

# FORBRUGSOMKOSTNINGER FOR KEMISK LUFTRENSER FRA MUNTERS A/S I EN SLAGTESVINESTALD

ERFARING NR. 1513

Den kemiske luftrensning MAC 2.0 havde et el-, syre- og vandforbrug på henholdsvis 18,2 kWh, 2,1 kg syre og 164 L vand pr. produceret gris ved fuld luftrensning fra en slagtesvinestald.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: MALENE JØRGENSEN

UDGIVET: 5. OKTOBER 2015

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Miljøteknologi

## Sammendrag

Formålet med erfaringsundersøgelsen var at fastlægge el-, syre- og vandforbruget samt vurdere driftsstabiliteten gennem ét år for den kemiske luftrensning MAC 2.0 fra Munters A/S. Luftrenseren var en videreudvikling af MAC 1.0.

Resultaterne viste, at el-, syre-, og vandforbruget pr. produceret gris var henholdsvis på 18,2 kWh, 2,1 kg syre og 164 L vand pr. produceret gris ved anvendelse af luftrensere MAC 2.0 fra Munters A/S. De beregnede forbrugsomkostninger blev på baggrund af de indsamlede data beregnet til 18,5 kr. pr. produceret gris. Afprøvningen blev gennemført igennem ét år i en slagtesvinestald og afprøvet ved fuld luftrensning. Energiforbruget vil sandsynligvis kunne reduceres i forhold til resultatet i denne afprøvning ved at anvende en mere energivenlig indstilling af udsugningskapaciteten i luftrenseren. Der var ingen driftsstop eller reparationer på luftrenseren i afprøvningsperioden, hvorved driftstiden var 100 %. Ammoniakkoncentrationen i ventilationsluften, målt som punktmålinger før og efter luftrenseren, blev gennemsnitligt reduceret med 93 %.

## Baggrund

Luftrensning med syre er en miljøteknologi, som har fundet anvendelse gennem flere år i forbindelse med projekteringen af nye staldanlæg, der mødes med krav om nedbringelse af emissionen af ammoniak.

Munters A/S har udviklet et kemisk luftrensningsanlæg, som reducerer koncentrationerne af ammoniak i udsugningsluften fra staldanlæg ved brug af svovlsyre. SEGES Videncenter for Svineproduktion testede luftrenseren igennem ét år i perioden 2010-2011 [1], samt igen i ét år i 2012-2013 [2], hvor effektiviteten mht. reduktion af ammoniak og lugt samt anlæggets driftssikkerhed og driftsomkostninger blev vurderet i henhold til VERA-protokollen [3]. Efterfølgende har Munters A/S videreudviklet luftrenseren til en version 2.0 af den kemiske luftrenser. Forskellen på version 2.0 i forhold til 1.0 er, at luftrenseren er opbygget horisontalt i stedet for vertikalt, samt at dråbefangene nu let kan trækkes ud, hvilket gør dem lettere at rengøre.

Formålet med erfaringsundersøgelsen var, at dokumentere forbrugsomkostningerne og driftsstabiliteten af den horisontale kemiske luftrenser MAC 2.0 fra Munters A/S ved anvendelse i en slagtesvinestald.

## Materiale og metode

Luftrenseren var tilkoblet en sektion til slagtesvin med 525 stipladser. Stierne i stalden målte 5,75 m i længden og 2,50 m i bredden. Stierne var indrettet med 1,75 m spaltegulv fra bagvæggen, 2,0 m drænet gulv i midten og 2,0 m spaltegulv ud mod gangen.

Gyllekummerne under stierne var ca. 60 cm dybe. Der blev sluset gylle ud ved en gyllehøjde på ca. 40 cm. Der blev fodret ad libitum med melfoder i rørfoderautomater.

## Opbygning af luftrenseren

Den del af ventilationsluften, som skulle renses, blev ledt ind i luftrenseren ved, at der var fjernet et vægelement og herefter bygget en kasse udenom. Luften blev ført ind i luftrenseren gennem en åbning med målene 2,8 m x 1,4 m. Foran de to dråbefang var der placeret et antal dyser på en dysebom, som sprayede det syreholdige vand ind i luften. Kammeret i luftrenseren, hvor indsprøjtningen af den sure væske foregik, var 4,5 m x 1,8 m x 1,5 m. Herefter blev luften ledt igennem to dråbefang for at tilbageholde det sure vand i renseren. De to dråbefang kunne manuelt trækkes ud (se figur 2), hvilket gjorde rengøringen lettere.

Den syreholdige væske (procesvand) i luftrenseren bestod af vand, som løbende blev tilsat 96 % svovlsyre. Procesvandet recirkulerede i luftrenseren gennem døgnet. Syretilsætningen blev reguleret efter pH på 2,0. Én gang i døgnet blev en delmængde af procesvandet lænset og ført over i lagertanken. Lænsningen var styret via en timer, hvorved lænsepumpen blev aktiveret og lænsede efter et fastlagt tidsinterval.



Figur 1. Luftrenser MAC 2.0 med syre fra Munters A/S etableret ved en slagtesvinestald.

Efter de to dråbefang i luftrenseren var der placeret to udsugningsenheder (Ø820 mm), som ledte luften ud af renseren. Luftrenseren var dimensioneret til en maksimal rensekapaletet på 25.000 m<sup>3</sup>/t.



Figur 2. De to dråbefang kan manuelt trækkes ud i forbindelse med rengøring.



Figur 3. Dysebom til opfugtning af luften med svovlsyre opløst i vand.

Stalden var undertryksventileret med luftindtag via vægventiler og luftudtag via tre ventilationsafkast i loftet. I afprøvningsperioden blev ét af afkastene i loftet blændet af, og ventilationsanlægget blev indreguleret således, at de resterende to ventilatorer i loftet ledte halvdelen af staldens luft ud, mens den resterende halvdel blev ledt igennem luftrenseren. Ventilatorerne i loftet og i luftrenseren kørte parallelt. Luftrenseren blev derved anvendt efter princippet fuld rensning (100 % luftrensning), selvom den kun håndterede den halve ventilerede luftmængde fra stalden.

Afprøvningen forløb i perioden 18. juli 2014 til 31. juli 2015 og omfattede fire hold slagtesvin.

## Registreringer

Én gang om måneden besøgte en tekniker fra SEGES Videncenter for Svineproduktion besætningen for at indsamle data og følge op på driften af luftrenseren.

De primære registreringer var følgende:

## Syre-, el- og vandforbrug

El- og vandforbruget blev aflæst under hvert teknikerbesøg på de dertilhørende målere. Syretanken blev ved hvert besøg vejlet, og herved blev syreforbruget registreret. Elforbruget var det samlede elforbrug for pumper og ventilatorer i luftrenseren.

## pH og ledningsevne

pH i væsken, der recirkulerede i luftrenseren, blev målt manuelt med Metrohm 826 Ph Mobile under hvert besøg samtidig med, at pH-værdien på pH-måleren på luftrenseren blev aflæst. Ledningsevnen blev ligeledes målt manuelt med Eutech Cyberscan con 400.

## Servicebesøg og landmandstilsyn

Det var aftalt med besætningen og SEGES Videncenter for Svineproduktion, at Munters A/S foretog tilsynet af luftrenseren, det vil sige de såkaldte landmandstilsyn. Alle besøgene og reparationer på luftrenseren samt tidsforbruget blev noteret i logbogen.

## Tryktabet over luftrenseren

Tryktabet målt over luftrenseren blev målt på hver besøgsdag.

## Antal grise og vægt

Antal grise i stalden blev på hver måledag registreret, og deres vægt blev visuelt vurderet.

De sekundære registreringer var følgende:

## Ammoniak og kuldioxid

På alle besøgsdagene blev koncentrationerne af ammoniak og kuldioxid målt med gasdetektorer (Kitagawa 105 SD og 126 SF). Der blev målt i luften før luftrenseren og i begge af afkastene efter luftrenseren.

## Luftydelsen

Luftydelsen blev målt kontinuerligt i de to afkast i stalden med Fancom målevinger (Ø800).

Luftydelsen i de to afkast i luftrenseren blev målt med målevinger af typen Reventa (Ø820).

## Stald- og udetemperatur

Stald- og udetemperatur blev ligeledes registreret på hver måledag gennem afprøvningsperioden.

Resultaterne heraf er vist i figur A5 i appendiks.

## Svineri

Svineri i stierne lejeareal blev på hver måledag visuelt bedømt på en skala fra 0-100 % svineri.

# Resultater og diskussion

I afprøvningsperioden blev der produceret i alt 2.082 grise i sektionen. Ventilationsmæssigt blev der gennemsnitligt over året ført 10.400 m<sup>3</sup>/time, svarende til 50 % af ventilationsluften fra stalden, gennem luftrenseren.

## Forbrugsomkostninger

Forbrugsomkostningerne er opgjort pr. produceret gris og fremgår af tabel 1.

De samlede forbrugsomkostninger kunne opgøres til 18,5 kr. pr. produceret gris. Dette inkluderer ikke etableringsomkostninger, arbejdstid, omkostninger til service og vedligehold, eller omkostninger til opbevaring af lænsevand i gylletank samt udbringning af lænsevand på marken. Under forudsætning af en pris på vand på 3,50 kr./m<sup>3</sup>, en pris på syre på 2,0 kr./kg og en elpris på 0,76 kr./kWh udgjorde de samlede forbrugsomkostninger for luftrenseren 22,8 kr. pr. produceret gris. Fra dette beløb fratrækkes den omkostning til ventilation, som besætningen ville have haft, såfremt ventilationsluften ikke var ført gennem en luftrenser. Typisk forventes et elforbrug til ventilation af slagtesvinestalde uden luftrensning på ca. 5,5 kWh pr. produceret gris [4].

Gennem afprøvningen kørte ventilatorerne i loftet og i luftrenseren parallelt. Luftrenseren blev derved anvendt efter princippet fuld rensning (100 % luftrensning), selvom den kun håndterede den halve ventilerede luftmængde fra stalden. Energiforbruget til luftrenseren kan sandsynligvis reduceres, hvis anlægget indreguleres således, at de første 12.500 m<sup>3</sup>/time af luften sendes ud via første afkast i luftrenseren, hvorefter afkast to starter.

**Tabel 1.** Forbrugsomkostninger til luftrensning med syre ved anvendelse af MAC 2.0 fra Munters A/S ved 100 % luftrensning gennem ét års afprøvning.

	Forbrugt i alt	Forbrugt pr. prod. gris	Pris pr. prod. gris
Vand	170 m <sup>3</sup>	164 L	0,57 kr.
Svovlsyre 96 %	2.140 kg	2,1 kg	4,2 kr.
El	24.649 kWh	23,7 kWh	17,9 kr.
Forbrugsomkostninger i alt pr. prod. gris, fratrukket omkostninger til ventilation uden luftrensning			18,5 kr.*
Lænsevandsproduktion til lagertank	23,8 m <sup>3</sup>	22,9 L	N/A

\*Den samlede forbrugsomkostning på 20,6 kr. er fratrukket 5,5 kWh til ventilation uden luftrensning, som udgør 4,2 kr.

I en tidligere afprøvning, hvor luftrenseren MAC 1.0 blev testet ved fuld luftrensning, lå elforbruget lidt højere (2,4 kWh pr. produceret gris) ved MAC 1.0 end i denne afprøvning. Derimod var der et lidt højere vandforbrug (42 L pr. produceret gris) ved MAC 2.0 [2]. Syreforbruget var 0,15 kg pr. produceret gris højere i denne afprøvning sammenlignet med MAC 1.0.

## Driftsstatus

Der var i afprøvningsforløbet ingen udfald på driften af luftrenseren. Der var desuden ingen reparationer på luftrenseren udover almindeligt tilsyn, og driftstiden var derfor 100 % i afprøvningsperioden.

Dråbefanget blev rengjort én gang i afprøvningsperioden (6. oktober 2014). Tryktabet over luftrenseren var i afprøvningsperioden gennemsnitlig 44 Pa, men det varierede over perioden jf. figur A1 i appendiks.

Anlægget var indstillet til en pH-værdi på pH 2,0. Den gennemsnitlige pH-værdi målt under hvert teknikerbesøg lå på 1,84 (se figur A2 i appendiks), mens den gennemsnitlige aflæste pH-værdi på luftrenseren lå på 2,0. pH-måleren på luftrenseren havde dermed en gennemsnitlig afvigelse på 8 % (højere værdier end det målte). Ledningsevnen lå gennemsnitligt på 101 mS/cm, hvilket er på samme niveau, som der blev målt på MAC 1.0 [2]. Ledningsevnen er et udtryk for, om styringsstrategien for lænsning af procesvandet er stabil. I appendiks figur A3 er ledningsevnen på hver måledag vist. Her ses, at ledningsevnen var nogenlunde stabil gennem afprøvningsperioden.

I appendiks tabel A1 er tidspunkterne for landmandstilsynene i afprøvningsperioden angivet. Under landmandstilsynene blev pH, syretildeling, dyser samt luftrenseranlægget eftersat og kontrolleret. Tidsforbruget samlet for alle landmandstilsynene var 120 minutter. Gennemsnittet for forbruget af tid pr. landmandstilsyn var 5 minutter pr. besøg.

## Ammoniak, kuldioxid og svineri

Resultaterne af punktmålingerne af ammoniakkoncentrationen før og efter luftrenseren er angivet i tabel 2. Resultaterne viser, at ammoniakkoncentrationen gennemsnitligt blev reduceret med 93 % ved anvendelse af den kemiske luftrenser. Punktmålingerne er vist i figur A4 i Appendiks. Der var som forventet ikke forskel på kuldioxidkoncentrationen målt før og efter luftrenseren. Den gennemsnitlige kuldioxidkoncentration lå på 1.630 ppm ( $\pm 560$ ) før luftrenseren og 1.670 ppm ( $\pm 605$ ) efter luftrenseren.

**Tabel 2.** Den gennemsnitlige ammoniakkoncentration målt via punktmålinger i ventilationsluften før og efter luftrenseren. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

Antal obs.	NH <sub>3</sub> -koncentration (ppm)		Reduktion %
	Før luftrenser	Efter luftrenser	
N			
14	12,5 (8,3-16,7)	0,84 (0,59-1,1)	93

Der var gennemsnitligt 7 % svineri i lejearealet i hele afprøvningsperioden. Der var derfor ikke problemer med hygiejnen i stiernes lejeareal, og grisene har derved anvendt stierne som tiltænkt.

## Konklusion

Ved at anvende Munters MAC 2.0 luftrensere ved 100 % luftrensning over et år udgjorde forbrugsomkostningerne 18,5 kr. pr. produceret gris. Dette beløb inkluderer et forbrug af vand på 164 L pr. produceret gris, et forbrug af syre på 2,1 kg syre pr. produceret gris og det ekstra elforbrug ved anvendelse af luftrenseren på 18,2 kWh pr. produceret gris, mens det ikke inkluderer etableringsomkostninger, udgifter til service og vedligehold samt opbevaring og udbringning af lænsevand. Der var ingen driftsstop eller reparationer på luftrenseren i afprøvningsperioden, hvorved driftstiden var 100 %. Luftrenseren MAC 2.0 fra Munters A/S reducerede gennemsnitligt ammoniakkoncentrationen fra slagtesvinestalden med 93 %.

## Referencer

- [1] Sørensen, K. (2013): Afprøvning af luftrensere med syre fra Munters. [Meddelelse nr. 970, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [2] Jørgensen, M. (2014): Afprøvning af kemisk luftrenser fra Munters A/S i en slagtesvinestald med fuld luftrensning. [Meddelelse nr. 1006, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [3] [Test Protocol for Air Cleaning Technologies, version 1, 2010-09-17.](#)
- [4] Landbrugsforlaget (2007): Håndbog i svinehold. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. ISBN: 978 87 7470 956 5

### Deltagere

**Tekniker:** Thomas Lund Sørensen, SEGES Videncenter for Svineproduktion

**Statistikker:** Mai Britt Friis Nielsen, SEGES Videncenter for Svineproduktion

Afprøvning nr. 1273

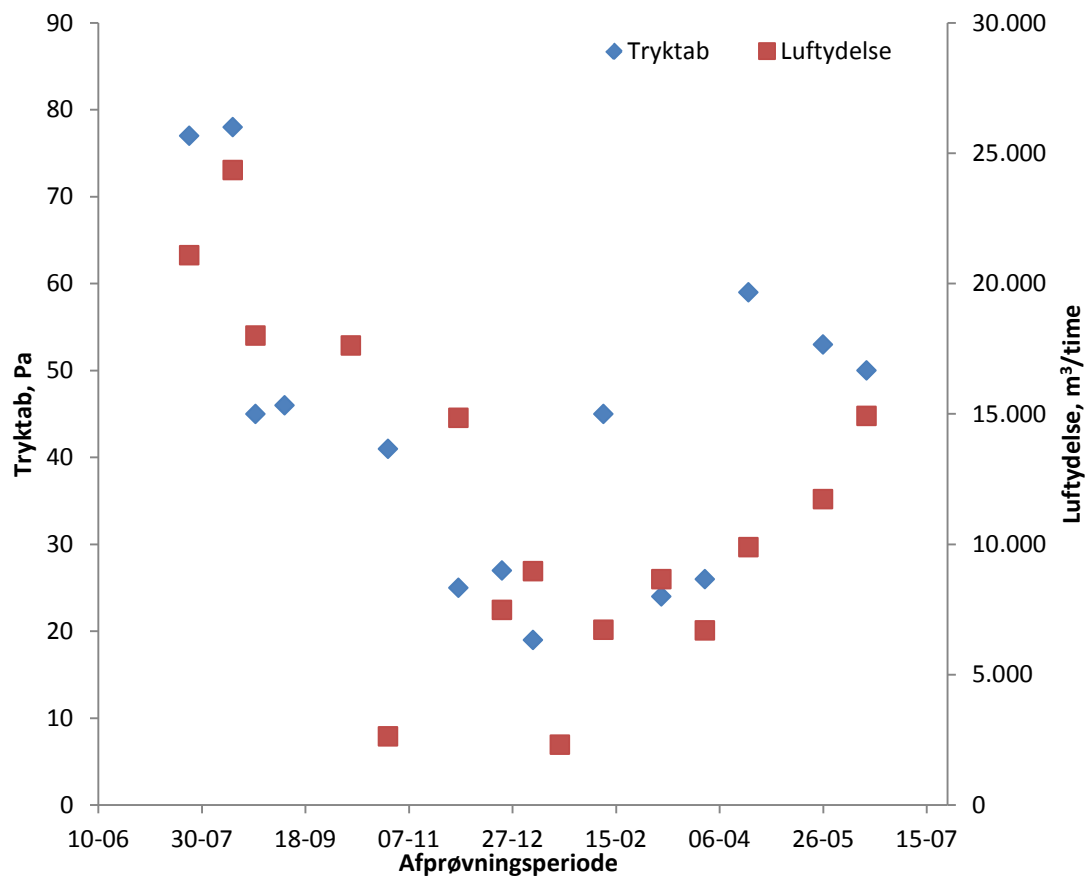
Aktivitetsnr.: 060-340110

GUDP journalnr.: 34009-12-0533

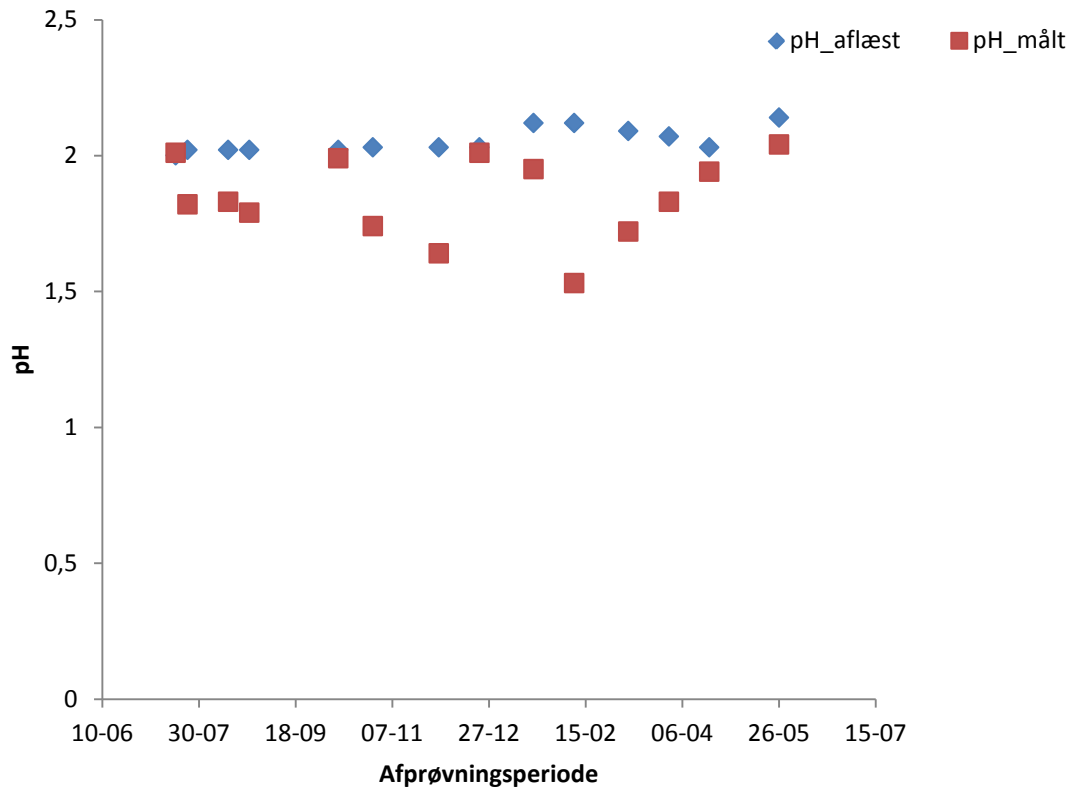
//ANR//



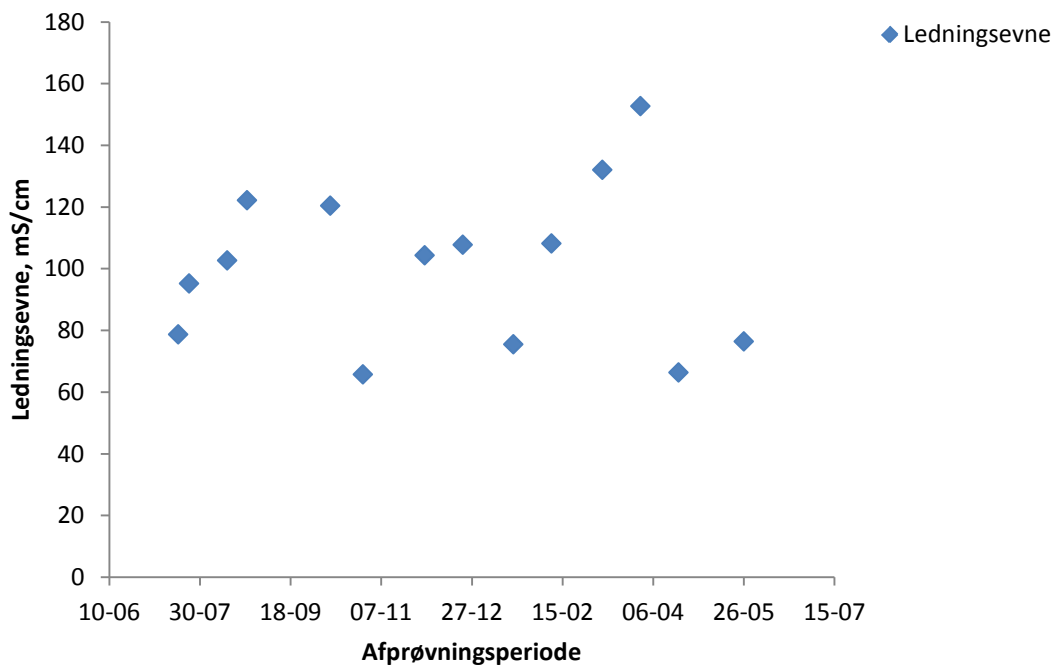
# Appendiks



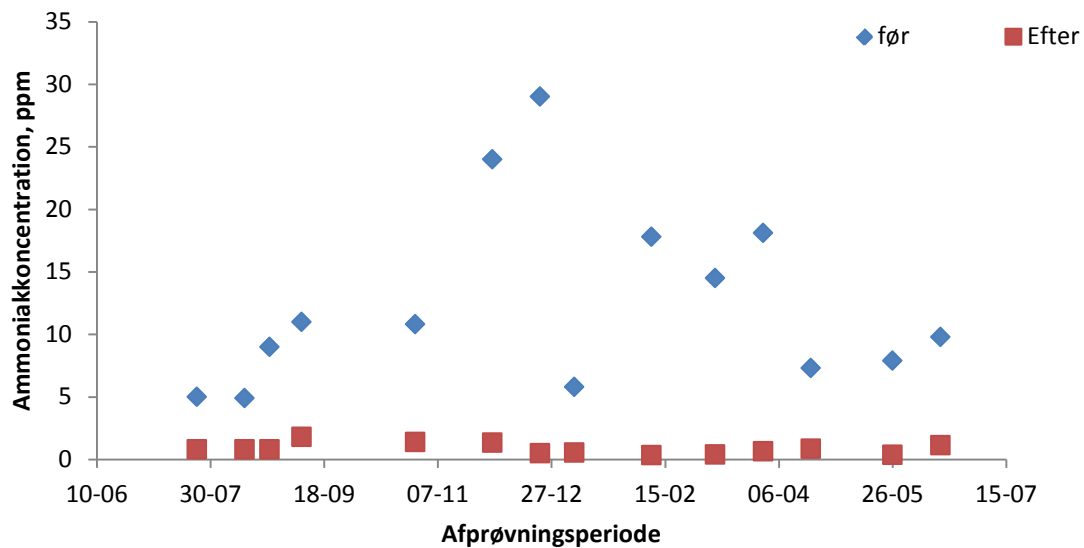
Figur A1. Tryktab målt over luftrenseren i afprøvningsperioden.



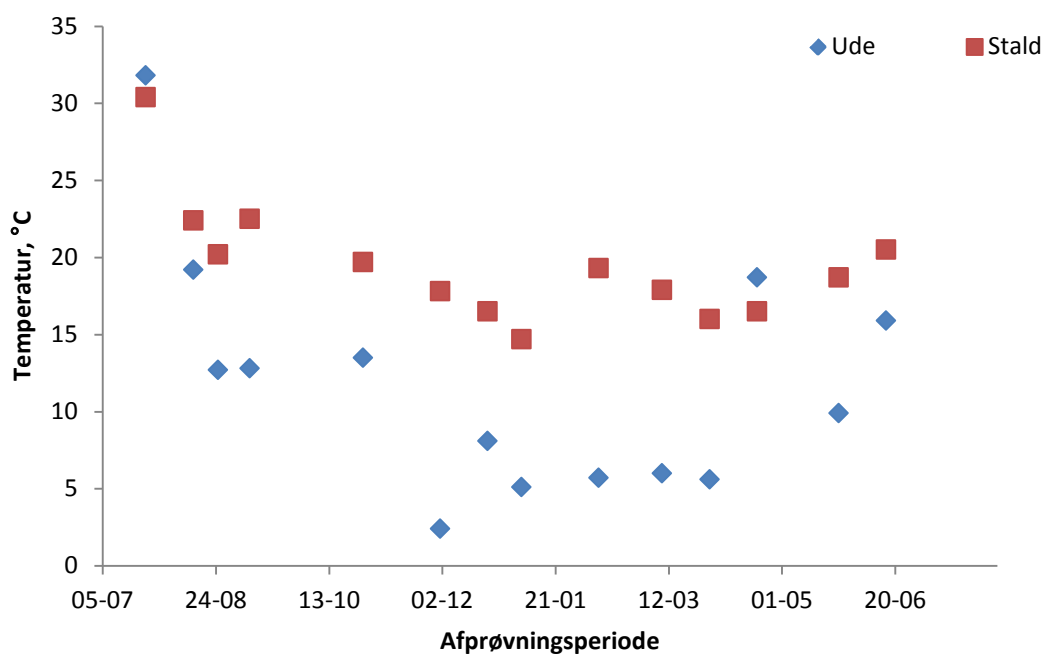
Figur A2. Målt pH og aflæst pH gennem afprøvningsperioden.



Figur A3. Ledningsevnen målt gennem afprøvningsperioden.



**Figur A4.** Ammoniakkoncentrationen før og efter luftrenseren gennem afprøvningsperioden målt med Kitagawa detektorrør.



**Figur A5.** Punktmålinger af ude- og staldtemperaturen på hver måledag gennem afprøvningsperioden.

**Tabel A1:** Landmandstilsyn af Munters A/S kemiske luftrensere MAC 2.0.

Dato	Bemærkning	Håndtering
15. august 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
22. august 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
28. august 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
3. september 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
17. september 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
25. september 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
6. oktober 2014	Landmandstilsyn	Klargøring og rengøring af filtre mellem to hold grise
31. oktober 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
18. november 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
4. december 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
9. december 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
22. december 2014	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
5. januar 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
19. januar 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
27. januar 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
4. februar 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
12. februar 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
17. februar 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
27. marts 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
16. april 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
8. maj 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
20. maj 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
27. maj 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
4. juni 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren
19. juni 2015	Landmandstilsyn	Eftersyn af luftrenseren

---

## VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

*Tlf.: 33 39 45 00*

*Fax: 33 11 25 45*

*[vsp-info@seges.dk](mailto:vsp-info@seges.dk)*



Ophavsretten tilhører Videncenter for Svineproduktion. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

Videncenter for Svineproduktion er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.