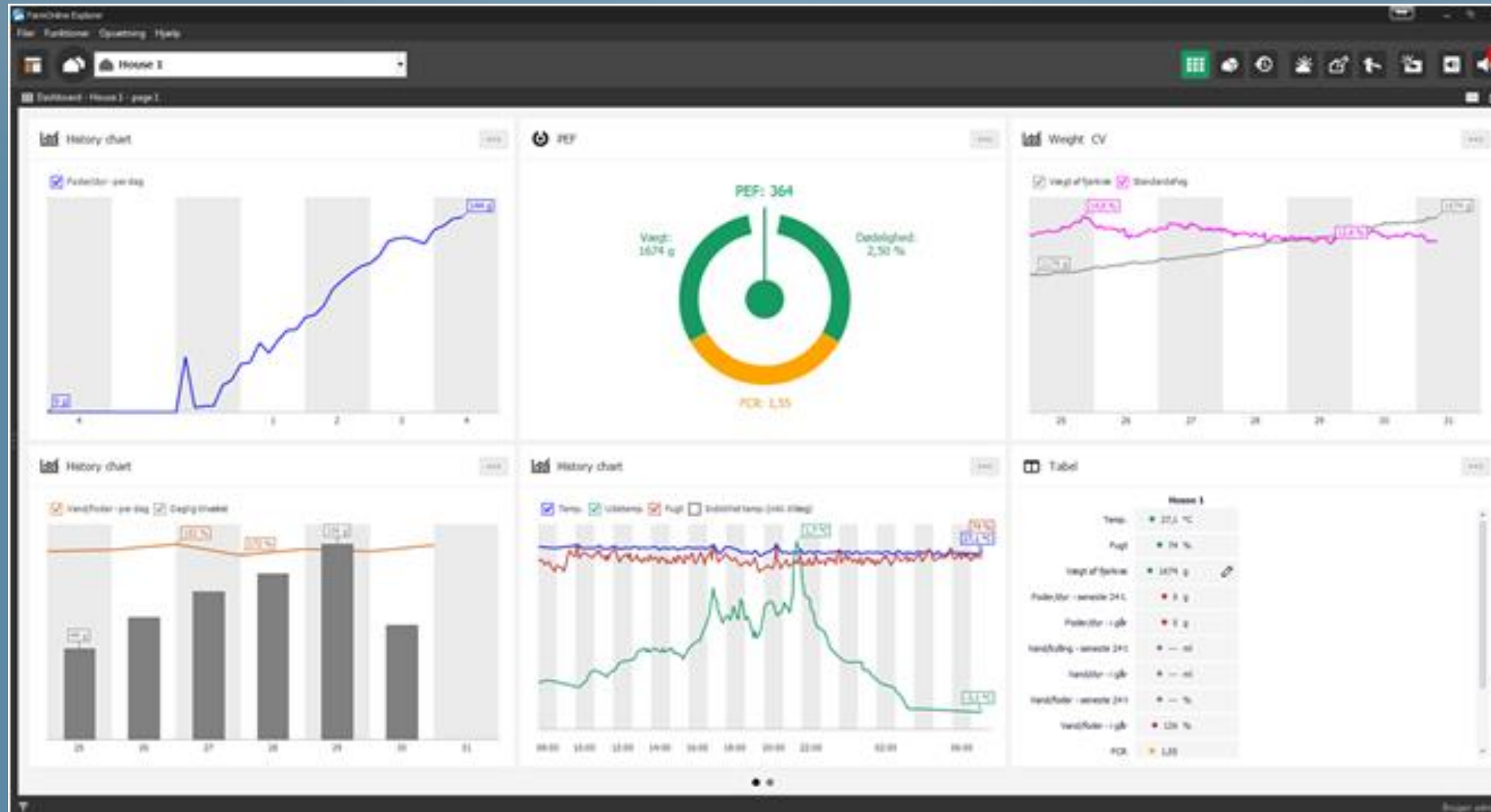
Location	Status	Day	Temp
Mosegaarden			
Stald 1	🐔	0	34 °C
Stald 2	🐔	0	34,3 °C
Stald 3	🐔	0	33,1 °C
Stald 4	🐔	0	33,9 °C
Stald 5	🐔	4	34,1 °C
Stald 6	🐔	4	33,8 °C

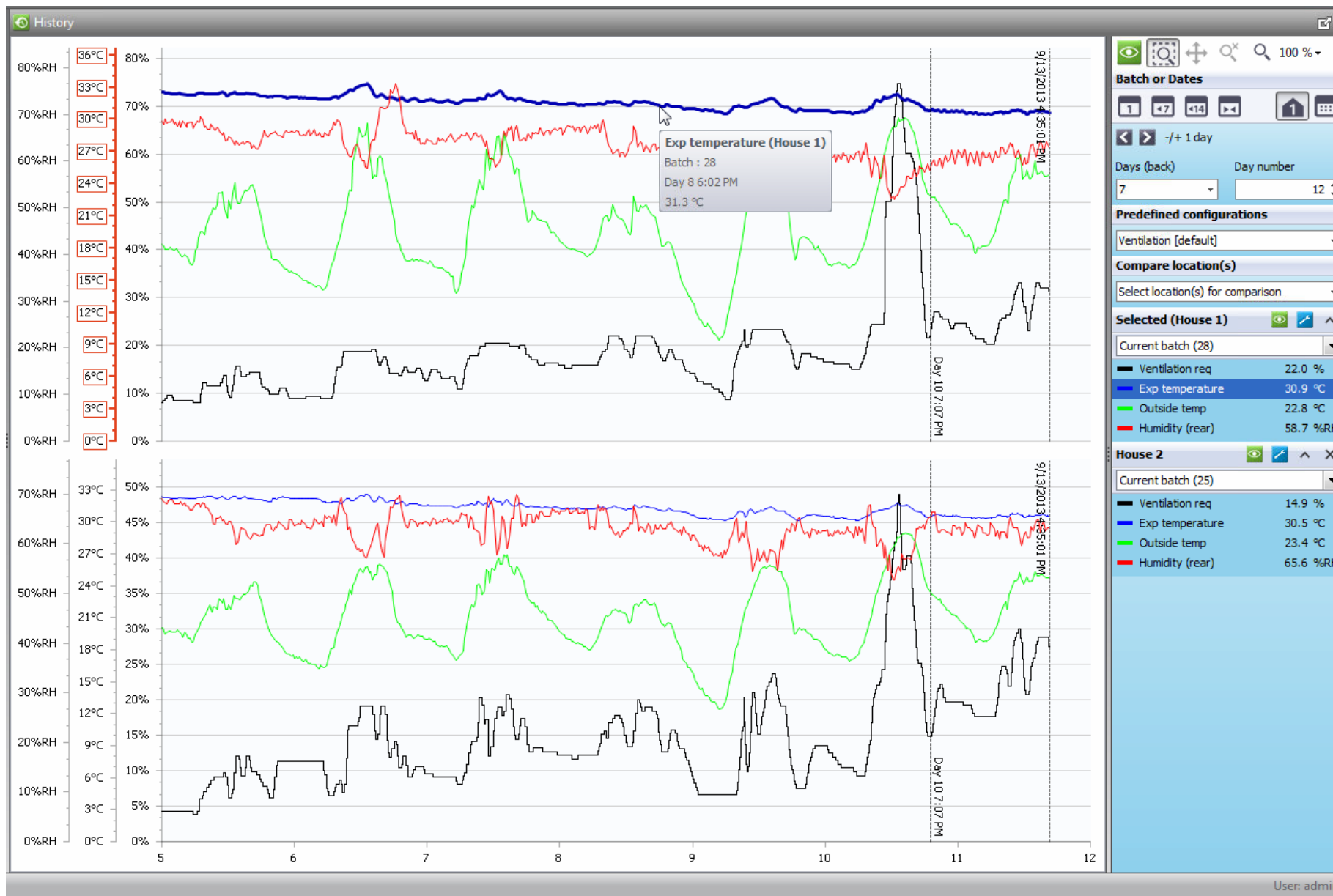
Updated: 14-10-2013 14:51



Legends	
🟡	Mortality
🟠	Birds weight
🟢	Feed bird/day









	Sta...	Day	Temp s...	Temp	Inside ...	Inside ...	Inside...	Outsi...	Co...	Humidity	CO2	Heater...	Min vent...	Ventilation ...	Press...	Min ve...	Max v...	Side inl...	Side inlet...	Water 1 - 24h
<b>Farm</b>																				
House 1	🏠	11	---	30.8 °C	30.2 °C	---	---	24.7 °C	2.0 °C	---	85 ppm	---	0.36 m³/h	32.0 %	36.1 Pa	8.1 %	77 %	---	---	5851.2 l
House 1 - Front			29.5 °C	30.7 °C	30.2 °C	31.1 °C	---	---	---	0.1 %RH	---	30 %	0.74 m³/h	28.1 %	---	8.1 %	77 %	34.7 %	33.5 %	
House 1 - Rear			29.5 °C	30.9 °C	31.1 °C	30.8 °C	30.4 °C	---	---	63.7 %RH	---	30 %	0.74 m³/h	35.4 %	---	8.1 %	77 %	---	---	
House 2	🏠	11	---	30.6 °C	30.1 °C	---	---	24.8 °C	2.0 °C	---	28 ppm	---	0.22 m³/h	28.8 %	27.0 Pa	8.7 %	77 %	---	---	5601.2 l
House 2 - Front			29.5 °C	30.4 °C	30.1 °C	30.6 °C	---	---	---	0.3 %RH	---	30 %	0.74 m³/h	21.5 %	---	8.7 %	77 %	24.1 %	24.2 %	
House 2 - Rear			29.5 °C	30.9 °C	30.4 °C	31.3 °C	30.4 °C	---	---	63.0 %RH	---	30 %	0.74 m³/h	36.1 %	---	8.7 %	77 %	---	---	
House 3	🏠	10	---	30.6 °C	30.0 °C	---	---	24.9 °C	2.0 °C	---	0 ppm	---	0.22 m³/h	19.8 %	0.8 Pa	7.8 %	77 %	---	---	5081.1 l
House 3 - Front			29.9 °C	30.7 °C	30.0 °C	31.4 °C	---	---	---	0.3 %RH	---	30 %	0.67 m³/h	20.2 %	---	7.8 %	77 %	23.8 %	24.2 %	
House 3 - Rear			29.9 °C	30.6 °C	30.2 °C	31.0 °C	29.7 °C	---	---	62.2 %RH	---	30 %	0.67 m³/h	19.6 %	---	7.8 %	77 %	---	---	
House 4	🏠	10	---	30.8 °C	30.0 °C	---	---	25.6 °C	2.0 °C	---	61 ppm	---	12.79 m³/h	23.8 %	0.1 Pa	7.8 %	77 %	---	---	4581.0 l
House 4 - Front			29.9 °C	30.6 °C	30.0 °C	31.2 °C	---	---	---	59.9 %RH	---	30 %	0.67 m³/h	19.2 %	---	7.8 %	77 %	24.6 %	24.3 %	
House 4 - Rear			29.9 °C	30.9 °C	30.3 °C	31.4 °C	30.7 °C	---	---	0.2 %RH	---	30 %	0.67 m³/h	27.9 %	---	7.8 %	77 %	---	---	
House 5	🏠	9	---	30.5 °C	31.0 °C	---	---	24.3 °C	2.0 °C	---	36 ppm	---	1.25 m³/h	14.1 %	27.8 Pa	7.2 %	77 %	---	---	4200.9 l
House 5 - Front			30.2 °C	31.0 °C	31.0 °C	31.0 °C	---	---	---	62.6 %RH	---	30 %	0.60 m³/h	20.5 %	---	7.2 %	77 %	24.5 %	24.5 %	
House 5 - Rear			30.2 °C	30.0 °C	29.4 °C	30.8 °C	28.9 °C	---	---	104.3 %RH	---	30 %	0.60 m³/h	7.1 %	---	7.2 %	77 %	---	---	
House 6	🏠	9	---	31.0 °C	30.5 °C	---	---	25.1 °C	2.0 °C	---	70 ppm	---	0.33 m³/h	18.1 %	29.6 Pa	7.0 %	77 %	---	---	4070.9 l
House 6 - Front			30.3 °C	31.0 °C	30.5 °C	31.5 °C	---	---	---	0.5 %RH	---	30 %	0.60 m³/h	18.6 %	---	7.0 %	77 %	24.3 %	24.3 %	
House 6 - Rear			30.3 °C	30.9 °C	30.9 °C	31.0 °C	30.2 °C	---	---	59.8 %RH	---	30 %	0.60 m³/h	17.4 %	---	7.0 %	77 %	---	---	
House 7	🏠	8	---	30.8 °C	29.8 °C	---	---	25.3 °C	2.0 °C	---	7 ppm	---	0.10 m³/h	11.6 %	28.6 Pa	6.3 %	75 %	---	---	4025.9 l
House 7 - Front			30.4 °C	30.9 °C	29.8 °C	31.9 °C	---	---	---	0.7 %RH	---	30 %	0.53 m³/h	13.6 %	---	6.3 %	75 %	24.1 %	24.2 %	
House 7 - Rear			30.4 °C	30.7 °C	29.8 °C	31.5 °C	32.1 °C	---	---	62.4 %RH	---	30 %	0.53 m³/h	10.0 %	---	6.3 %	75 %	---	---	
House 8	🏠	8	---	30.9 °C	30.3 °C	---	---	25.3 °C	2.0 °C	---	71 ppm	---	0.10 m³/h	14.9 %	0.1 Pa	5.9 %	75 %	---	---	4120.9 l
House 8 - Front			30.4 °C	31.0 °C	30.3 °C	31.6 °C	---	---	---	62.4 %RH	---	30 %	0.53 m³/h	13.8 %	---	5.9 %	75 %	24.2 %	24.3 %	
House 8 - Rear			30.4 °C	30.9 °C	30.4 °C	31.4 °C	32.7 °C	---	---	0.3 %RH	---	30 %	0.53 m³/h	15.6 %	---	5.9 %	75 %	---	---	
House 9	🏠	7	---	31.0 °C	31.3 °C	---	---	26.2 °C	2.0 °C	---	151 ppr	---	1.39 m³/h	9.5 %	7.4 Pa	5.6 %	75 %	---	---	3740.8 l
House 9 - Front			30.8 °C	31.2 °C	31.3 °C	31.0 °C	---	---	---	0.7 %RH	---	30 %	0.46 m³/h	11.8 %	---	5.6 %	75 %	6.2 %	6.9 %	
House 9 - Rear			30.8 °C	30.9 °C	31.0 °C	30.8 °C	31.9 °C	---	---	63.3 %RH	---	30 %	0.46 m³/h	7.3 %	---	5.6 %	75 %	---	---	
House 10	🏠	7	---	31.5 °C	31.3 °C	---	---	25.8 °C	2.0 °C	---	203 ppr	---	0.17 m³/h	20.3 %	0.7 Pa	5.4 %	75 %	---	---	3710.8 l
House 10 - Fr...			30.8 °C	31.3 °C	31.3 °C	31.4 °C	---	---	---	60.7 %RH	---	30 %	0.46 m³/h	15.9 %	---	5.4 %	75 %	18.8 %	19.8 %	
House 10 - Rear			30.8 °C	31.7 °C	31.3 °C	32.0 °C	30.6 °C	---	---	0.3 %RH	---	30 %	0.46 m³/h	24.6 %	---	5.4 %	75 %	---	---	
House 11	🏠	6	---	31.6 °C	31.6 °C	---	---	24.9 °C	2.0 °C	---	65 ppm	---	0.06 m³/h	11.7 %	0.0 Pa	5.1 %	76 %	---	---	3745.8 l

- Avanceret produktionsovervågning mest udviklet i fjerkræproduktion
- Giver det overblik eller drukner vi i alarmer og anden elektronisk støj for driftsleder?
- Kan vi gøre det bedre – Hvad mangler
- Miljø ?
- Energoptimering miljøteknologi
- Måling af dyrevelfærdsindikatorer ?

# Intelligent miljø-overvågning ?

## -Månegris, vision

### Svineproduktion i dag:

I dag stilles der miljøkrav til, hvad der puttes ind i stalden.



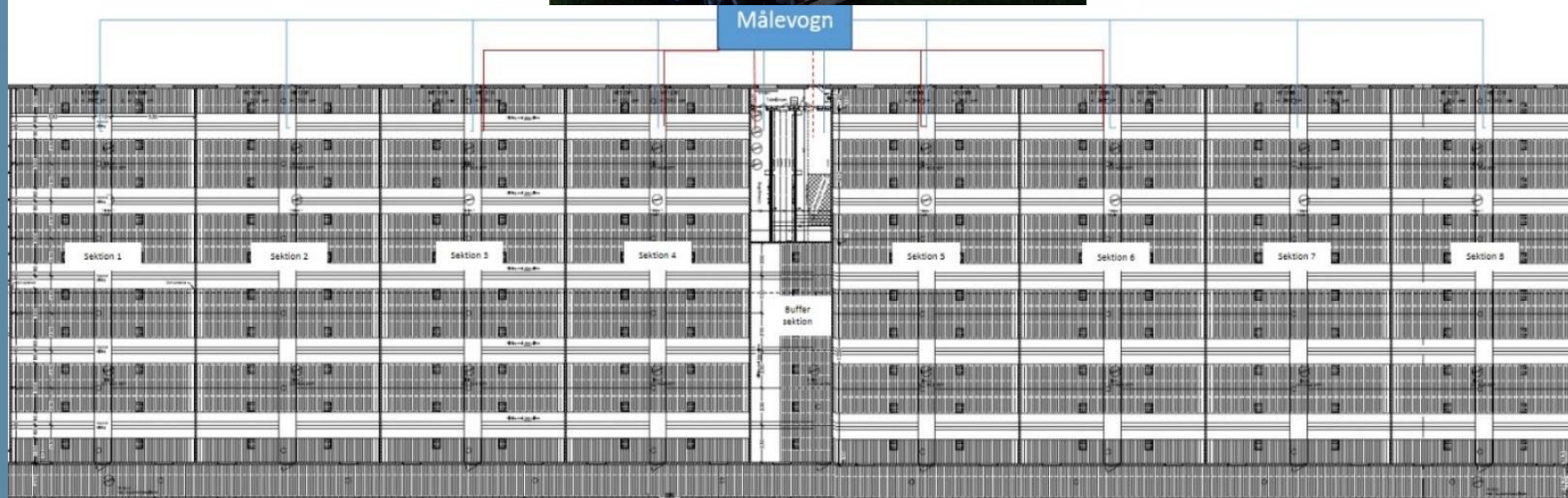
### Svineproduktion i fremtiden:

Målet er at vise, at der i fremtiden kan stilles krav til, hvad der kommer ud af stalden.



# FORSØGSGÅRD

Test af nye sensorer i 4 ud af 8 sektioner





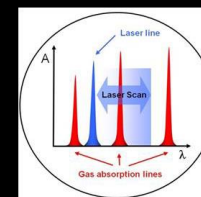
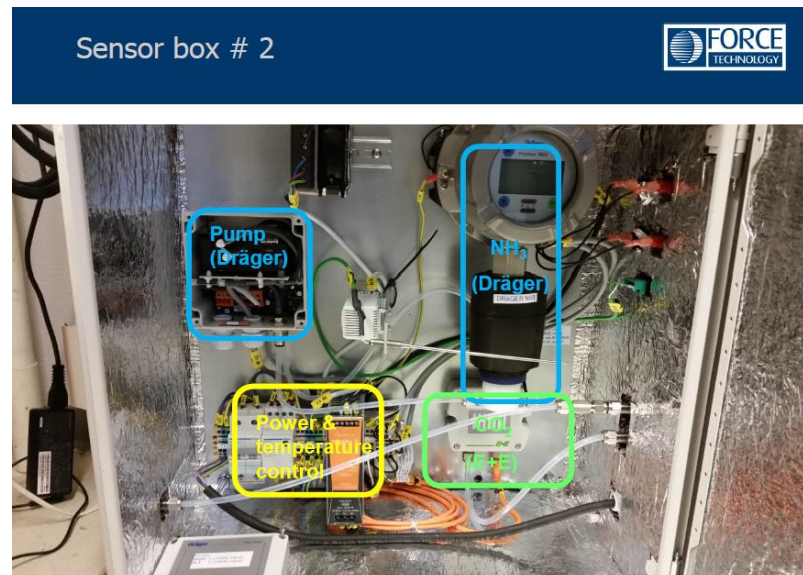
# Månegris projekt 2014-15 ☺

**Kommercielt flowmålerudstyr identificeret og testet**

**Flowmåleudstyr er evalueret af TI, som har udvalgt tre måleprincipper til videre test og afprøvning i både laboratorium og ved praktisk landbrug.**

**To prototyper til måling af ammoniak og CO2 er a)fremstillet, klar til implementering og testet**

**3 målesetup + reference jf. delrapport 2.1  
Alle klar til implementering.**





# Faglige resultater 14-15

- Der er udviklet test af sensorer – kan anvendes i regi af ETV (Environmental Technology Verification)
- TI har udviklet ny metode til flowbestemmelse i stalde vha. ultralyd, som kan videreudvikles i samarbejde med firmaer.
- Teknologisk Institut har indgået i to konsortier, som har søgt og fået bevilget GUDP gennemførlighedsundersøgelser i 2016 og planlægger at søge om opførelse af Månegris Modelstald i 2017.



# EKSEMPEL PÅ MÅLESETUP

Decentralt setup - Dräger



# Faglige resultater Månegris GTS projekt

## 14-15

- GTS institutterne har i fællesskab udviklet forskellige målesetup, som er kandidater til at dokumentere emissionen på de enkelte svinebedrift og danne grundlag for en fremtidig regulering.
- On-line målinger på bedriftsniveau med en usikkerhed på +/- 10 % af den sande værdi
- Total emission kan bestemmes v. måling i 5 ud af 13 sektioner i en stald –
- Løbende måling af indholdsstoffer i gylle vha. robot analyser MEGET dyrt- urealistisk, men kan måske anvendes til andre formål

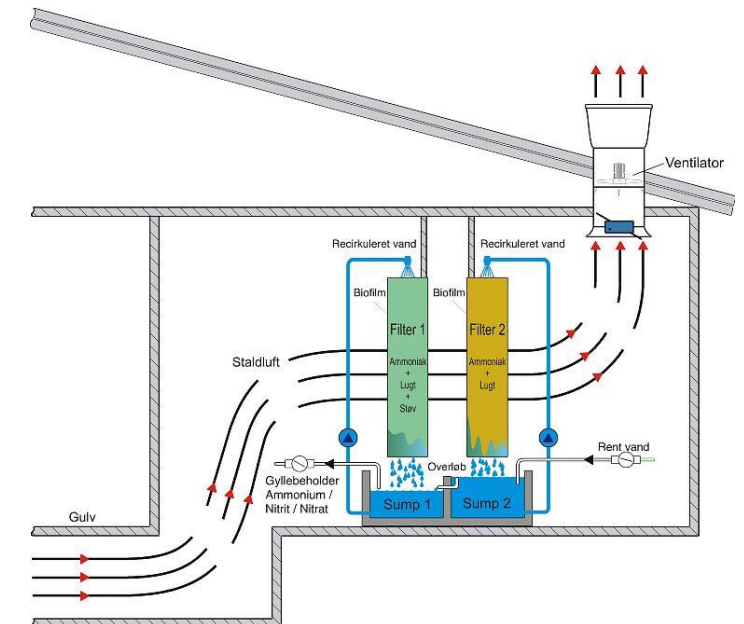
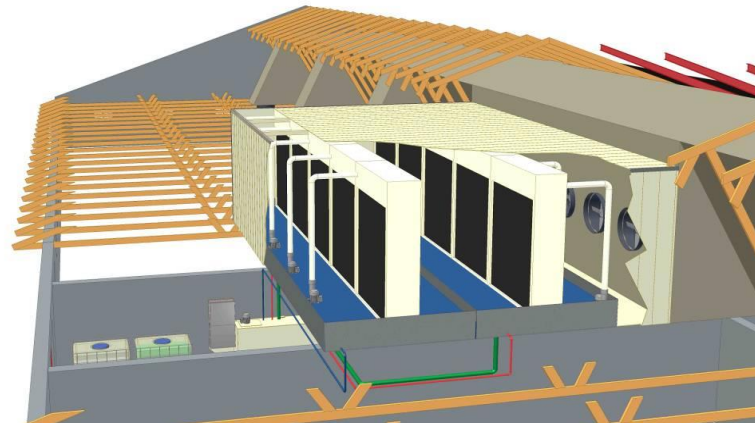


# Biologisk, kemisk luftrensning

- 10-30 % af luften – men fjerner teoretisk 60-70 % af ammoniak og lugt.
- Halvering af energiforbrug i forhold til rensning af 100 % af luften

## Perspektiver:

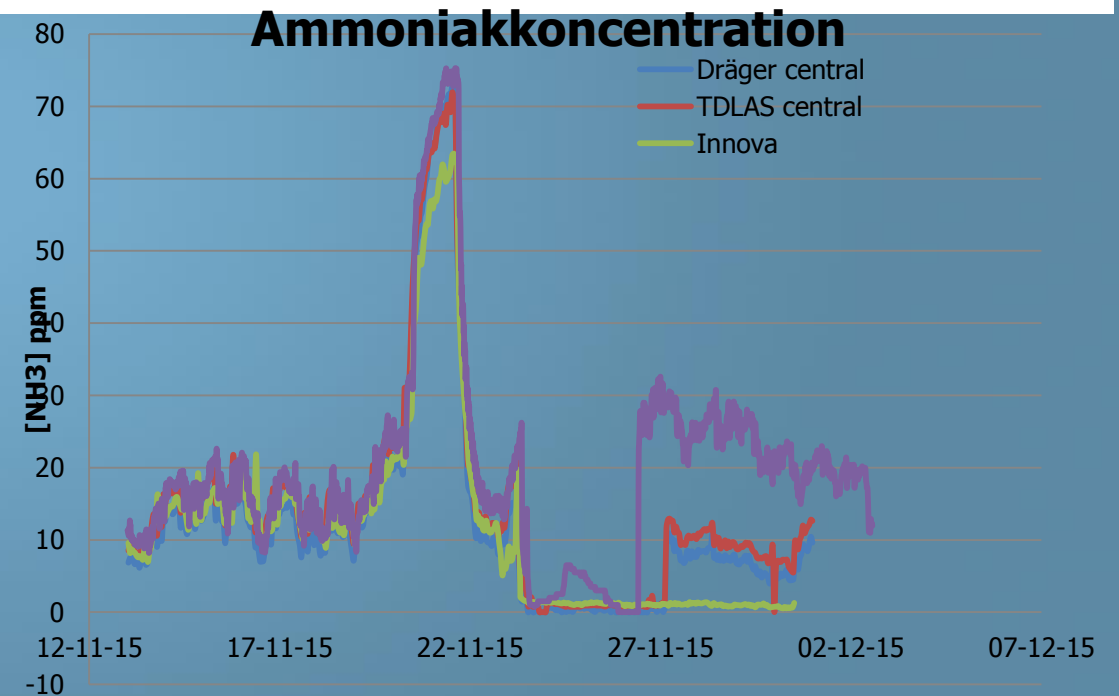
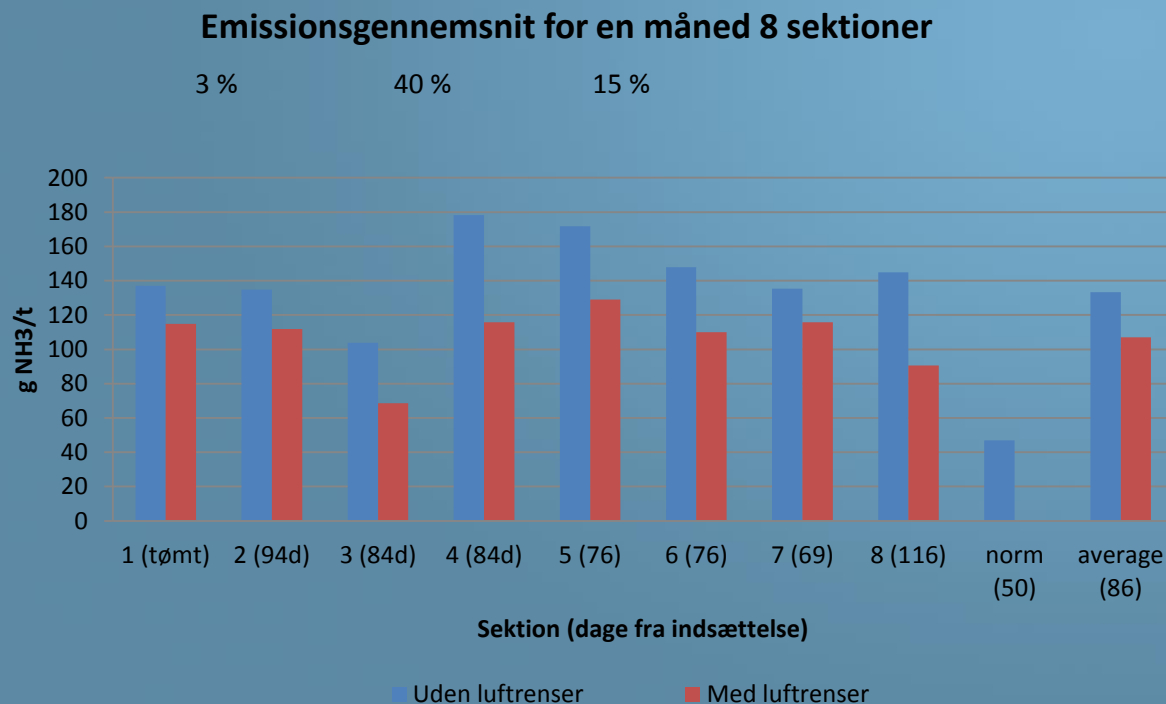
- Kan optimeres - Hent kun den mest forurenede luft
- Bestemt vha CO<sub>2</sub> og NH<sub>3</sub> sensorer i hvert staldafsnit.
- Køl indblæsningsluft og reducer lugt og ammoniak yderligere
- Med mindre energiforbrug





# Eks. på perspektiver

- Optimering af luftrensning og energiforbrug. Rens den mest forurenede luft.
- Sammenlignende tests af sensor setup
- Beslutningsstøtte – virker renser overhovedet ?





# Køling af indblæsningsluft.

Kan halvere lugtemission og reducere NH<sub>3</sub> emission om sommeren (Lyngby et al. 2012)

**Tabel 5.** Temperatur, luftskifte, kulidioxidkoncentration, ammoniakkoncentration og ammoniakemission i forsøgs- og kontrolsektion ved de to hold grise.

Hold	Sektion	N <sup>1</sup>	Ude-temperatur (°C)	Staldtemperatur (°C)	Ventilation (m <sup>3</sup> / time/gris)	CO <sub>2</sub> -koncentration (ppm)	NH <sub>3</sub> -koncentration (ppm)	NH <sub>3</sub> -emission (g NH <sub>3</sub> -N / time/gris)
1	Kontrol	24	13,2	19,4	85	1001	8,5	0,41
	Køling	24		21,1***	44***	1568***	14,7***	0,37***
2	Kontrol	20	7,6	19,1	75	1154	13,2	0,56
	Køling	20		18,9	36***	1889***	25,6***	0,52***

\*, \*\*, \*\*\* Statistisk sikker forskel, \*: P < 0,05; \*\*: P < 0,01; \*\*\*: P < 0,001  
<sup>1</sup> N = antal observationer (dage).

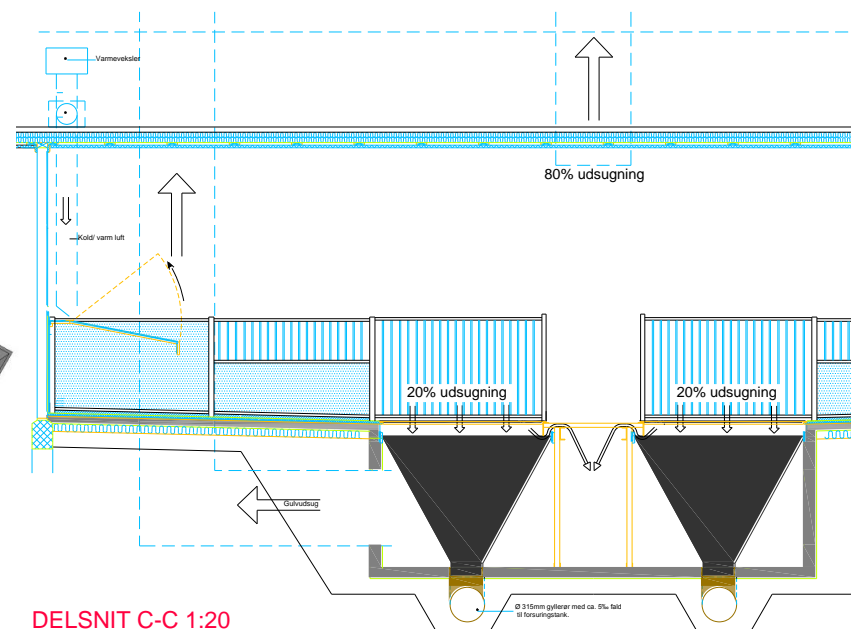
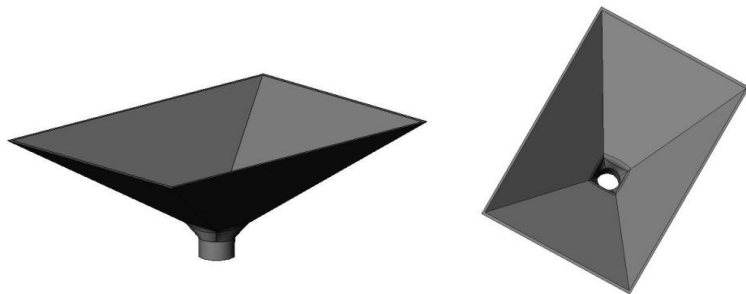
## Konklusion

Ved at halvere luftskiftet og samtidig opretholde den ønskede staldtemperatur ved at køle indblæsningsluften til stalden er der fundet en markant reduktion i lugtemissionen fra slagtesvinestalde. Ved hold 1 var luftskiftet fra forsøgssektionen på dagene med lugtmålinger gennemsnitlig reduceret med 48 procent, hvilket medførte en lugtreduktion på 33 pct. med 95 pct. konfidensintervallet [21 - 45] i forhold til kontrolsektionen. Ved hold 2 var luftskiftet gennemsnitlig reduceret med 52 pct., og det medførte en lugtreduktion på 47 pct. med 95 pct. konfidensintervallet [39 - 54].

# Nye udviklingsprojekter på vej 2017-18.

## Fuld skala demonstration af sensor- og miljøteknologi

- Lavemissions kanaler/tragte
- On Line emissionsmåling
- Delvis luftrensning
- Aircondition
- Mere halm
- Nye bakteriehæmmende biocider



# Perspektiver og muligheder – ventilation og Online målinger til dokumentation og styring

- **Der er opbygget viden og kompetencer i de deltagende GTS institutter, som på baggrund af RK Månegrís vil kunne udbyde ydelser mhp. løbende og korrekt dokumentation af emissionerne fra landbrug**
- **Landmænd vil kunne overholde gældende lovgivning på baggrund af målinger og frit vælge teknologi til opfyldelse af krav.**
- **Udvikling af styringssystemer til ventilation samt managementsystemer, der kombinerer big-data fra gas-sensorer, vægte, foderanlæg, videoudstyr (adfærd).**
- **Mulighed for udbredelse til øvrig husdyrproduktion, og teknologileverandører til denne - spec. fjerkræ.**
- **Hurtigere udvikling af ny miljøteknologi evt. uden krav til større verifikationer under VERA, som i dag er en barriere for mange virksomheder for at komme på markedet.**
- **Stadig udækket behov i forhold til sensorer til hurtig, sikker og billig bestemmelse af næringsstoffer i gylle. Dette ønskes også af maskinstationer og biogasanlæg.**
- **Stort behov for optimering af energiforbrug**

# Andre eksempler på intelligens i stalde - Robotterne kommer

- Vaskeroboter

<http://www.jakobssmedie.dk/produkter/vaskesystemer/vaskerobot.aspx>

- Fejerrobotter
- Malkerobotter
- Foderrobotter

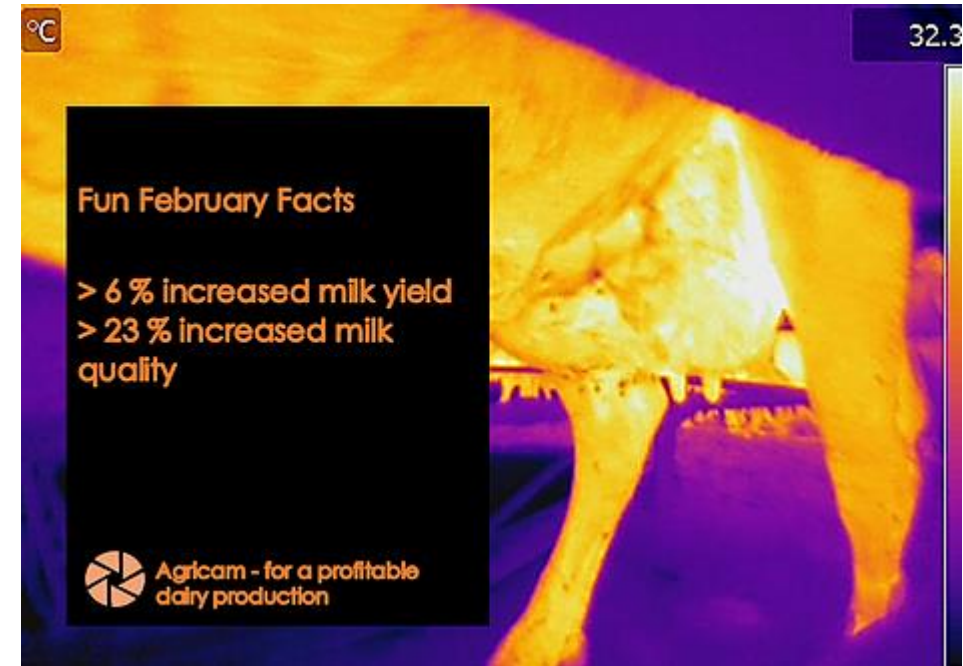
<https://www.youtube.com/watch?v=H6zXOTRCD3w>



# VLIR camera til mastitis detection

- Agricam scans over 10 000 analyses per day and detects of animals at risk of developing mastitis.
- 
- With an earlier and more precise detection rate the animal runs a 50 % chance of being exposed to antibiotic treatment.
- 
- Understanding and managing your herd and your animals has is now possible with never-before-seen efficiency and accuracy

<http://www.agricam.se/what-we-do>



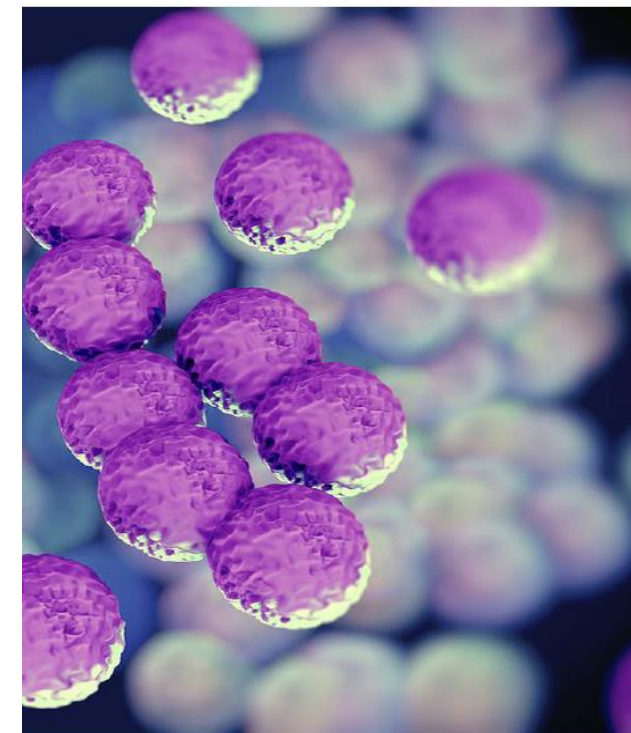


# Målemetoder til screening f.eks. MRSA

## Kampen mod multiresistente bakterier

reningssystemer til detektion af MRSA

Figur 5  
AeroCollect® systemet til indfangning af mulige patogener fra luften i veterinære miljøer. Til venstre ses selve systemet, som er et håndholdt udstyr, som ved hjælp af elektrostatiske kræfter fanger luftbårne/støvbårne patogener i chippen, som ses i toppen af udstyret. Til højre ses en illustration af brugen af AeroCollect® i brug i en hønsefarm.



# Nye sensorer på vej

## Men hvor hurtigt?

## Og kan vi lave de rigtige bruger-

## Flader der giver forbedret produktion ?



TEKNOLOGISK  
INSTITUT



Flow pattern, fjerkræ – trædepudesvidning på vej?

Intelligent videoovervågning af liggemønstre, tilsvining af leje og dyr ?

Hoste, svin

Fotovægte

Kropstemperatur

Vomfysiologi

Brunstdetektor



Brug for mere samarbejde om udvikling af værktøj !