



AFPRØVNING AF BIOLOGISK LUFTRENSER FRA DORSET MILIEUTECHNIEK B.V.

MEDDELELSE NR. 925

Rotor A/S's biologiske luftrensere fra det hollandske firma Dorset reducerede ammoniakkoncentrationen til 1-2 ppm uanset årstid, svarende til en reduktion i emissionen på 77 %. Lugtreduktionen varierede over året, og var afhængig af hvilket laboratorium der analyserede prøverne.

INSTITUTION: DEN RULLENDE AFPRØVNING OG VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

FORFATTER: KAREN SØRENSEN

UDGIVET: 19. DECEMBER 2011

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Stalde og Miljø

Sammendrag

Rotor A/S forhandler en biologisk luftrensere fra det hollandske firma Dorset Milieutechnik B.V. Luftrenseren blev afprøvet ved en dansk slagtesvinestald, hvor den rensede al afkastluft fra en stald med 280 stipladser, og en maksimal ventilationskapacitet på 28.000 m³/t.

På 15 måledage, fordelt med 6 måledage i vinterperioden og 9 måledage i sommerperioden, blev der fundet en reduktion i ammoniakemissionen på 77 %. Luftrenseren reducerede ligeledes lugtemissionen. Her var reduktionens størrelse dog afhængig af, hvilket laboratorium der analyserede prøverne. To danske laboratorier fandt hhv. 53 og 60 % reduktion i lugtemissionen i vinterperioden, og hhv. ingen og 26 % lugtreduktion i sommerperioden. Anlægget reducerede svovlbrinteemissionen med ca. 30 % både sommer og vinter.

Læsevandet indeholdt ifølge laboratorieanalyser en kvælstofmængde på 1,7 kg N/m³, mens det kunne beregnes, at kvælstofindholdet kan have været op til 2,2 kg N/m³ læsevand, da prøverne blev udtaget.

Tryktabet over anlægget var på alle måledage lavt og maksimalt 40 Pa. En forholdsvis lav lufthastighed og et stort åbningsareal i påstikkene mellem stald og luftrensere var medvirkende til det lave tryktab.

Forbrugsomkostningerne til drift af luftrenseren, i form af vand og el, udgjorde 2,80 kr. pr. produceret gris. Der blev brugt 2,2 kWh pr. gris ekstra i el, fordelt med halvdelen til pumper og elektronik i luftrenseren og halvdelen til mer-energiforbrug pga. større tryktab i ventilationsanlæg med luftrensning. Forbruget af vand var 315 l. pr. produceret gris, mens mængden af lænset vand, som skal opbevares i lagertank, udgjorde 104 l. pr. produceret gris.

Projektet har fået tilskud fra Svineafgiftsfonden samt EU og Fødevareministeriets Landdistriktsprogram og har Projekt ID: VSP09/10/62 samt journalnr.: 3663-D-09-00365

Baggrund

Det danske ventilationsfirma Rotor A/S forhandler en biologisk luftrensere fra det hollandske firma Dorset Milieutechnik B.V. Luftrenseren har vist gode resultater mht. reduktion af ammoniak og lugt i en tysk DLG-test [1], og er på baggrund af den tyske test godkendt til brug ved svinestalde i både Tyskland og Holland.

Den tyske test viste dog, at luftrenseren havde et vandforbrug og lænsevandsproduktion, der var uforholdsmæssigt højt for danske forhold. Særligt problematisk var lænsevandsproduktionen, som blev målt til at være større end den gyllemængde, som grisene selv producerede. Dette forhold ville gøre anvendelse af luftrenseren under danske forhold urealistisk, idet lænsevandet skal opbevares i gylletank. Firmaet justerede derfor luftrenserens styringsstrategi, og det var forventningen, at luftrenseren efter denne ændring ville have et mindre vandforbrug og lænsevandsproduktion.

Formålet med denne afprøvning var at undersøge, om den biologiske luftrensere med de indførte ændringer i styringsstrategien, kunne reducere emissionen af lugt og ammoniak fra en dansk slagtesvinestald med et realistisk vandforbrug og lænsevandsproduktion.

Luftrenseren blev testet efter de VERA testforskrifter, der var gældende ved afprøvningsperiodens start, dvs. med krav om minimum 6 måledage i vinterperioden og minimum 8 måledage i sommerperioden [2]. Testprotokollen stiller samtidig krav om, at en luftrensere testes på to lokaliteter,

og sideløbende med Videncenter for Svineproduktions afprøvning foretog AgroTech A/S en test af luftrensere ved en anden besætning [3]. De to anlæg, der blev testet, var dog forskellige mht. luftbelastning pr. filteroverfladeareal.

Materiale og metode

Den testede biologiske luftrener var en 1-trins renser med filterelementet placeret horisontalt i renseren. Filterelementet var 90 cm tykt og bestod af plastikelementer med kanaler. Filterelementet blev befugtet ved hjælp af lavtryksdyser placeret, hvor luften ledes ind i anlægget, samt ved kontinuerlig overrisling med vand vha. tilsvarende dyser placeret over filteret. Den dimensionerende belastning i det afprøvede anlæg var 2.000 m³ luft pr. time pr. m² frontareal af filteret ved maksimal ventilation, og kontaktid mellem filterelement og luft under disse forhold var 1,6 sekund. Luftrenseren rensede al luft fra en sektion med 280 stipladser til slagtesvin med et samlet ventilationsbehov på 28.000 m³/t. Luften blev suget igennem anlægget vha. to ventilatorer placeret i toppen af luftrenseren.



Figur 1. Luftrener fra Dorset Milieutechnik B.V. som i Danmark forhandles af Rotor A/S.

Anlægget var placeret udenfor en staldsektion til slagtesvin, hvor vinduerne blev taget ud og erstattet med Ø800 ventilationsrør med spjæld, hvorved al ventilationsluft fra stalden kunne trækkes denne vej ud. Der var 4 påstik i alt med en dimensioneret luftydelse på 7.000 m³/time pr. påstik ved maksimal ventilation. Mellem stalden og luftrenseren blev der etableret en luftkanal, hvor luften blev samlet, inden den gik ind i luftrenseren. Stalden var indrettet med diffus ventilation, og de eksisterende udsugningsenheder blev frakoblet under afprøvningens forløb. Stalden var indrettet med 20 stier med fuldspaltegulv og tøfodring ad libitum.

Registreringer

Der blev udtaget luftprøver til analyse for lugtkoncentration på seks måledage i vinterperioden og på ni dage i sommerperioden. På alle måledage i sommerperioden blev prøverne udtaget, mens ventilationen kørte ved minimum 80 % af den maksimale ventilationskapacitet. Prøvetagningerne i vinterperioden blev foretaget ved staldens aktuelle ventilationsbehov. Målinger under vinterforhold blev foretaget i perioden 17. november 2009 til 25. marts 2010, mens målinger under sommerforhold blev foretaget i perioden 8. juni til 3. august 2010.

På måledagene blev der udtaget samtidige luftprøver fra udsugningsluften før og efter luftrenseren kl. 11 og kl. 12.30. Prøverne fra staldluften blev udtaget midt for indløbet til luftrenseren, mens prøverne af luften efter luftrenseren blev udtaget lige over det ene ventilationsafkast for at sikre en god opblanding af den rensede luft. Luftprøverne blev opsamlet i nalophanposer med et volumen på 30 l. Poserne blev fyldt med ca. 1 l. pr. minut, og prøveudtagningen forløb over 30 minutter. Opsamlingen af luftprøverne og bestemmelse af lugtkoncentrationen ved olfaktometri blev gjort i h.t. europæiske norm (DS/EN 13725:2003). På alle måledage blev der udtaget to parallelle luftprøver, som blev sendt til to forskellige danske laboratorier, mens der på fem måledage i sommerperioden blev udtaget yderligere en prøve, som blev sendt til et tysk laboratorium. De parallelle prøver blev udtaget ved at føre hhv. to eller tre lige lange slanger til prøvetagningsstedet, og placere dem samlet, så prøven blev udtaget af den samme luftstrøm, og derefter ført til separate nalophanposer. Alle prøver blev analyseret dagen efter udtagelsen.

Koncentrationerne af ammoniak, kuldioxid og svovlbrinte blev målt i luftstrømmen før og efter luftrenseren. Ammoniak og kuldioxid blev målt med detektorer (Kitagawa 105SD og 126SF), og svovlbrintekoncentrationen blev målt med Jerome 631-XE (Arizona Instrument LLC).

Udetemperatur og staldtemperatur blev målt med VE 10 temperaturfølere fra VengSystem A/S. Ventilationsydelsen i luftrenseren blev målt med Fancom målevinger, placeret før spjældet i de fire påstik. Temperatur og relativ luftfugtighed blev målt med TSI VelociCalc 9555-måler i forbindelse med udtagning af luftprøver til analyse for lugt.

Tryktabet over anlægget blev målt én gang pr. måledag med både væskemanometer samt elektronisk tryktabsmåler (TSI VelociCalc 9555).

På hver måledag blev der udtaget en vandprøve fra luftrenserens overrislingsvand til analyse for pH og ledningsevne. Herefter blev vandprøverne nedfrosset og sendt til Eurofins for analyse for Total-N, og de uorganiske kvælstofforbindelser NH_4^+ , NO_2^- og NO_3^- (SM 17 udg. 4500).

Forbruget af vand og produktionen af lænsevand blev aflæst på vandure ved hvert besøg i perioden august 2009 til august 2010.

Dyrenes antal blev registreret, og deres vægt vurderet visuelt på alle måledage.

Beregninger og statistik

Ammoniak- og svovlbrintekonzentrationer samt logaritmetransformerede lugtkonzentrationer før og efter den biologiske luftrensning blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS, under hensyntagen til gentagne målinger per dag.

Resultater og diskussion

Reduktion af ammoniak

Konzentrationen af ammoniak blev reduceret fra gennemsnitligt 10,0 ppm til gennemsnitligt 1,6 ppm over hele perioden, tabel 1. Samtidig viste målingerne, at koncentrationen af ammoniak blev reduceret til et fast, lavt niveau på 1,5 - 1,6 ppm både i sommer- og i vinterperioden, på trods af stor forskel i koncentrationen i den urensede luft, hhv. gennemsnitligt 6,5 ppm og 15,3 ppm. Dette fænomen er også set i en tidligere afprøvning af en sammenlignelig biologisk luftvasker [4].

Tabel 1. Ammoniakkoncentration og -emission før og efter biologisk luftrensning fra Dorset, samt den procentuelle reduktion af emissionen af ammoniak og lugt fra en slagtesvinestald. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

	NH ₃ koncentration før (ppm)	NH ₃ koncentration efter (ppm)	NH ₃ emission før (g NH ₃ -N/dyr/t)	NH ₃ emission efter (g NH ₃ -N/dyr/t)	Reduktion i emission (%)
Vinter	15,3 (9,7 – 21)	1,6*** (0,8 – 2,4)	0,23 (0,09 – 0,38)	0,05* (0 – 0,12)	79
Sommer	6,5 (5,6 – 7,3)	1,5*** (1,3 – 1,8)	0,35 (0,30 – 0,40)	0,08*** (0,07 – 0,1)	77
Samlet	10,0 (8,3 – 11,8)	1,6*** (0 – 3,3)	0,30 (0,26 – 0,35)	0,07*** (0,02 – 0,12)	77

, *: Statistisk sikker forskel mellem værdier for før og efter (: p < 0,001; *: p < 0,05)

Ved et af holdene i vinterperioden blev der indsat flere end 280 grise i stalden, efter en periode blev de overskydende dyr fordelt til andre stalde. Når emissionen efterfølgende opgøres pr. dyr, betyder de ekstra dyr i stalden, at den fjernede kvælstofmængde således fordeles på flere dyr, hvorved den beregnede reduktion pr. dyr bliver mindre. I sommerperioden blev der indsat 280 dyr ved start af holdet, og da der blev foretaget flere målinger i sommer- end i vinterperioden udjævnes effekten af de få dage med flere end 280 dyr i stalden, og det vurderes, at den samlede reduktion over året på 77 % er repræsentativ for anlægget.

VERA-protokollen foreskriver, at koncentrationen af ammoniak måles kontinuerligt i måleperioderne både sommer og vinter. Derfor blev der opsat udstyr, der kunne måle ammoniak kontinuerligt ved infrarød spektroskopi (INNOVA, Lumasense Technologies). Der var imidlertid store vanskeligheder med at få dette udstyr til at fungere pålideligt i det fugtige miljø i luftrenseren, hvorfor den endelige opgørelse af luftrenserens ammoniakreduktion er foretaget på baggrund af målinger med detektionsrør. Der blev dog foretaget kontinuerlige målinger af ammoniak med INNOVA-udstyr i en tre ugers periode i sommeren 2010. Disse målinger er vist i figur A2 i Appendiks. De kontinuerlige målinger bekræfter den observerede reduktion af ammoniakkoncentration, som blev fundet i målingerne med detektionsrør, ligesom den gennemsnitlige reduktion stemmer overens med reduktionerne målt med detektionsrør i sommerperioden.

Reduktion af lugt

Lugtkoncentrationen blev ligeledes reduceret over luftrenseren. Her var der forskel på, hvor stor en procentuel lugtreduktion der blev fundet, når koncentrationen blev målt på flere forskellige laboratorier, ligesom der var forskel på reduktionseffektiviteten i vinter- og sommerperioden.

Tablet 2. Lugtkoncentration og -emissioner før og efter biologisk luftrenser fra Dorset, samt procentuel reduktion af lugtemissionen på 15 måledage, fordelt med 6 måledage i vinterperioden og 9 måledage i sommerperioden. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

		Koncentration før (OU _E /m ³)	Koncentration efter (OU _E /m ³)	Emission før (OU _E /s/1000 kg dyr)	Emission efter (OU _E /s/1000 kg dyr)	Reduktion (%)
DMRI	Vinter	1550 (80 - 3000)	740 ^{***} (380 - 1420)	142 (73 - 276)	67 ^{**} (35 - 131)	53
	Sommer	700 (550 - 900)	580 ^{N.S.} (450 - 740)	314 (241 - 409)	260 ^{N.S.} (200 - 339)	-
	Samlet	960 (700 - 1310)	640 ^{**} (470 - 870)	228 (153 - 343)	151 ^{***} (101 - 227)	34
Eurofins	Vinter	1640 (920 - 2900)	650 ^{***} (370 - 1160)	177 (74 - 422)	72 ^{***} (30 - 170)	60
	Sommer	820 (660 - 1030)	600 ^{**} (490 - 760)	371 (284 - 486)	273 ^{**} (209 - 357)	26
	Samlet	1040 (810 - 1330)	640 ^{***} (470 - 870)	283 (185 - 433)	169 ^{***} (111 - 259)	40

, **: Statistisk sikker forskel mellem værdier for før og efter (: p < 0,001; **: p < 0,01)

N.S.: Ikke statistisk sikker forskel

I vinterperioden blev lugtkoncentrationen reduceret fra gennemsnitligt 1.550 OU_E/m³ til gennemsnitligt 740 OU_E/m³, når prøverne blev analyseret ved DMRI. Analyserne udført af Eurofins viste gennemsnitlige lugtkoncentrationer i samme niveau, tabel 2.

Der blev fundet en statistisk sikker reduktion af lugtemissionen set over hele måleperioden, både når prøverne blev analyseret ved DMRI, og når prøverne blev analyseret ved Eurofins. Prøverne analyseret hos DMRI viste, at lugtemissionen blev reduceret fra 228 OU_E/s/1.000 kg dyr til 151 OU_E/s/1.000 kg dyr over luftrenseren, svarende til en reduktion på 34 %. Ved analyse hos Eurofins blev det fundet, at emissionen blev reduceret fra 283 OU_E/s/1.000 kg dyr til 169 OU_E/s/1.000 kg dyr, svarende til en reduktion på 40 %. Den samlede reduktion i lugtemissionen indeholder dog en betydelig årstidsvariation, idet der blev fundet en betydeligt højere reduktion i vinterperioden end i sommerperioden, tabel 2. Ved opgørelse af lugtreduktionen ud fra prøver analyseret af DMRI blev der ikke fundet en statistisk sikker lugtreduktion i sommerperioden ($p=0,11$), mens analyseresultaterne fra Eurofins viste en reduktion på 26 %.

Under afprøvningens forløb blev VSP opmærksom på, at der var betydelige niveaumæssige forskelle på lugtkoncentrationerne i prøver taget ved svinestalde, når de blev målt af danske og et tysk laboratorium (upublicerede resultater). Det var ikke kendt, om dette fænomen kunne have betydning for luftrenseres effektivitet, når de blev gjort op som procentuelle reduktioner af lugtemissioner, som er det, der anvendes i det danske sagsbehandlingssystem i forbindelse med miljøgodkendelser. På fem måledage om sommeren blev der derfor opsamlet luftprøver til analyse på et tysk laboratorium LUFA Nord-West, foruden de to danske. Koncentrationerne målt af LUFA Nord-West var på alle måledage tydeligt lavere end koncentrationerne målt af de danske laboratorier, figur A3 i appendiks. På de fem måledage i sommerperioden, hvor der blev sendt prøver til analyse på alle tre laboratorier, blev der fundet en lugtreduktion på 63 % på det tyske laboratorium, mens de fem måledage var for lidt til at detektere en reduktion i lugtkoncentrationen ved de to danske laboratorier, tabel A1 i Appendiks. Det kunne derfor konstateres, at luftrenserens lugtreduktion ikke var den samme, når der blev målt på hhv. to danske og et tysk laboratorium. Dette er yderst problematisk i forhold til, at det er ønskværdigt, at resultater fra afprøvninger af miljøteknologier i ét land kan anvendes i forbindelse med godkendelse af en miljøteknologi i andre lande.

Det vides ikke, hvorfor der forekommer denne betydelige forskel i resultatet af lugtanalyser, idet analysen på alle laboratorier er udført i h.t. den europæiske norm. Miljøstyrelsen er som den ansvarlige myndighed på området i gang med at udrede denne problemstilling.

Reduktion af svovlbrinte

Luftrenseren kunne på alle måledage reducere koncentrationen af svovlbrinte (H₂S). Koncentrationen af svovlbrinte blev reduceret med ca. 30 % i både sommer- og vinterperioden, tabel 3. Svovlbrinte anvendes ofte som repræsentant for de stærkt lugtende reducerede svovlforbindelser til en indikation af, om der kan forventes en lugtreduktion, målt ved olfaktometri, idet denne analyse kan foretages på

stedet, og samtidig er behæftet med en langt mindre usikkerhed end olfaktometri. En reduktion i svovlbrintekonzentrationen på samlet 31 % understøtter således den fundne lugtreduktion over året som helhed. Lugten fra svinestalde er dog en kompleks blanding af kemiske stoffer, hvorfor olfaktometri fortsat anvendes til analyse af det totale lugtbillede.

Tabel 3. Svovlbrintekonzentration og -emission før og efter biologisk luftrensning fra Dorset Milieutechnik B.V. 95 % konfidensinterval er angivet i parentes.

	H ₂ S koncentration før (ppm)	H ₂ S koncentration efter (ppm)	H ₂ S emission før (mg H ₂ S/t/dyr)	H ₂ S emission efter (mg H ₂ S/t/dyr)	Reduktion i emission (%)
Vinter	0,53 (0,31 - 0,75)	0,36*** (0,15 - 0,58)	4,4 (2,5 - 6,2)	3,0*** (1,1 - 4,9)	32
Sommer	0,25 (0,22 - 0,28)	0,17*** (0,15 - 0,20)	9,2 (8,1 - 10,4)	6,3*** (5,2 - 7,5)	31
Samlet	0,36 (0,26 - 0,46)	0,25*** (0,15 - 0,35)	7,4 (5,9 - 8,8)	5,1*** (3,7 - 6,5)	31

***: Statistisk sikker forskel ($p < 0,001$)

Forbrug og lænsning af vand

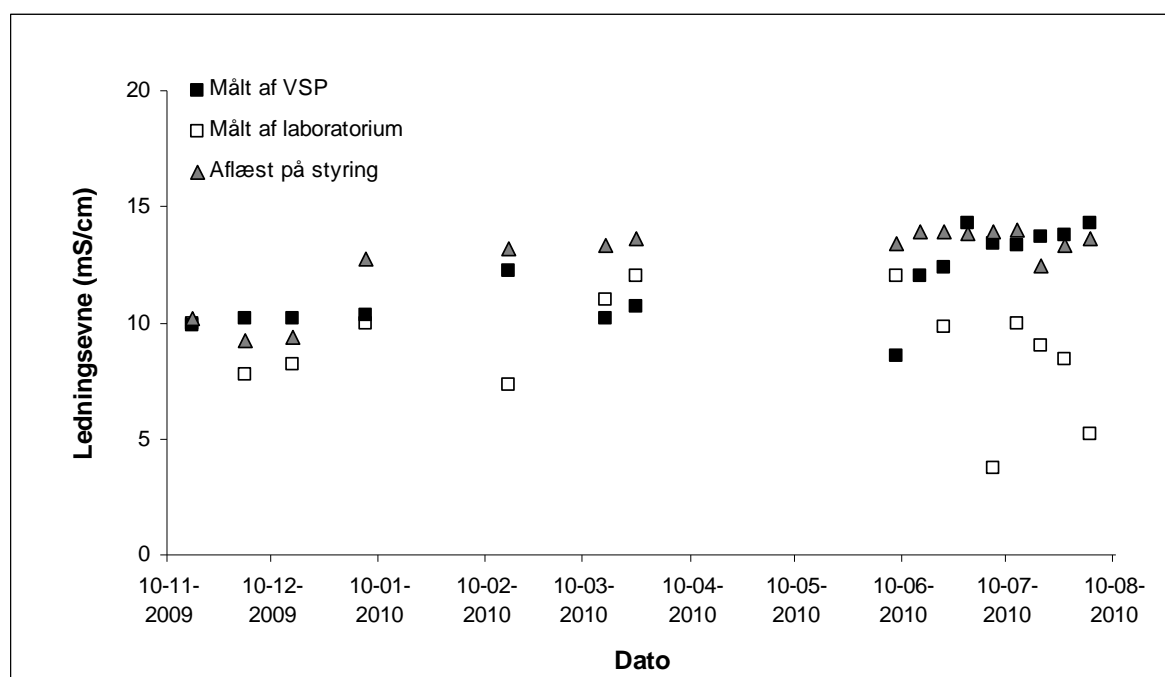
Luftrensningens forbrug og lænsning af vand blev målt gennem et år, i perioden august 2009 til august 2010. Registreringerne af vand- og el-forbrug blev påbegyndt, da luftrenseren var i fuld drift, og det var påvist, at den biologiske kvælstofomsætning havde nået det forventede niveau. Det betød at registreringerne blev indledt ved et igangværende hold, hvor dyrene havde en gennemsnitlig vægt på ca. 66 kg. Herefter blev der registreret ved 2 hele hold, og registreringerne blev afsluttet, da årets fjerde hold havde en gennemsnitlig vægt på ca. 85 kg. Der blev produceret i alt 1.034 slagtesvin i stalden i denne periode. Forbruget af rent vand kunne på denne måde beregnes til et gennemsnitligt vandforbrug på 315 l. produceret gris, mens der blev lænset 104 l. produceret gris fra anlægget i afprøvningsperioden.

Kvælstofindhold i lænsevand

Det lænsede vand fra biologiske luftrensere indeholder kvælstof, som har en gødningsværdi. Det opsamlede kvælstof forekommer i vandet i form af både NH₄⁺, og som de oxiderede forbindelser NO₂⁻ og NO₃⁻, som er produkterne af den bakterielle omsætning af ammoniak i anlægget. Lænsevandets indhold af de forskellige kvælstofforbindelser fremgår af tabel A2 i Appendiks. Der blev fundet et indhold af total-N på gennemsnitligt 1,7 kg/m³, hvoraf gennemsnitligt 55 % var NH₄⁺-N, mens al mikrobielt omsat kvælstof blev fundet at være NO₃⁻. Organisk kvælstof forekom derimod ikke i

vandprøverne, idet summen af de uorganiske kvælstofforbindelser svarede til resultatet af analysen for total-N.

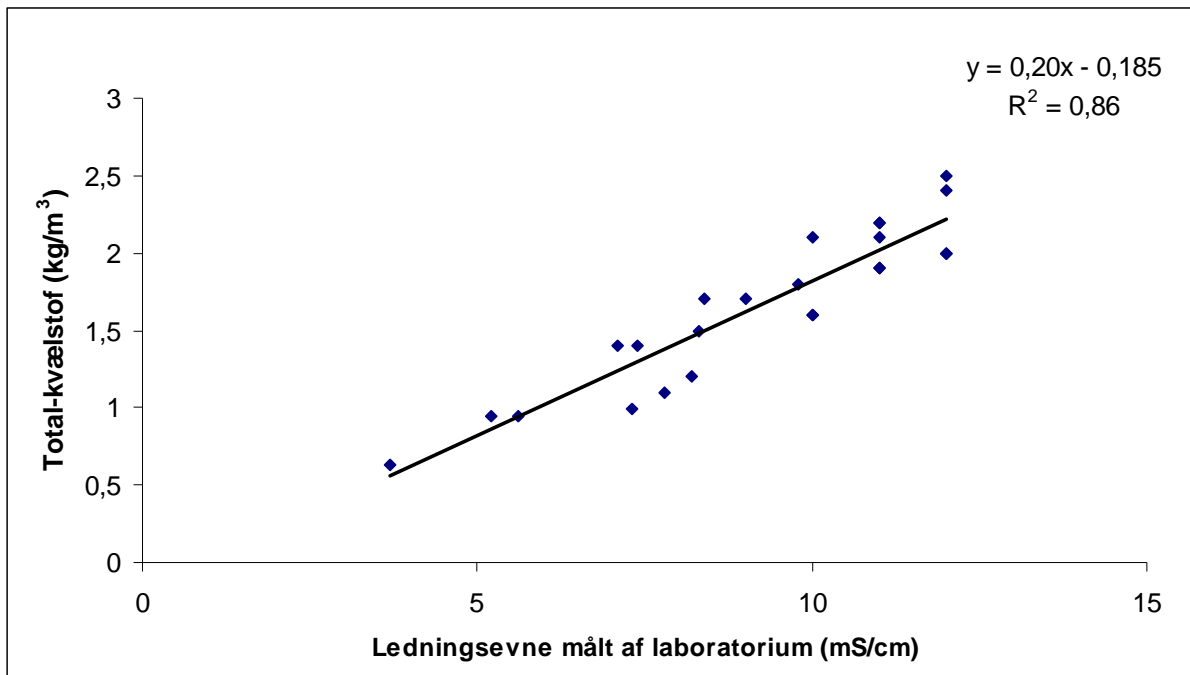
På måledagene blev ledningsevnen i luftreenserens vandkar målt til at være gennemsnitligt 11,9 mS/cm. Efter at have foretaget målingen af ledningsevnen, blev der udtaget en vandprøve til senere analyse for kvælstofforbindelser på et laboratorium. Når ledningsevnen blev målt af laboratoriet, blev det i flere tilfælde fundet at være lavere end VSP's måling på måledagen, som vist i figur 2. Dette forventes at kunne tilskrives en uhensigtsmæssig udtagning af prøven fra vandkarret, eller evt. en uhensigtsmæssig opbevaring af prøven inden analyse på laboratorium.



Figur 2: Ledningsevne i overrinslingsvand i Dorset luftreenser målt hhv. af VSP straks efter prøvetagning, og af laboratorium efter prøveudtagning og efterfølgende lagring samt af luftreenserens styring.

Af figur 2 ses endvidere, at ledningsevnen målt på måledagene først i perioden var lavere end målingen foretaget af luftreenserens styring. Firmaet kalibrerede sensoren midt i perioden, hvorefter der var god overensstemmelse mellem anlæggets egen måling, og den af VSP foretagne måling.

Det var forventningen, at lænsevandets ledningsevne primært var bestemt af indholdet af kvælstof. Det skyldes, at ammoniak er den kvantitativt mest betydende forureningsparameter i ventilationsluften fra svinestalde. Sammenhængen mellem ledningsevne og kvælstofindhold blev bekræftet af laboratorieanalyserne, hvor der blev fundet en god overensstemmelse mellem de af laboratoriet målte ledningsevner og indhold af kvælstof, figur 3.



Figur 3: Sammenhængen mellem analyseret ledningsevne og indhold af total-kvælstof i vandprøver udtaget ved Dorset biologisk luftrensere.

Jævnfør den fundne sammenhæng mellem ledningsevne og kvælstofindhold er det derfor sandsynligt, at der har været et højere kvælstofindhold i luftrensersens lænsevand på måledagene. Med en gennemsnitlig ledningsevne på 11,9 mS/cm på måledagene kan dette beregnes til ca. 2,2 kg Total-N/m³. Målingerne af kvælstofindholdet i overrislingsvandet vil blive gentaget, således at gødningsværdien af det lænsede vand kan blive endelig fastlagt.

Den fundne sammenhæng mellem kvælstofforbindelser og ledningsevne i overrislingsvandet kan fremadrettet anvendes til en vurdering af gødningsværdien i det lænsede vand fra luftrenseren i tilsvarende systemer, hvor kvælstof er det dominerende forureningsparameter og fjernes ved biologisk omsætning.

Forbrug af energi

Luftrenseren forbrugte i løbet af et år 6.313 kWh til ventilation inkl. luftrensning, og 1.087 kWh til drift af overrislingspumpen og anden teknik i luftrenseren. Med en produktion på 1.034 slagtesvin i perioden betyder det derfor et energiforbrug på 6,1 kWh/produceret gris til ventilation inkl. luftrensning og 1,1 kWh/produceret gris til pumper mv. i anlægget. Det normale elforbrug til ventilation uden luftrensning er ca. 5 kWh, hvilket betyder at den biologiske luftrensere medførte et ekstra energiforbrug på 1,1 kWh pr. produceret gris. En væsentlig medvirkende årsag til dette er, at luftrenseren var installeret med 4 stk. Ø800 påstik med en dimensioneret ydelse på hver 7.000 m³/t ved maksimal ventilation. Opnåelse af samme lave energiforbrug forudsætter derfor, at luftrensere fremadrettet etableres med tilsvarende luftydelse pr. Ø800 påstik, da tryktabet over kanaler og påstik har en meget kraftig indvirkning på elforbruget til ventilation.

Tryktabet over luftrenseren var på alle måledage lavt, og maksimalt 40 Pa. Af tekniske årsager var det ikke muligt at måle tryktabet over filterelementet alene, hvorfor tallene for luftrenseren er tryktab fra stald til efter filterelement, dvs. påstik og samlekanal er omfattet af denne måling. Der blev ikke observeret tilstopning af filterelementet og dermed øgning i tryktab over tid, hvilket sandsynligvis skyldes, at luften passerede filterelementet nedefra og op, mens der blev foretaget en kontinuerlig overrisling med forholdsvis store mængder vand fra oven, hvilket har bevirket, at støv kunne skylles nedenunder af filtret.

Forbrugsomkostninger

Driftsomkostninger udgøres af omkostningerne til vand og energi. I beregningen af omkostninger pr. producerede slagtesvin forudsættes en energipris på 0,76 kr./kWh og en vandpris på 3,50 kr./m³. Med et vandforbrug på 315 l. gris, og et ekstra energiforbrug på 2,2 kWh pr. produceret slagtesvin, kan forbrugsomkostningerne således opgøres til 2,80 kr. pr. produceret slagtesvin. Hertil kommer udgifter til service og vedligehold samt udgifter til lagring og udbringning af lænsevand.

Konklusion

Den biologiske luftrenser fra Rotor A/S, produceret af det hollandske firma Dorset Milieutechniek B.V., reducerede ammoniakemissionen fra en slagtesvinestald med fuldspaltegulv med 77 %.

I sommerperioden målte det ene af to danske laboratorier (DMRI) ikke en statistisk sikker lugtreduktion, mens det andet (Eurofins) målte 26 % lugtreduktion. I vinterperioden målte begge laboratorier en lugtreduktion, på hhv. 53 og 60 %. Over året som helhed var lugtreduktionen hhv. 34 og 40 % på de to laboratorier.

Der blev fundet en markant forskel på resultatet af lugtanalyser foretaget af de to danske og et tysk laboratorium (LUFA Nord-West). På fem måledage i sommerperioden blev der taget prøver til alle tre laboratorier. Alenen af opgørelsen af data fra disse fem måledage viste det tyske laboratorium en lugtreduktion over luftrenseren på 63 %, mens resultaterne fra de to danske laboratorier ikke viste en statistisk sikker lugtreduktion på baggrund af data fra de samme fem måledage.

Analyser af overrislingsvandet fra luftrenseren viste et gennemsnitligt kvælstofindhold på 1,7 kg N/m³. Det er dog muligt, at der har været 2,2 kg N/m³ ved prøvetagningen. Der blev desuden fundet en god sammenhæng mellem ledningsevnen og vandets indhold af kvælstofforbindelser, således at ledningsevnen kan anvendes til en vurdering af lænsevandets gødningsværdi.

Tryktabet over luftrenseren var lavt, og der blev ikke konstateret tilstopning af filterelementet i måleperioden. Mer-energiforbruget til luftrensning eksklusiv ventilation udgjorde 2,2 kWh pr.

produceret slagtesvin, og vandforbruget udgjorde 315 l./gris, forbrugsomkostningerne blev beregnet til 2,80 kr. pr. produceret slagtesvin. Anlægget producerede 104 l lænsevand pr. slagtesvin.

Referencer

- [1] DLG-Prüfbericht 5702. Abluftreinigungsanlage "Dorset-Rieselbettfilter". DLG Signum TEST 05/06 bestanden.
- [2] Miljøstyrelsen (2009): [Test protocol for air cleaning technologies](#). Final draft v. 1.
- [3] Cortina, A.G (2010). Test report for Dorset Biological Combi-Aircleaner. Version 3-0. AgroTech A/S
- [4] Jensen, T.L. & Hansen, M.J. (2006): Slagtesvinestald med biologisk luftrensning fra SKOV A/S. [Meddelelse nr. 737, Landsudvalget for Svin](#)
- [5] Susanne Juhler, Niels Peter Revsbech, Andreas Schramm, Martina Herrmann, Lars D. M. Ottosen og Lars Peter Nielsen (2009): Distribution and Rate of Microbial Processes in an Ammonia-Loaded Air Filter Biofilm. Applied And Environmental Microbiology, Vol. 75, nr. 11, p. 3705–3713

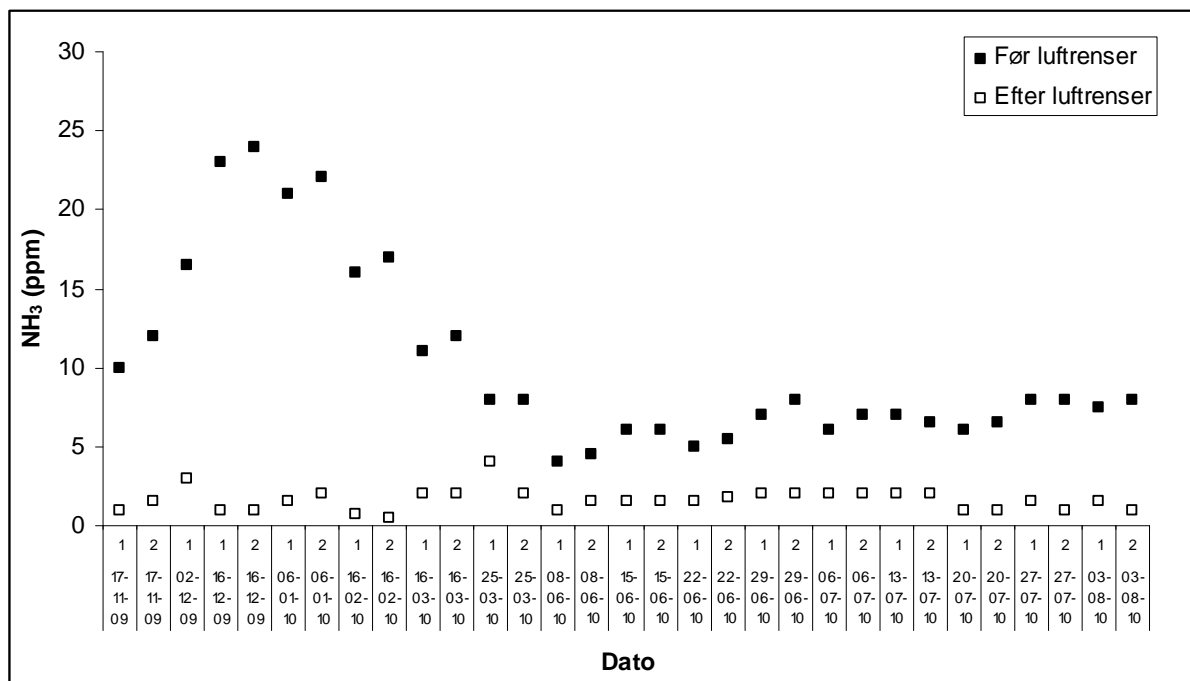
Deltagere

Teknikere: Ann Edal, Mimi Lykke Mølgaard Eriksen og Mike Petersen

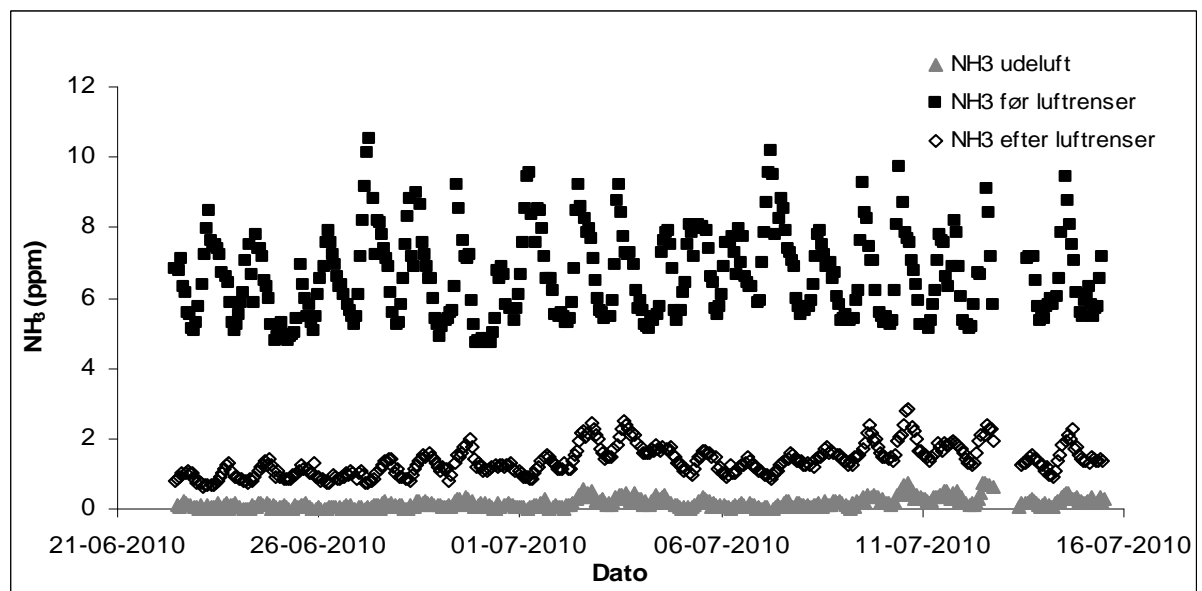
Statistikere: Mai-Britt Friis Nielsen, Videncenter for Svineproduktion

Afprøvning nr.: 1027

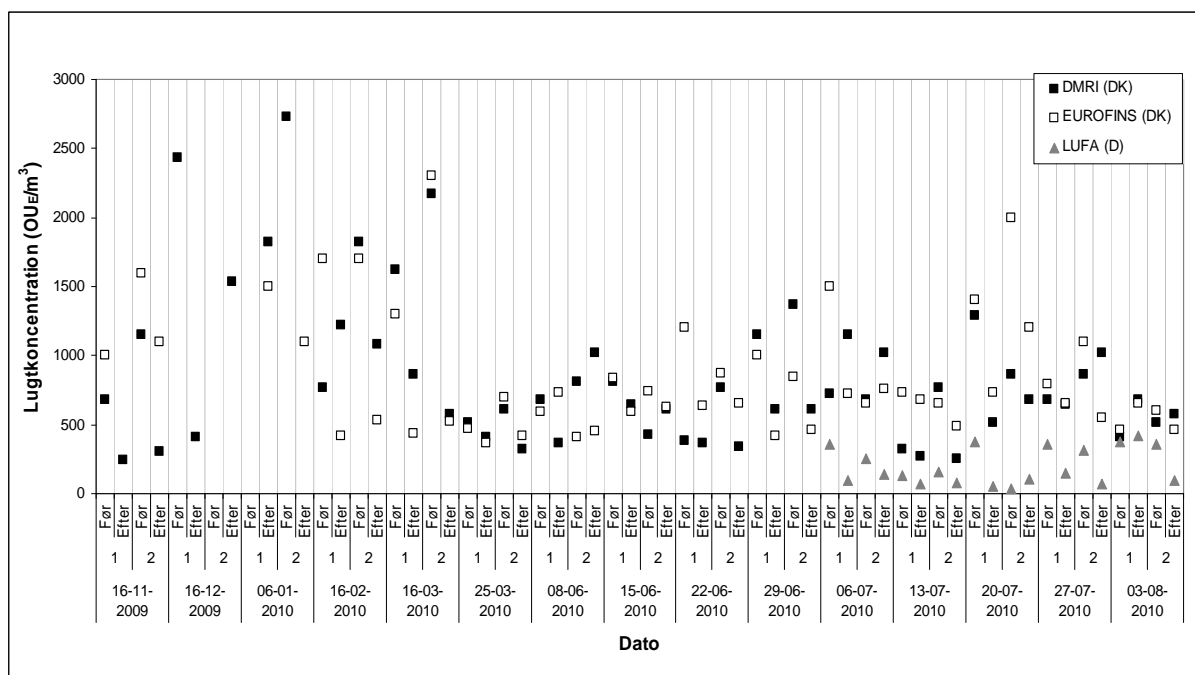
Appendiks



Figur A1. Målinger af NH_3 -koncentrationen før og efter biologisk luftrensning fra Dorset Milieutechnik B.V. Målinger er foretaget med detektionsrør.



Figur A2. Målinger af NH_3 -koncentrationen i udeluft, samt før og efter biologisk luftrensning fra Dorset Milieutechnik B.V. i en periode på 3 uger i sommeren 2010. Målingerne er foretaget med udstyr der anvender måleprincippet infrarød spektroskopi (INNOVA, Lumasense Technology).



Figur A3. Målinger af lugtkoncentrationen før og efter biologisk luftrensning fra Dorset, ved 2 prøveudtagninger på hver af 16 måledage. I perioden 16/11 2009 til 29/6 2010 blev der sendt prøver til to danske laboratorier. Fra 6/7 til 3/8 blev der ydermere sendt prøver til tysk laboratorium.

Tabel A1. Lugtkoncentration og -emission før og efter biologisk luftrensning fra Dorset på 5 måledage om sommeren, hvor identiske prøver blev analyseret på hhv. to danske (DMRI+Eurofins) og et tysk laboratorium (LUFA).

Laboratorium	n	Koncentration før OU_E/m^3	Koncentration efter OU_E/m^3	Emission før ($OU_E/s/1000\text{ kg}$)	Emission efter ($OU_E/s/1000\text{ kg}$)	Reduktion (%)
DMRI	9	660 (430 - 1000)	620 (400 - 930)	258 (169 - 395)	242 ^{N.S.} (158 - 371)	-
Eurofins	9	800 (580 - 1100)	620 (450 - 850)	319 (208 - 488)	245 ^(*) (160 - 374)	-
LUFA	9	280 (180 - 380)	100 (70 - 160)	110 (78 - 153)	41 ^{***} (30 - 58)	63

***: Statistisk sikker forskel før og efter luftrensning, ($p < 0,001$)

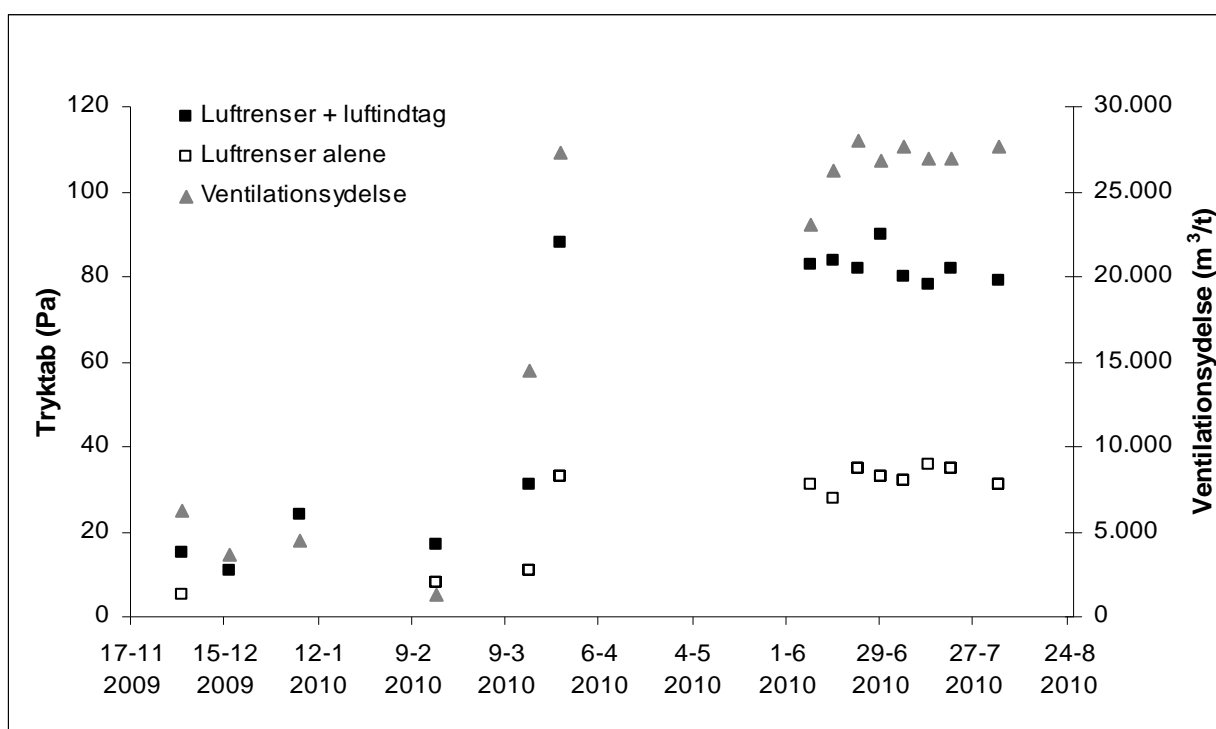
(*): Tendens til statistisk sikker forskel før og efter luftrensning ($p < 0,1$)

N.S. Ingen statistisk sikker forskel

Tabel A2. Kvælstofindhold i vandprøver fra biologisk luftreenser fra Dorset Milieutechnik B.V.

Kvælstofforbindelse	Gennemsnitlig koncentration (kg/m ³)	Målt interval (kg/m ³)
Total-N (analyseret)	1,71	0,63 – 2,50
NH ₄ ⁺ -N	0,82	0,31 – 1,20
NO ₂ ⁻ -N	n.d.	-
NO ₃ ⁻ -N	1,02	0,35 – 1,60
Sum (NH ₄ ⁺ -N / NO ₂ ⁻ -N / NO ₃ ⁻ -N)	1,84	0,66 – 2,70

n.d.: Ikke detekterbar



Figur A4. Tryktab over biologisk luftreenser fra Dorset. Målinger for luftreenser alene inkluderer spjæld og påstik til luftreenser, luftkanal og filterelement i luftreenser, mens målinger for hele systemet ligeledes inkluderer det diffuse luftindtag.