

Notat

SEGES Innovation
Planter & Miljø

Beregning af tab af lattergas i ét forsøg	Ansvarlig	frel
	Oprettet	06-10-2025
	Side	1 af 2

Projekt: 104210; Vårafgrøder med lav emission af lattergas og ammoniak

Forsøg med teknik til udbringning af gylle og med forbehandling af gylle i vår-sæd – beregning af lattergasemission

Forsøg tyder på, at nedfældning af gylle kan resultere i en markant forøget emission af lattergas, når der sammenlignes med slangeudlagt gylle. Nedfældning af gylle forud for såning af vårafgrøder resulterer dermed i et dilemma: Vil man reducere ammoniakfordampningen og øge kvælstofudnyttelsen ved nedfældning på bekostning af øget emission af lattergas? Eller vil man overfladeudbringe og dermed reducere emissionen af lattergas på bekostning af øget ammoniakfordampning og lavere kvælstofudnyttelse?

I ét forsøg i hver af AP 1 og 2 måles lattergasemissionen ved hjælp af statiske kamre 20 gange i løbet af vækstsæsonen. Forsøget i AP1 belyser effekten af at nedfælde gylle med gåsefodstand, i forhold til med en almindelig sortjordsnedfælder. Derudover bliver effekten af at pløje før og efter nedfældning undersøgt samt effekten af tilsætning af nitrifikationshæmmer. Forsøget i AP2 belyser gødnings- og klimaeffekten af forskellige afgassede gylletyper. Behandlingerne i forsøget inkluderer afgasset gylle med forskelligt tørstofindhold, afgasset og efterfølgende separeret gylle og afgasset gylle tilsat nitrifikationshæmmer eller Calcium Cyanamid (Eminex).

Den første gødning sker i midt marts 2025, efterfulgt af lattergasmålinger. Der gennemføres 20 lattergaskampagner i hver led og i hvert forsøg, med afslutning af forsøgene i august 2025. Lattergas måles ved den lukkede kammermetode. Der sættes en ramme i jorden i afgrøden, som forbliver der igennem forsøgsperioden. Måles der lattergas, sættes et uigennemsigtigt låg på rammen om morgenen, således at de gasser der dannes i jorden forbliver i kassen. Der udtages i alt fire gasprøver med en sprøjte fra hver kasse, over en tidsperiode på ca. 45 til 90 minutters varighed, hvorefter låget fjernes igen. I låget kører en blæser for at cirkulere luften. Gasprøverne analyseres med en gaskromatograf.

Resultaterne fra gaskromatografen ser ud som vist på screenshots nedenfor.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Sampling date	Sample Id	Sample La	Sampling c	Treatment	Time	N2O ppm	CO2 ppm		CH4 ppm	Time, abs	Remarks	Pressure (l Temp
2	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t0	0,4186	552,6349	2,1583	09.04.2025 10.54.25		1018,969	
3	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t1	0,4676	893,7452	2,0461	09.04.2025 11.44.44		1018,969	
4	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t2	0,4846	1028,5185	2,0873	09.04.2025 12.07.48		1018,969	
5	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t3	0,5122	1167,6868	1,9379	09.04.2025 12.31.16		1018,969	
6	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t0	0,4212	563,516	2,132	09.04.2025 11.09.49		1018,969	
7	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t1	0,4947	813,7786	2,0265	09.04.2025 11.52.10		1018,969	
8	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t2	0,5414	952,53	2,0588	09.04.2025 12.15.19		1018,969	
9	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t3	0,5781	1068,8442	1,9842	09.04.2025 12.39.05		1018,969	
10	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t0	0,4264	591,3846	2,3424	09.04.2025 11.18.58		1018,969	
11	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t1	0,457	780,0833	2,0632	09.04.2025 11.57.32		1018,969	
12	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t2	0,4806	855,3622	2,0828	09.04.2025 12.20.17		1018,969	
13	09.04.2025 10.53.13	07086252E	07086252E	M01		7 t3	0,486	894,4646	2,0634	09.04.2025 12.44.04		1018,969	

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
...	off fram	Area_A (m ²)	Volume_V	Chamber_V	Volume, 1 r	Deploy_tim	N2O (ug/L)	CO2 (ug/L)	CH4 (ug/L)	Marked as	N2O-N (ug	CH4-C (ug	CO2-C (ug/L)
0	0,2304	58,995752	0,058996	23,185741	0,7945472	1049,0551	1,4934009	179536316	0,505879	1,117979	286,2598		
0	0,2304	58,995752	0,058996	23,185741	0,8386111	0,8875544	1696,5775	1,4157659	3331013	0,565095	1,059861	462,9518	
0	0,2304	58,995752	0,058996	23,185741	1,2230555	0,9198222	1952,4148	1,4442736	11659461	0,58564	1,081202	532,7631	
0	0,2304	58,995752	0,058996	23,185741	1,6141666	0,97221	2216,5950	1,3408986	882742633	0,618994	1,003814	604,851	
0	0,2304	56,66921	0,056669	23,185741	0,7994823	1069,7104	1,4752030	566080445	0,509021	1,104356	291,8961		
0	0,2304	56,66921	0,056669	23,185741	0,7058333	0,9389931	1544,7786	1,4022040	310582562	0,597846	1,049708	421,5298	
0	0,2304	56,66921	0,056669	23,185741	1,0916666	1,0276347	1808,1674	1,4245534	957526464	0,654283	1,066439	493,4018	
0	0,2304	56,66921	0,056669	23,185741	1,4877777	1,0972952	2028,9642	1,3729352	27449194	0,698635	1,027797	553,6514	
0	0,2304	53,638307	0,0536383	23,185741	0,8093525	1122,6128	1,6207859	473727406	0,515305	1,213342	306,3318		
0	0,2304	53,638307	0,0536383	23,185741	0,6427777	0,8674345	1480,8155	1,4275980	048751018	0,552285	1,068719	404,076	
0	0,2304	53,638307	0,0536383	23,185741	1,0219444	0,9122298	1623,7159	1,4411599	091478589	0,580806	1,078871	443,0697	
0	0,2304	53,638307	0,0536383	23,185741	1,4183333	0,9224796	1697,9431	1,4277363	916533954	0,587332	1,068822	463,3244	
0	0,2304	53,638307	0,0536383	23,185741	0,7054157	0,9375588	1400,4517	1,4031405	0,508344	1,100303	282,1455		

Der foretages et kvalitetstjek af rådata. CO₂ stiger i den lukkede, mørke kasse som følge af respirationen af jordorganismer og afgrøden. Er der et fald i CO₂ fra den ene måling til den næste, tyder det på utæthed, og målingen kasseres, hvis det er den sidste af de fire prøver. Er det første, anden eller tredje af de fire prøver, kasseres alle fire målinger. Der vises to eksempler for kasserede målinger (markeret med gult) nedenfor.

09.04.2025 10.53.13	070862525 070862525 M01	11 t0	0,4200	530,8370	2,1132	09.04.2025 10.56.13
09.04.2025 10.53.13	070862525 070862525 M01	11 t1	0,4592	881,9254	2,0378	09.04.2025 11.45.37
09.04.2025 10.53.13	070862525 070862525 M01	11 t2	0,4656	929,2508	1,9981	09.04.2025 12.08.42
09.04.2025 10.53.13	070862525 070862525 M01	11 t3	0,455	880,5911	2,0241	09.04.2025 12.32.13
14.04.2025 09.21.07	070862525 070862525 M03	1 t3	0,3655	793,9135	2,0552	14.04.2025 09.21.07
14.04.2025 09.21.07	070862525 070862525 M03	1 t0	0,4222	581,7554	2,1658	14.04.2025 09.21.07
14.04.2025 09.21.07	070862525 070862525 M03	1 t1	0,4118	578,566	2,2175	14.04.2025 09.21.07
14.04.2025 09.21.07	070862525 070862525 M03	1 t2	0,3407	490,8431	2,09	14.04.2025 09.21.07
14.04.2025 09.21.07	070862525 070862525 M03	1 t3	0,3498	563,8726	2,1215	14.04.2025 09.21.07

Det er dog ikke mange data der skal kasseres, kvaliteten er generelt godt. Med de godkendte data laves en input fil til HMR proceduren i R. Herunder er der et screenshot fra en sådan fil.

	A	B	C	D	E
1	Sample Label With Date	Volume_V (L)	Area_A (m2)	Deploy_time (h)	N2O-N (ug/L)
2	070962525-001-L7G1_45746	52,4003328	0,2304	0	0,483189159
3	070962525-001-L7G1_45746	52,4003328	0,2304	0,334444444	0,495849673
4	070962525-001-L7G1_45746	52,4003328	0,2304	0,658333333	0,527931172
5	070962525-001-L7G1_45746	52,4003328	0,2304	1,020555556	0,51613108
6	070962525-001-L7G3_45746	56,7972792	0,2304	0	0,463276504
7	070962525-001-L7G3_45746	56,7972792	0,2304	0,331388889	0,505437248
8	070962525-001-L7G3_45746	56,7972792	0,2304	0,689166667	0,566035634

I output filen vises de beregnede fluxe for alle datoer, som i screenshot for neden.

	Series	f0	f0.se	f0.p	f0.lo95	f0.up95	Method	Warning	Prefilter	Prefilter.p	SatCrit.Wz	LR.f0	LR.f0.se	LR.f0.p	LR.f0.lo95	LR.f0.up95	LR.Warning
2	070962525-001-L7G1_45746	8,66E+00	4,11E+00	1,70E-01	-9,04E+00	2,64E+01	LR	None	Signal	7,16E-03	Flux limite	8,66E+00	4,11E+00	1,70E-01	-9,04E+00	2,64E+01	None
3	070962525-001-L7G3_45746	3,91E+01	7,48E+00	1,20E-01	-5,60E+01	1,34E+02	HMR	None	Signal	0,00E+00	None	3,27E+01	1,82E+00	3,08E-03	2,48E+01	4,05E+01	None
4	070962525-001-L7G2_45746	3,00E+01	2,24E+00	5,51E-03	2,04E+01	3,96E+01	LR	None	Signal	0,00E+00	None	3,00E+01	2,24E+00	5,51E-03	2,04E+01	3,96E+01	None
5	070962525-001-L7G4_45746	6,54E+01	8,47E+00	8,20E-02	-4,22E+01	1,73E+02	HMR	None	Signal	0,00E+00	None	3,54E+01	5,08E+00	2,00E-02	1,36E+01	5,73E+01	None
6	070962525-001-L11G3_45746	3,76E+01	1,22E+00	1,05E-03	3,24E+01	4,29E+01	LR	None	Signal	0,00E+00	None	3,76E+01	1,22E+00	1,05E-03	3,24E+01	4,29E+01	None
7	070962525-001-L11G4_45746	5,49E+00	2,82E+00	1,91E-01	-6,65E+00	1,76E+01	LR	None	Signal	1,85E-02	Flux limite	5,49E+00	2,82E+00	1,91E-01	-6,65E+00	1,76E+01	None
8	070962525-001-L11G2_45746	6,22E+01	1,17E+01	3,38E-02	1,17E+01	1,13E+02	LR	None	Signal	0,00E+00	Flux limite	6,22E+01	1,17E+01	3,38E-02	1,17E+01	1,13E+02	None
9	070962525-001-L8G3_45746	1,34E+01	1,98E+00	2,13E-02	4,83E+00	2,19E+01	LR	None	Signal	1,54E-07	None	1,34E+01	1,98E+00	2,13E-02	4,83E+00	2,19E+01	None
10	070962525-001-L8G1_45746	2,35E+01	4,65E+00	3,70E-02	3,50E+00	4,35E+01	LR	None	Signal	0,00E+00	Flux limite	2,35E+01	4,65E+00	3,70E-02	3,50E+00	4,35E+01	None

For hver dato, hvor der er taget prøver, beregnes den gennemsnitlige N₂O-fluks ved at tage middelværdien af de målte flukser fra gentagelser inden for samme behandling. Samtidig beregnes både standardafvigelsen og standardfejlen for disse fluksværdier på den pågældende dato. Den samlede (kumulative) N₂O-fluks over tid beregnes ved hjælp af trapezmetoden, som estimerer det samlede areal under kurven af fluksmålinger fordelt over tid.

Inden for hver gentagelse af en behandling beregnes den samlede (kumulative) fluks ved at summere den gennemsnitlige fluks mellem to på hinanden følgende prøvetagningsdatoer, ganget med antallet af dage mellem disse datoer. Denne beregning anvender trapezintegration, som estimerer arealet under kurven af fluksmålinger over tid. Når den kumulative fluks er beregnet for hver gentagelse, samles data ved at tage gennemsnittet på tværs af gentagelser for hver behandling. Derudover beregnes både standardafvigelsen og standardfejlen for den kumulative fluks.