

Test af SPACE System SpaceKit kassetter i farestald til løse diegivende søer

Stine Grønborg^a, Claus Vestergaard^a, Michael Jørgen Hansen^b

^a SEGES Innovation P/S, Den rullende Afprøvning

^b Aarhus Universitet, Institut for Bio- og Kemiteknologi

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden



Hovedkonklusion

Gyllehåndtering i en farestald til løse diegivende søer med SPACE systems SpaceKit kassetter med integreret punktudsugning reducerede emissionen af ammoniak, metan og lugt med hhv. 64, 92 og 50 %, sammenlignet med kontrolsektionen med traditionel gyllekumme.

Sammendrag

Afprøvningen blev gennemført i to sektioner i en farestald til løse diegivende søer. Sektionerne var indrettet med 24 stier fordelt med 12 stier på hver side af inspektionsgangen. Stierne var indrettet med fulddrænet gulv og søerne stod i boks fire dage omkring faring.

Der indgik to grupper i afprøvningen. I kontrolgruppen var gyllekummen indrettet med fuld kumme under stien og rørudslusning. Her blev der sluset ud i forbindelse med vask og indsættelse af nyt hold. I forsøgssektionen var gyllekummen indrettet med SPACE Systems SpaceKit kassetter med integreret punktudsugning. Her blev der sluset ud ved vask og indsættelse af nyt hold, samt uge 3 efter indsættelse. Sektionen med SpaceKit kassetter var desuden ventileret med 17,5 % punktudsug.

SPACE systems kassetter blev afprøvet igennem en 1-årig periode i henhold til VERA-protokollen. Der blev gennemført syv måleperioder, hvor der blev målt koncentration af ammoniak og metan med Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS). Derudover blev der lavet kemiske målinger af lugt med Proton-Transfer-Reaction – Mass Spectrometry (PTR-MS).

Brug af SPACE Systems SpaceKit kassetter reducerede ammoniak-, metan- og lugtemissionen med hhv. 64, 92 og 50 %, sammenlignet med kontrolsektionen med traditionel gyllekumme.

Andelen af emissionen af ammoniak, metan og lugt, der blev opsamlet i punktudsug, udgjorde hhv. 47, 45 og 39 % af den samlede emission fra sektionen.

Baggrund

Griseerhvervet kigger ind i en fremtid med flere løsgående søer i farestalden. Når søerne er løsgående i farestalden, tilgodeses den naturlige adfærd i højere grad end i konventionelle systemer. Stier til løse diegivende søer er større end traditionelle farestier med opboksning af soen, og giver derfor – alt andet lige - anledning til højere emission af ammoniak pr. faresti, sammenlignet med kassestier. Dette resulterer, ved etablering af nye anlæg, i høje krav til anvendelse af miljøteknologier.

Dertil er der i Trepartsaftalen (Aftale om et Grønt Danmark, 24. juni 2024) aftalt en fremtidig CO₂-afgift på den del af CO₂-udledningen, der ligger over produktionssystemets bundfradrag. Derved forventes landmændene at anvende virkemidler til reduktion af CO₂-udledningen fra bedriften; en del af dette forventes at kunne hentes ved at tænke hyppigere udslusning ind i farestalde med løsgående søer. Det store areal komplicerer hyppig udslusning, da det traditionelle rørudslusningssystem kræver en vis gyllestand for at sikre effektiv udslusning. Derfor er det nødvendigt at undersøge alternative udslusningsmetoder, der kan imødekomme hyppigere udslusning, samt reducere ammoniak, lugt og metan.

SPACE Systems har udviklet en lav-emissionskumme med punktudsug. Forventningen var, at denne kunne reducere emissionen af ammoniak, lugt og metan, da den dels opsamler gyllen i en gyllekumme med reduceret overflade, og samtidig giver mulighed for hyppigere udslusning af gylle. Punktudsugget giver desuden mulighed for at tilkoble en luftrenser, der kan reducere emissionen af ammoniak og lugt yderligere.

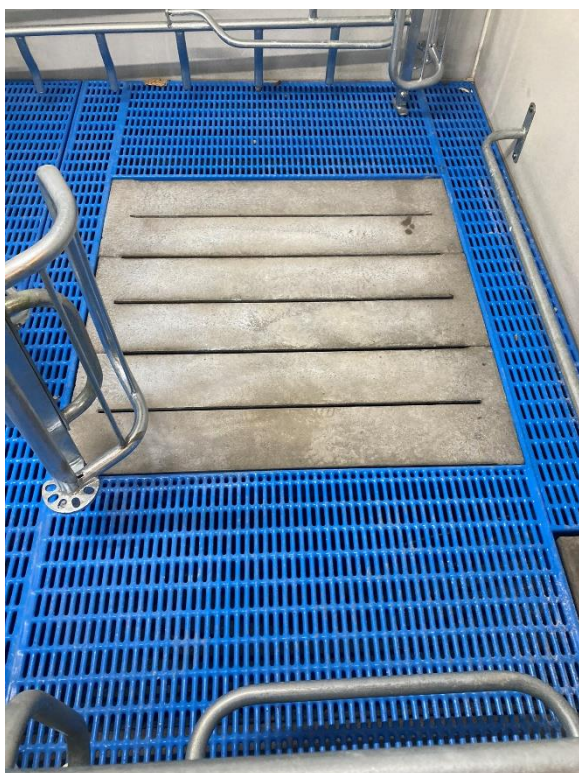
Formålet med nærværende afprøvning var at dokumentere effekten på ammoniak, metan og lugtemission ved brug af SpaceKit kassetter med integreret punktudsugning i en farestald til løse søer.

Materialer og metoder

Besætningsbeskrivelse

Afprøvningen blev gennemført i en nybygget farestald til løsgående diegivende søer. Farestalden bestod af fire identiske sektioner. I denne afprøvning indgik to sektioner. Målene på sektionen var 6 m i bredden og 32,5 m i længden. Sektionerne var indrettet med 24 stier fordelt med 12 stier på hver side af inspektionsgangen. Stierne var kvadratiske og målte 2,6m x 2,6m og var indrettet med fulddrænet gulv og fast gulv i pattegrisehulerne, og i inspektionsgangen (se figur 1 for stiindretning). Der var fuld gyllekumme under hele stien.

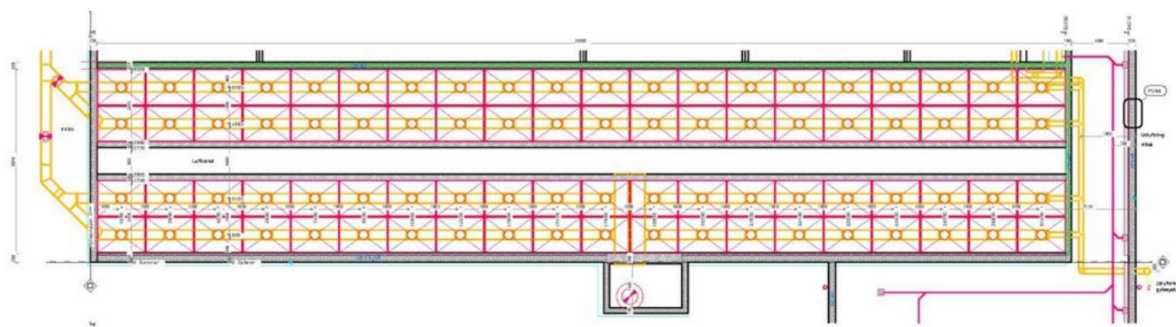
Der blev brugt farebøjler fire dage omkring faring. Der blev fodret med tørfoder to gange i døgnet ved indsættelse i sektionen, dette blev øget til fire fodringer to uger efter indsættelse. Der blev tildelt halm i halmhæk.



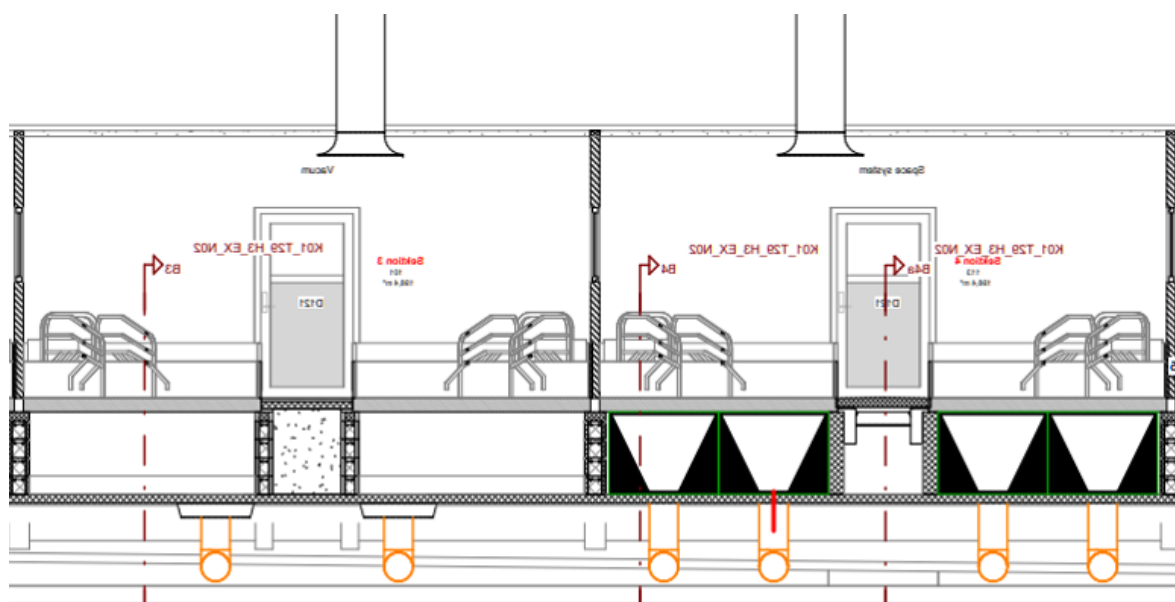
Figur 1 Øverst: overblik over stiindretning. Kvadratisk fulddrænet sti 2,6 m x 2,6 m. Nederst tv.: betonspalter der udgør det drænedes gulv. Nederst th.: SpaceKit kassetter under gulv.

Sektionerne var identiske over gulvet og varierede udelukkende i udformningen på gyllekummen. I kontrolsektionen var der en gyllekumme per stirække, der blev udsluset med rørudslusning med seks propper pr. kumme. I forsøgssektionen var gyllekummen indrettet med 80 stk. SPACE Systems SpaceKit kassetter. Kassetterne var placeret parvis i to rækker (se figur 1 og 2). Der var således fire strenge á 20 kassetter fordelt med to strenge på hver side af midtergangen. Kassetterne var placeret

således, at der var to kassetter i kummens dybde og ca. halvanden kassette i stiens bredde. Dog var dimensionerne på kassetterne (1,2m x 1,6m) således, at tragtenes placering under stien varierede ned gennem sektionen. Under det faste gulv i midtergangen var der et hulrum, der fungerede som central ventilationskanal for punktudsug.



Figur 2 Byggetegning af sektionen med SpaceKit kassetter



Figur 3 Snit tegning, der viser udformningen af gyllekummen i sektionerne. Til venstre kontrolsektionen med gyllekumme med rørudslusning til højre forsøgssektionen med SPACE Systems SpaceKit kassetter.

SpaceKit gyllekummer

SpaceKit gyllekummer fra SPACE Systems er et indbygget tragtfornet gylleopsamlingsystem i plast med integreret ventilationsudsugningssystem, og er en mulig erstatning til traditionelle firkantede betongyllekummer. Spacekit kassetterne sammenkobles således, at gylleudslusning er mulig via et samlet udslusningsrør. Det tragtfornede gylleopsamlingsystem resulterer i en reduktion af gyllens fordampningsoverfladeareal på tværs af alle kassetter, og forventes derfor at reducere emissionen af ammoniak, da ammoniakfordampningen er relateret til gylleoverfladearealet. Udformningen af det tragtfornede gyllesystem muliggjorde desuden, at gyllen blev sluset ud af stalden hyppigere end ved traditionel rørudslusning. Det integrerede ventilationsudsugningssystem fungerer som et punktudsug, hvor en del luftmængde kan ventileres ud til eksempelvis en luftrenser. Der var ikke tilkoblet luftrenser i denne test.

Ventilation

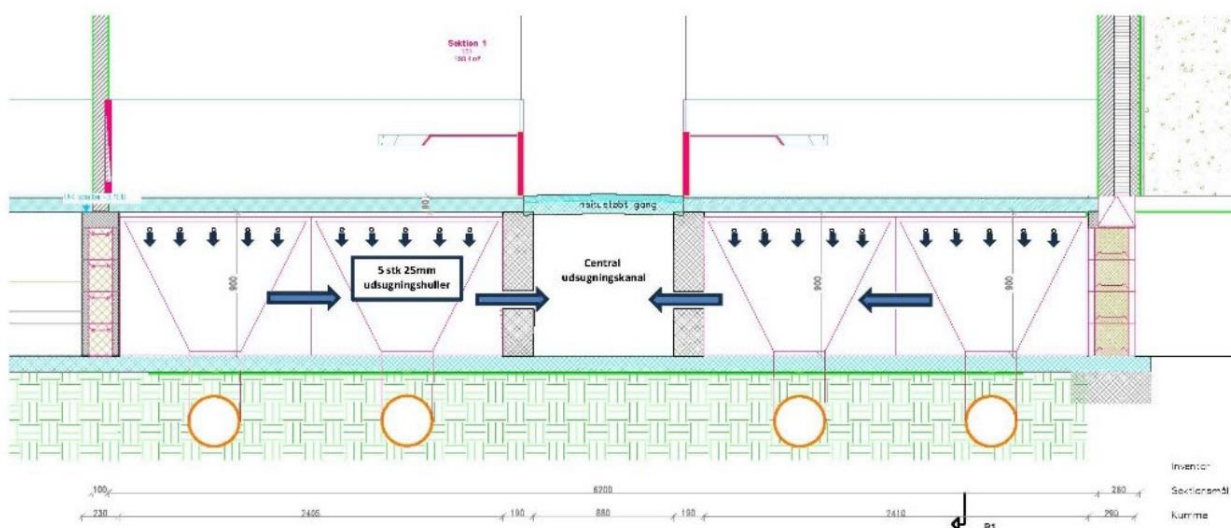
Stalden blev ventileret via combi diffust luftindtag, ventilationsanlægget var fra ROTOR A/S. Sektionerne var indrettet med to Ø50 afkast pr. sektion og med loftventiler fordelt med en ventil pr. sti over den ene

stirække. På hvert afkast var der monteret en Fancom målevinge, der kontinuerligt loggede ventilationsydelsen.

I forsøgssektionen med SpaceKit kassetter var der desuden ventilation i det indbyggede punktudsug. Der var ikke etableret punktudsug i kontrolsektionen. Punktudsuget var dimensioneret til at yde 20 % af max ventilationen. Punktudsuget alene sørgede for ventilation op til 80 m³/faresti/time. Ved højere ventilationsbehov suppleredes med loftventilation. Ydelsen på punktudsuget blev som afkastene logget med en Fancom målevinge.

Punktudsuget i forsøgssektionen, se figur 3, var etableret med en central udsugningskanal under det faste gulv i midtergangen. Målene på den centrale udsugningskanal var 0,85*0,85 m. I hver tragt var der 50 mm fra overkanten etableret 5 stk. 25 mm ventilationsåbninger i den korte side af tragten, på figur 3 vist som de nedadrettede pile. Ventilationsåbningerne er efterfølgende afdækket af en fastmonteret dækplade med nedadvendt 5 mm åbning, se figur 4 TH. Dækpladen forhindrer gylle og andet skidt i dels at stoppe hullerne til, samt at komme ud i den integrerede ventilationskanal.

Mellem de to rækker SpaceKit kassetter og fra den inderste SpaceKit kassette til den centrale udsugningskanal, var der etableret 110 mm ventilationshuller, på figur 3 vist med de horisontale pile og figur 4 TV, der ledte luften ud til den centrale udsugningskanal.



Figur 4 Byggetegning af SpaceKit kassetter og ventilationskanal. De 5 ventilationsåbninger i tragten er illustreret med nedadrettede pile. Ventilationshuller til den centrale udsugningskanal er illustreret med horisontale pile.



Figur 5 TV. 110 mm ventilationshul mellem central ventilationskanal og SpaceKit kassetter. TH. 2 af de 5 stk. 25 mm ventilationshuller, samt del af dækplade.

Gennemførelse

Afprøvningen blev gennemført i en farestald til løse diegivende søer i to sektioner, der over gulvet var identiske. Sektionerne havde forskellig udformning i gyllekummen hhv. alm. rørudslusning og SpaceKit kassetter. Målingerne blev gennemført i henhold til VERA protokollen [1].

Tabel 1. Der indgik to grupper i forsøget.

	Behandling	Udslusning
Kontrol	Gyllekumme med rørudslusning	Udslusning ifm. vask
Forsøg	SpaceKit gyllekumme	Udslusning fredag i uge 3 efter indsættelse samt ifm. vask

Dataindsamlingen forløb over et år og blev gennemført fra april 2023 til maj 2024. Der blev gennemført 11 måleperioder af i gennemsnit 12 dage, med måling af ammoniak og metan. Heraf inkluderede 8 af måleperioderne kemiske lugtmålinger.

Ammoniak-, metan og lugtmålinger

Koncentrationen af ammoniak, metan og kuldioxid blev målt med Cavity Ring Down Spectroscopy (Picarro). Koncentrationen blev målt i seks målepunkter. Et målepunkt i hvert af de to afkast i sektionerne, et målepunkt i punktudsug, samt et punkt udenfor stalden til måling af baggrundskoncentration. Picarro var indstillet til at måle i syv minutter fra hvert målepunkt. Ved teknikerbesøg blev der foretaget kontrolmålinger af Picarro med kontrolgas, med en kendt sammensætning af metan og kuldioxid. Ved udregning af metanemissionen blev udekonzentrationsfratrasket staldens koncentration, da metankonzentrations i atmosfæren er cirka 1,85 ppm [2], og kan være højere omkring et staldanlæg.

Lugtmålingerne blev udført med PTR-TOF-MS, Proton Transfer Reaction - Time of Flight - Mass Spectrometry, med et PTR-TOF-1000 instrument (IONICON Analytik G.m.b.H) i de samme målepunkter som for ammoniak og metan. Udstyret var indstillet til at måle i ti minutter fra hvert målepunkt. Lugtemissionen blev bestemt med metoden OAV (Odor Activity Values). Her antages, at lugtbidragene fra de enkelte lugtstoffer er additive, og et samlet lugttal (SOAV) kan angives ved summen af OAV for hvert enkelt stof.

Temperatur, luftfugtighed og luftmængde

Temperatur og relativ luftfugtighed blev målt udendørs, samt i ventilationsafkastet med hhv. VE10 og VE14 sensorer (VengSystems A/S). Ventilationsydelsen i afkast og punktudsug blev logget med målevinge af fabrikatet Fancom. Data blev logget hvert 5. minut via PC-log (VengSystems A/S).

Supplerende registreringer

Antallet af søer og pattegrise i sektionen, blev registreret ved opstart og afslutning af hver måleperiode. Medarbejderne i besætningen registrerede, hvis der blev flyttet søer eller pattegrise ud af/ind i sektionen i løbet af måleperioden. Søerne blev indsat og faredet samtidig i de to sektioner. Søernes fodertildeling blev registreret ved opstart og afslutning af måleperiode.

I forbindelse med opstart og afslutning af måleperioder, blev der lavet svineriregistreringer. Stien blev opdelt i fem felter og svinerier blev scoret (-, 1, 2) hhv. område rent, gødningsafsætning på gulv og svinerier på gulvet.

Statistik

Ammoniak- og metanemissioner blev beregnet ud fra de målte koncentrationer, ventilationsydelsen og antallet af søer med pattegrise i sektionerne. Formel for beregning af emissioner findes i Appendiks 1.

Fra hver måling af ammoniak og metan, blev de sidste tre minutter (undtaget de sidste 10 sekunder inden kanalskifte) udvalgt, hvorefter der blev beregnet en middelværdi af koncentrationen, som indgik i timemiddelberegningen. Der blev ud fra timemiddelværdierne beregnet en døgnmiddelværdi, som blev anvendt i de statistiske beregninger. Efterfølgende blev der udregnet et døgnmiddel af emissionerne. Emissionerne er analyseret i en lineær model (normalfordelte), hvor gruppe indgår som systematisk variabel og hold som tilfældig effekt.

Resultater og diskussion

Antal grise og ventilationsydelse

Antal søer og pattegrise i sektionen blev registreret i kontrol og forsøgssektionen ved opstart og afslutning af de 11 måleperioder. Hold 8 udgik før databehandlingen, da der var en udfordring med logning af ventilationsdata i denne periode. Data fra hold 6 og 9 udgik ligeledes fra databehandlingen, da der i disse perioder var målinger på et af afkastene, der tydede på, at der var en utæthed i systemet. Hold 11 udgik, da der i kontrolsektionen ikke var blevet sluset gylle ud fra forrige hold, hvilket resulterede i høj gyllestand og emissioner, der ikke var repræsentative for sektionen. De hold, der blev medtaget i dataanalysen, fremgår af tabel 2. Antallet af søer i sektionen er beregnet som et gennemsnit af antallet af søer i sektionen hhv. ved måleperiodens start og afslutning.

Tabel 2. Gennemsnit, antal søer og pattegrise i forsøg- og kontrolsektion (stk.)

		Hold 1	Hold 2	Hold 3	Hold 4	Hold 5	Hold 7	Hold 10
		april	juli	august	september	oktober	december	marts
Kontrol	Søer	22,5	23	24	24	23	22,5	24
	Pattegrise	295	318	311	323	310	164	181
Forsøg	Søer	23,5	23,5	24	24	24	24	24
	Pattegrise	316	322	339	326	296	160	169

Ventilationsydelsen fra kontrol og forsøgssektionen er opgjort i tabel 3. Ventilationen for sektionerne er opgjort som total ventilation for sektionen. I forsøgssektionen indgik punktudsug i den samlede ventilation for sektionen, men blev også opgjort selvstændigt, i forhold til beregning af andel af ventilation, der er sendt ud gennem punktudsug.

Tabel 3. Årsgennemsnit for ventilationsydelse, samlet for sektionen og for punktudsug m^3/time [95%-konfidensintervaller].

	Gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	SpaceKit kassetter
Antal måledage	63	63
Samlet ventilation, m^3/time	6583 [3740; 9427]	6143 [3299; 8986]
Punktudsug, m^3/time		1680 [1378; 1981]

Ventilationsydelsen i punktudsug lå i gennemsnit på $70 \text{ m}^3/\text{faresti}/\text{time}$, hvor ønsket var $80 \text{ m}^3/\text{faresti}/\text{time}$. Altså udgjorde punktudsug i forsøgsperioden 17,5 % af maksimumventilationen, hvor

ønsket var 20 %. Dog udgjorde det i gennemsnit 27 % af den samlede ventilation fra sektionen, da den samlede ventilation i gennemsnit lå på 64 % af maksimumventilationen.

Ammoniak

Der blev opnået en gennemsnitlig ammoniakreduktion på 64 %. Andelen af ammoniakemissionen, der blev opsamlet i punktudsugget udgjorde 47 % af den samlede udledning. Ved tilkobling af en luftrenser til punktudsugget med en reduktionseffekt på ammoniak på f.eks. 90 % ville der kunne opnås en ammoniakreduktion på samlet 79 % fra sektionen med SpaceKit kassetter.

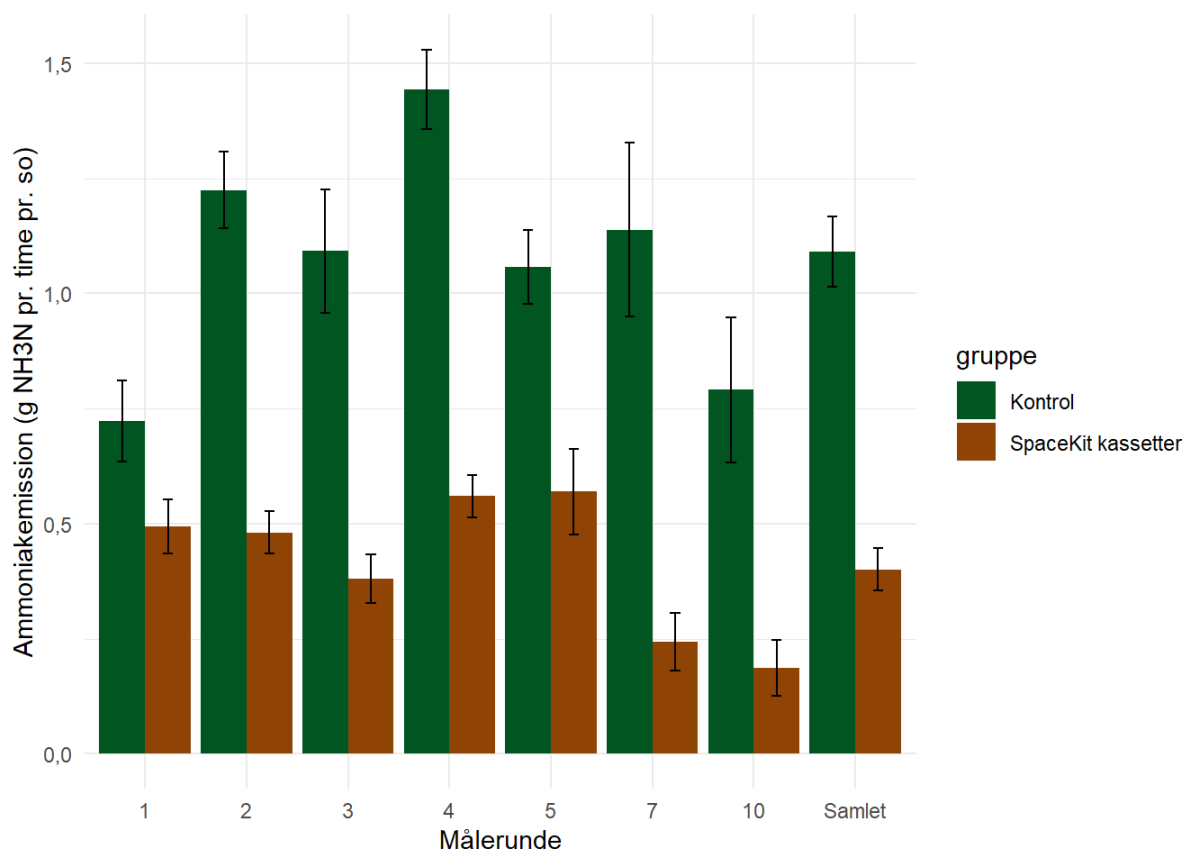
Ammoniakemissionen pr. m² produktionsareal for kontrolsektionen med rørudslusning lå på 0,16 g NH₃N pr. time svarende til 1,4 kg NH₃N/år. Dette ligger i et niveau svarende til emissionsfaktoren for ammoniak for diegivende søer i kassestier med fuldspaltegulv [3].

I tabel 4 er vist de beregnede middelværdier af ammoniakemissionen fra kontrol- og forsøgssektionen, samt ammoniakemissionen pr. m² produktionsareal.

Tabel 4. Middelværdier af ammoniakemission i g/time/so [95%-konfidensintervaller].

	Gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	SpaceKit kassetter	P-værdi
Måledage, stk.	63	63	
Ammoniakemission, g NH ₃ N pr. time pr. m ² produktionsareal	0,16 [0,142; 0,169]	0,06 [0,044; 0,070]	<0,0001
Ammoniakemission, g NH ₃ - N/time/so	1,08 [0,98; 1,18]	0,39 [0,29; 0,49]	<0,0001
Reduktion af ammoniak emission, pct.		64	
Opsamling i punktudsugget, g NH ₃ -N/time/so		0,19 [0,12; 0,24]	
Opsamling i punktudsugget. pct.		47	

Figur 6 illustrerer ammoniakemissionen fordelt på måleperioder, samt den samlede ammoniakemission over hele perioden.



Figur 6 Ammoniakemission ved brug af SpaceKit kassetter og rørudslusning for de enkelte målerunder, samt den samlede ammoniakemission over hele perioden. Errorbars er 95%-konfidensintervaller.

Metan

Metanemissionen fra gyllen blev ved brug af SpaceKit kassetter reduceret med 92 % sammenlignet med kontrolsektionen med rørudslusning i forbindelse med vask. En del af denne effekt forventes at skyldes, at mængden af restgylle efter udslusning (inoculum), der kan pøde ny gylle og dermed øge metan produktionen [4] er minimal i SpaceKit kassetterne, som resultat af, at gyllekummen i højere grad kan tømmes helt. I denne afprøvning er der udelukkende kigget på effekten i stalden. Effekten i lageret er ikke undersøgt.

Metan dannes, primært ved lagring af gyllen, men dannes også i soens fordøjelseskanaal (forgæring i tarmen), den enteriske metanproduktion. I tabel 5 er den totale emission fra sektionen, samt andelen af metanemissionen, der stammer fra gyllen, angivet som hhv. metanemission og metanemissionen korregeret for enterisk metan.

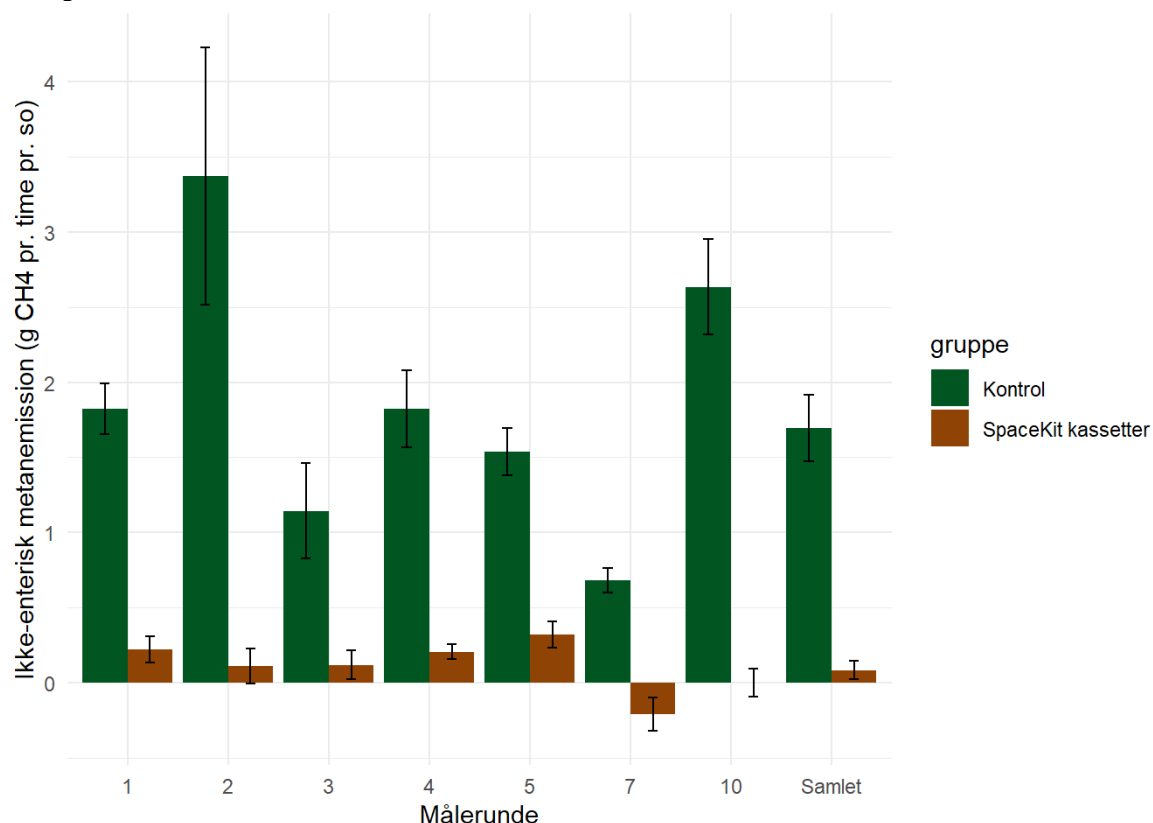
Den enteriske produktion af metan er i denne afprøvning beregnet ud fra registrering af antal daglige fodringer, fodertildeling og -sammensætning. Energiindholdet i de anvendte foderblandinger er beregnet til 16,5 MJ/FEso. Metans energiniveau ligger på 55,65 MJ pr. kg [5], og det forudsættes, at 0,6 pct. af bruttoenergien i foderet omsættes til metan i tyktarmen. Der blev på baggrund af foderregistreringer og antagelser beregnet en enterisk metanproduktion for hvert hold og sektion. Det gennemsnitlige beregnede enteriske metan bidrag fra soen ligger på 0,58 g CH₄/time/so for kontrolsektionen og 0,59 g CH₄/time/so for forsøgssektionen (Appendiks 2).

Tabel 5. Middelværdier af metanemission i g/time/so [95%-konfidensintervaller].

	Gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	SpaceKit kassetter	P-værdi
Måledage, antal	63	63	
Metanemission, g CH ₄ /time/so	2,34 [2,04; 2,63]	0,75 [0,45; 1,04]	<0,0001
Metanemission korrigeret for enterisk metan, g CH ₄ /time/so	1,74 [1,43; 2,05]	0,13 [-0,18; 0,44]	<0,0001
Reduktion af metanemission, korrigeret for enterisk metan, pct.		92	
Opsamling i punktudsug, g CH ₄ /time/so *		0,34 [0,25; 0,42]	
Opsamling i punktudsug, pct.*		45	

*ikke korrigeret for enterisk bidrag.

Andelen af metan, der sendes ud gennem punktudsug, udgør 45 % af den totale emission fra sektionen, denne er altså ikke korrigeret for det enteriske bidrag. Figur 7 illustrerer metanemissionen fratrasket det enteriske bidrag fordelt på måleperioder, og den samlede metanemission over hele perioden. I Appendiks 3 findes metanemissionen fra sektionerne uden korrigerende for det enteriske bidrag.



Figur 7 Metanemission ved brug af SpaceKit kassetter og rørudslusning for de enkelte målerunder, samt den samlede metanemission over hele perioden. Errorbars er 95%-konfidensintervaller.

Metanemissionen fra forsøgssektionen ligger i flere perioder tæt på 0 og er i en enkelt periode negativ. Årsagen til dette skal formentlig findes i, at det enteriske bidrag er bestemt ud fra et teoretisk grundlag, og i dette tilfælde sandsynligvis er overestimeret.

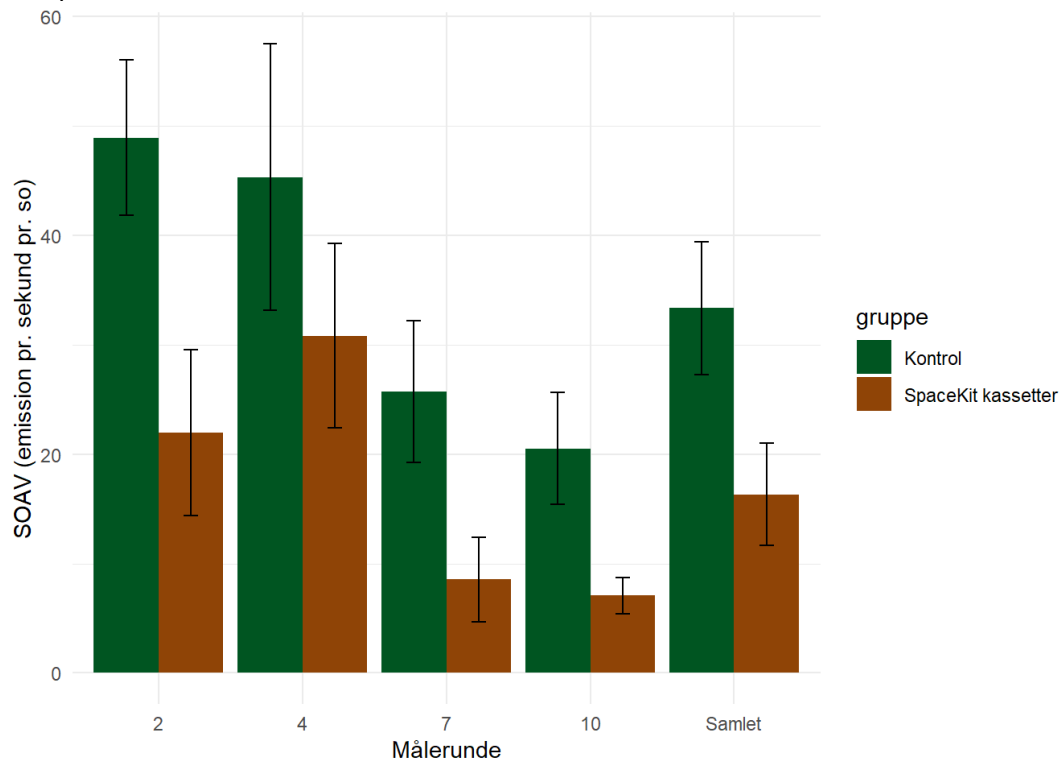
Lugt

Den gennemsnitlige reduktion i lugt - beregnet som SOAV var 50 %. Andelen af lugtemissionen, der blev opsamlet i punktudsugter udgjorde 39 % af den samlede udledning fra sektionen. Tabel 6 viser emissionen og reduktionen i SOAV for kontrol og forsøgssektionen, samt lugtemissionen pr. m² produktionsareal.

Tabel 6. Lugtemissioner, SOAV-emission pr. sek. pr. so [95%-konfidensintervaller].

	Gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	SpaceKit kassetter	P-værdi
Måledage, stk.	27	27	
Lugtemission, SOAV- emission, pr. sekund pr. m ² produktionsareal	4,87 [3,74; 6,01]	2,47 [1,33; 3,61]	<0,0001
Lugtemission, SOAV-emission pr. sek./so	33,8 [26,0; 41,7]	16,8 [8,9; 24,7]	<0,0001
Reduktion af lugtemission, pct.		50	
Opsamling i punktudsugter, SOAV-emission pr. sek./so		6,5 [3,9; 9,1]	
pct. opsamling i punktudsugter		39	

Figur 8 illustrerer lugtemissionen for de enkelte måleperioder, samt den samlede lugtemission over hele perioden.



Figur 8 Lugtemission ved brug af SpaceKit kassetter og rørudslusning for de enkelte målerunder, samt den samlede lugtemission over hele perioden. Errorbars er 95%-konfidensintervaller.

Konklusion

SPACE systems SpaceKit kassetter med integreret punktudsugning, blev afprøvet igennem en 1-årig periode i henhold til VERA-protokollen. Afprøvningen blev gennemført i to sektioner i en farestald med 24 stier pr. sektion. I forsøgssektionen med SpaceKit kassetter var der punktudsug som ydede 70 m³/faresti/time.

SPACE systems SpaceKit kassetter reducerede i gennemsnit ammoniak- og metanemissionen med hhv. 64 % og 92 %. Lugtemissionen – bestemt som SOAV – blev reduceret med 50 %.

Andelen af emissionen af ammoniak, metan og lugt, der blev opsamlet i punktudsugget, udgjorde hhv. 47, 45 og 39 % af den samlede emission fra sektionen.

SpaceKit kassetterne kan være én af løsningerne til at reducere emission fra farestalde til løse diegivende søer. Dog er der flere parametre, der er behov for yderligere undersøgelser af, for at afklare effekten. Dels er der usikkerhed omkring andelen af metanemissionen, der udgør det enteriske bidrag, samt stor forskel i emissionerne for både ammoniak, metan og lugt i perioderne. Effekten afspejler desuden udelukkende effekten i stalden. Effekten i lageret ved brug af teknologien er ikke undersøgt.

Referencer

- [1] VERA protocol "Livestock Housing and Management Systems" version 3:2018-09 https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/05/VERA_Testprotocol_Housing_v3_2018.pdf
- [2] Sommer, S.G., Petersen, S.O. & Møller, H.B. 2004. Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 69, 143-154
- [3] Bekendtgørelse om godkendelse og tilladelse m.v. af husdyrbrug, Ministeriet for Grøn Trepert, BEK nr 1089 af 16/10/2024, [Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen](#)
- [4] Wood, J.D., Vanderzaag, A.C., Wagner-Riddle, C., Smith, E.L. & Gordon, R.J 2014. Gas emissions from liquid dairy manure: Complete versus partial storage emptying. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 99, 95– 105
- [5] Dalby, F.R., Hansen, M.J., Guldberg, L.B., Hafner, S.D., Feilberg, A. 2023. Simple Management Changes Drastically Reduce Pig House Methane Emission in Combined Experimental and Modeling Study. [Vol 57/Issue 9Environmental Science & Technology](#)

Deltagere

Tekniker: Hans Peter Thomsen

Statistiker: Claus Vestergaard, Søren Kærgaard Boldsen

Andre deltagere: Michael Holm

Øvrig information

Afprøvning nr. 1837

BC nr.: 101391

//LATO, JAHP//

Appendiks 1

Beregning af emissioner

Metan- og ammoniakemissioner blev beregnet ud fra koncentrationer, ventilationsydelse og antallet af grise i sektionen, ved følgende formel:

$$g / \text{gris} / \text{time} : \frac{M * C * V * P}{R * T * N * 1.000}$$

Hvor:

M: Molvægtens af N-NH₃ eller CH₄ (14,01 g/mol eller 16,04 g/mol)

C: Koncentration, ppm

V: Ventilationsydelsen, m³/time

P: Tryk, 1 atm

R: Gaskonstanten, 0,0821 L atm mol⁻¹ K⁻¹

T: Temperatur i Kelvin

N: Antal dyr i sektionen

Appendiks 2

Beregning af enterisk metan

Beregning af den enteriske metan er foretaget på baggrund af registreringer i besætningen, samt på baggrund af nedenstående antagelser:

FEso	1,119	Kg/FEso
Anslået bruttoenergi i foderet ud fra foderblandingen	16,5	MJ/FEso
Andel af bruttoenergi som omsættes til metan	0,6	Pct.
Metans energiindhold	55,65	MJ pr. kg

Hold	Sektion	Antal fodringer	L pr. fodring	Foder kg/liter	FEso pr. dag	Enterisk metan g/so/dag	Enterisk metan g/so/time
1	Forsøg	4	3,6	0,49	7,8	13,9	0,58
	Kontrol	4	3,5	0,49	7,6	13,5	0,56
2	Forsøg	4	3,9	0,53	9,2	16,4	0,68
	Kontrol	4	3,7	0,53	8,8	15,7	0,65
3	Forsøg	3,5	3,6	0,60	8,3	14,8	0,62
	Kontrol	3,5	3,2	0,60	7,4	13,2	0,55
4	Forsøg	4	3,2	0,60	8,7	15,5	0,64
	Kontrol	4	3,2	0,60	8,5	15,1	0,63
5	Forsøg	3	3,6	0,63	7,5	13,4	0,56
	Kontrol	3	3,5	0,63	7,4	13,2	0,55
6	Forsøg	4	3,8	0,63	10,6	18,9	0,79
	Kontrol	4	3,7	0,63	10,4	18,4	0,77
7	Forsøg	4	3,6	0,63	10,1	18,0	0,75
	Kontrol	4	3,5	0,63	9,8	17,4	0,73
8	Forsøg	4	3,4	0,62	9,4	16,7	0,69
	Kontrol	4	3,4	0,62	9,4	16,7	0,69
9	Forsøg	3	3,1	0,63	6,6	11,7	0,49
	Kontrol	3	3,0	0,63	6,4	11,4	0,48
10	Forsøg	3	3,0	0,62	6,2	11,1	0,46
	Kontrol	3	3,0	0,62	6,3	11,2	0,47
11	Forsøg	2	2,8	0,61	3,8	6,7	0,28
	Kontrol	2	3,0	0,61	4,1	7,2	0,30

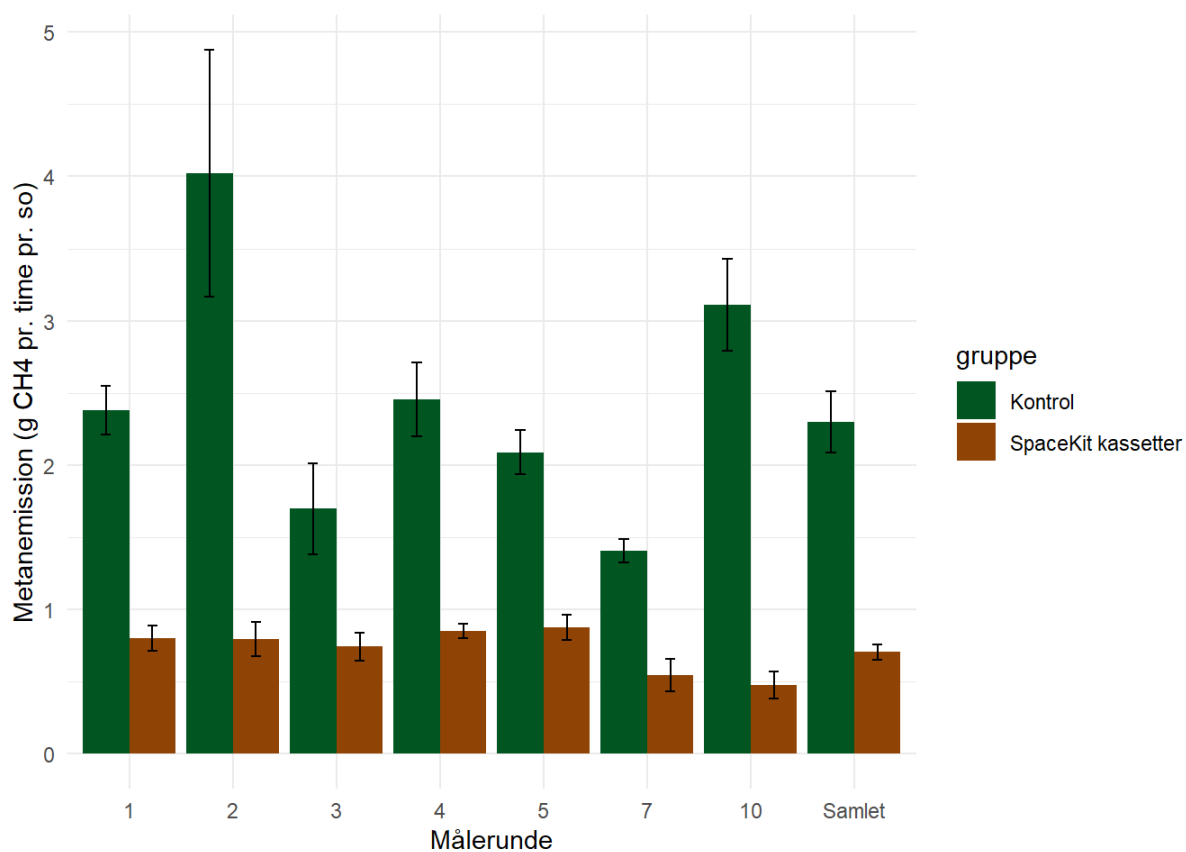
Appendiks 3

Metanemission uden korrigerig for enterisk bidrag

Tabel 7. Middelværdier af metanemission i g/time/so [95%-konfidensintervaller].

	Gyllekumme med rørudslusning (Kontrol)	SpaceKit Kassetter	P-værdi
Måledage, stk.	63	63	
Metanemission, g CH ₄ pr. time pr. so	2,337 [2,04; 2,63]	0,747 [0,45; 1,04]	<0,0001
Reduktion af metanemission, metan, pct.		68	

Figur 9 illustrerer metanemissionen fordelt på måleperioder, samt den samlede metanemission over hele perioden.



Figur 9 Metanemission ved brug af SpaceKit kassetter og rørudslusning for måleperioderne, samt den samlede metanemission over hele perioden. Errorbars er 95%-konfidensintervaller.