

Test af lattergas-risikostyringsværktøj	Ansvarlig	hevp
	Oprettet	16-11-2022
Projekt: 7854, Mod en klimaneutral planteproduktion	Side	1 af 13

Test af N₂O-model i risikostyringsværktøj.

Introduktion

I dette notat gennemgås resultaterne af en test af det udviklede N₂O-risikostyringsværktøj. Testen foretages som en sammenligning mellem modellerede N₂O-produktionsrater i værktøjet og målte N₂O-fluxrater fra markforsøg. Der sammenlignes med resultater fra i alt 12 forsøg – vist i Tabel 1 nedenfor.

Data i sammenligningen/testen

Modellen for N₂O-produktionsraten i værktøjet bygger NGAS-modellen beskrevet af Parton et al. (1996). N₂O-produktionsraten modelleres heri som en funktion af nitratkoncentrationen i jorden, respirationsraten i jorden og water filled porespace (WFPS) i jorden. WFPS beregnes i værktøjet på baggrund af vandbalancemodellen MARKVAND og respirationsraten ved modellen C-TOOL, mens jordens koncentration af nitrat holdes konstant svarende til 50 kg nitrat-N fordelt i jordens øverste 10 cm. Værktøjet modellerer således N₂O-produktionsraten pr dag under antagelse af gødningstilførsel og ved den aktuelle modellerede vandbalance og respirationsrate.

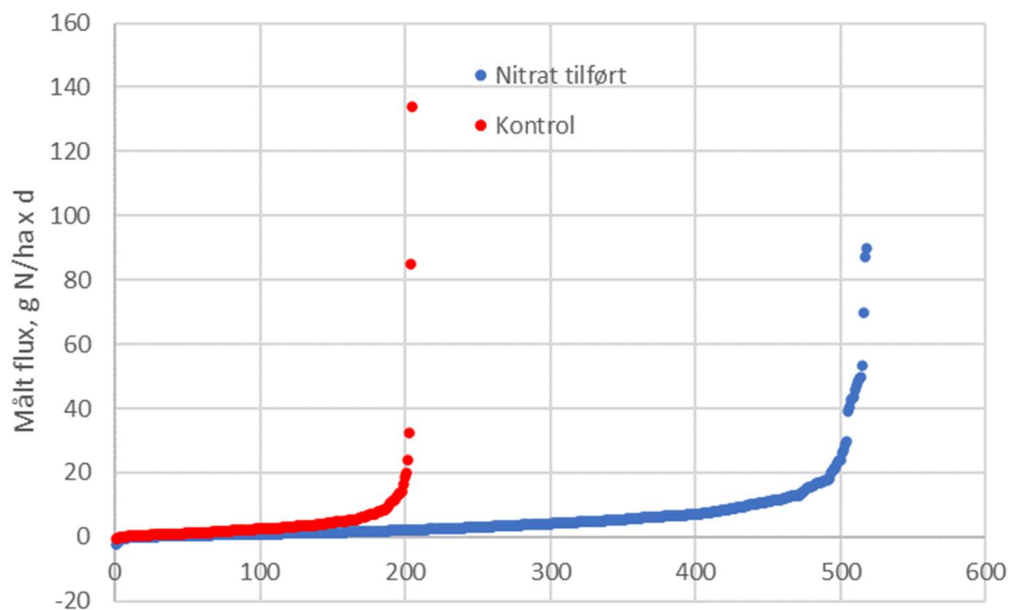
Forsøgsbehandlingerne i forsøgene i Tabel 1 dækker tilførsel af husdyrgødning og/eller handelsgødning og ingen tilførsel. Det er valgt først udelukkende at medtage behandlinger, hvor der i handelsgødning tilføres nitrat og derefter at indrage alle forsøgsdata. I forsøgene er nitrat tilført i NS24-7 gødning, hvor kvælstofindholdet er fordelt som 48% NO₃⁻ og 52% NH₄⁺, samt tilførsel af flydende gødning, med en fordeling af kvælstof som: 44% amid-N, 33% NH₄⁺ og 23% NO₃⁻

Som input i modellen indtastes information om jordbundstype, ler- og humusindhold i marken, samt tilførsel af husdyrgødning (måned, mængde og type), afgrøde og evt. efterafgrøde, inkl. nedmuldningsmåned og så- og høstdato, i indeværende, samt de to foregående dyrkningsår. Endvidere indtastes døgnværdier for kumuleret nedbør, middeltemperatur og fordampning for samme periode. Derudover indtastes. Dette er gjort separat for alle 11 forsøg i testen.

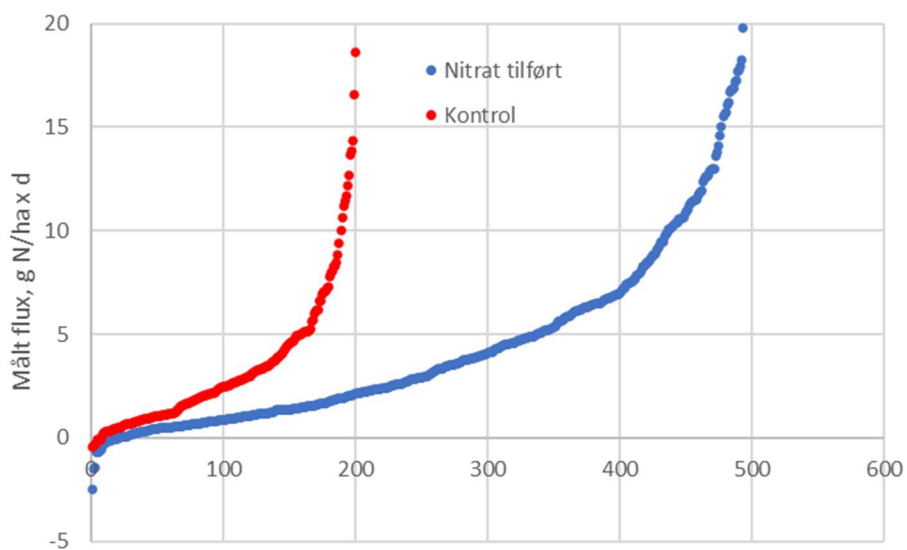
Resultater

Målingerne af lattergasflux i forsøgene blev foretaget i foråret 2022 (april-juni), som var et usædvanlig tørt forår. Dette er sandsynligvis årsagen til nogle generelt meget lave N₂O-emissioner, både for de målte og de modellerede værdier. I Figur 1 og 2 nedenfor ses samtlige målte værdier i forsøgsled med NO₃⁻ tilført og samtlige målte værdier i kontrol led (dvs. ingen gødningstilførsel) – begge rangeret fra lavest til højest. I Figur 3 og 4 ses histogrammer over observationer i henholdsvis kontrol og NO₃⁻ behandlinger. Det ses, at langt den overvejende del af emissionerne målt i de NO₃⁻ behandlede led ikke adskiller sig væsentligt fra den største del af emissionerne målt i kontrolledene. I forhold til risikovurderingen i værktøjet virker det rimeligt at vedtage, at målt flux under 10 g N/ha x d ikke skal udløse nogen risikovurdering. Det vil sige, at antallet af målte flux, hvor værktøjet burde forventes at modellere en risiko ift.

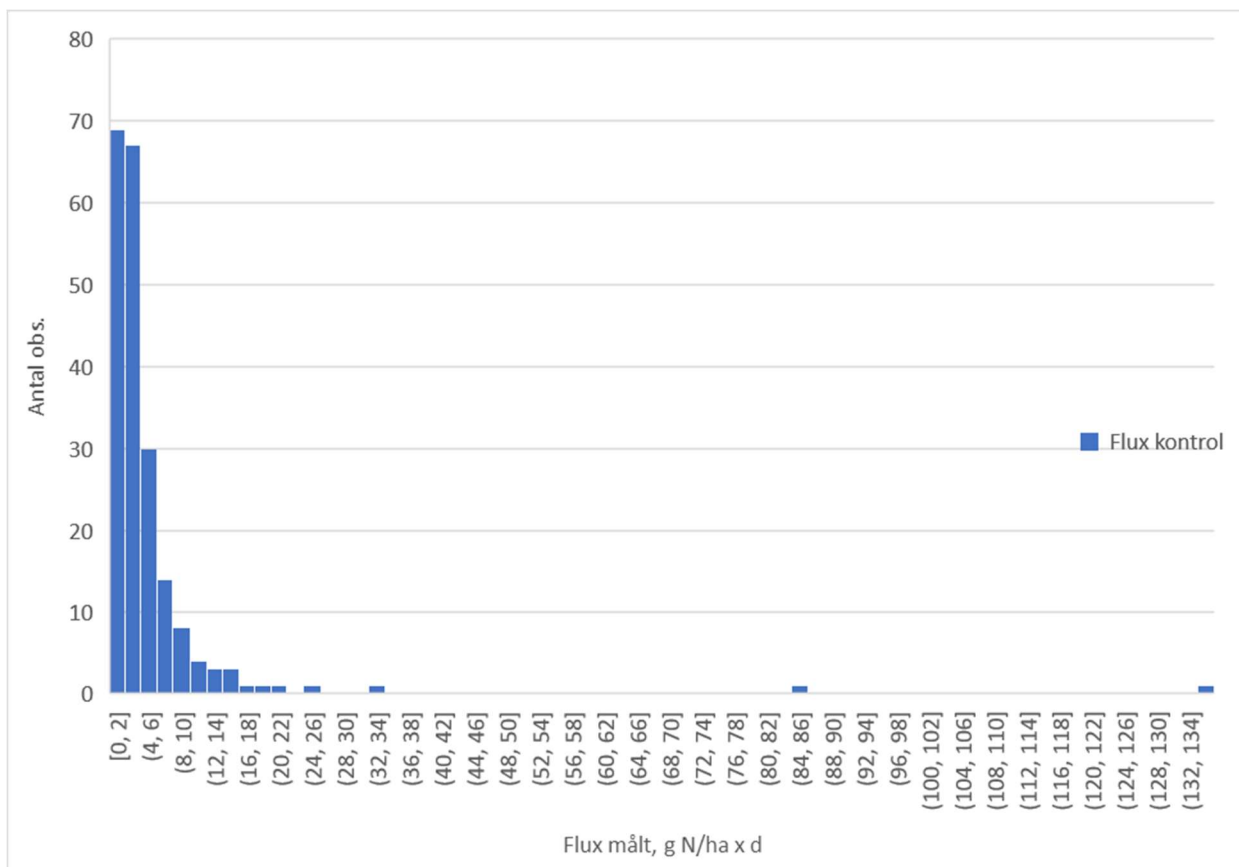
N₂O-emission, er meget begrænset: 85 stk.



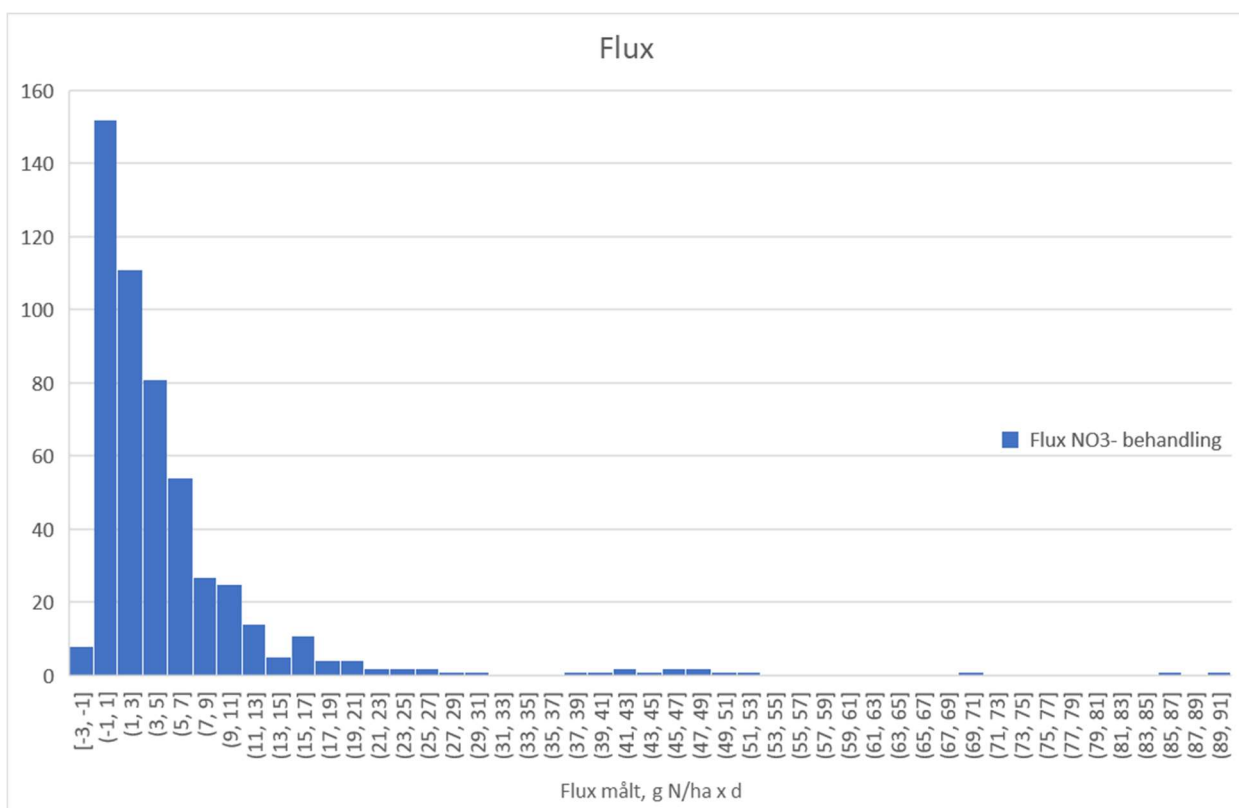
Figur 1. Plot af alle målte lattergasflux-værdier fra både kontrolled og led med nitrattilførsel i markforsøg i foråret 2022. Værdierne er plottet fra lavest til højest flux-værdi.



Figur 2: Zoom på de laveste målte lattergasflux-værdier (vist i Figur 1) fra både kontrolled og led med nitrattilførsel i markforsøg i for-året 2022. Værdierne er plottet fra lavest til højest flux-værdi.

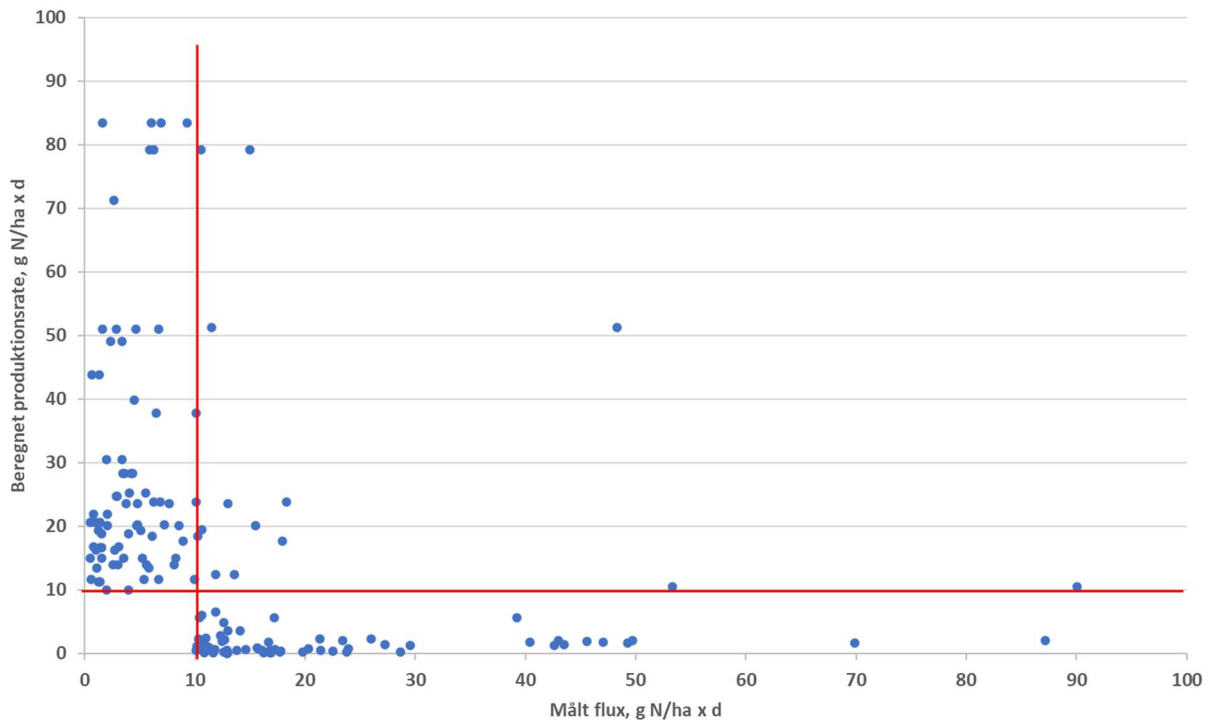


Figur 3. Antal observationer for hvert flux-interval af fluxmålinger fra kontrolled.



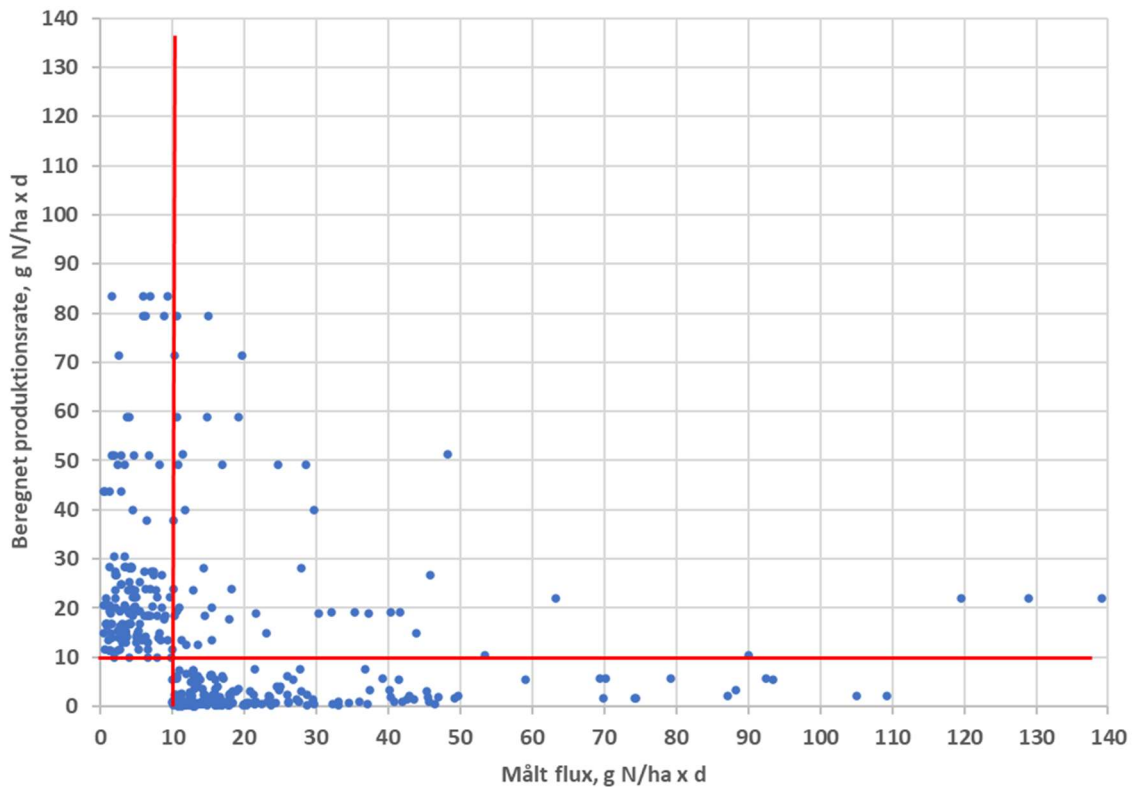
Figur 4. Antal observationer for hvert flux-interval af fluxmålinger fra led med nitrat tilførsel.

I Figur 5 er vist de samhørende målte flux og modelberegnete produktionsrater, hvor enten de målte flux eller de beregnede produktionsrater er over 10 g N/ha x d i behandlinger med NO₃⁻ tilførsel. Ud af de i alt 156 observationer viser kun 16 både en beregnet produktionsrate og målt flux over 10 g N/ha x d. Det ses derved, at der ikke er nogen sammenhæng.



Figur 5. Beregnede N₂O produktionsrater over 10 g N/ha x d som funktion af målte flux over 10 g N/ha x d i forsøgsled med NO₃⁻ tilført.

I Figur 6 er vist de samhørende målte flux og modelberegnete produktionsrater, hvor enten de målte flux eller beregnede produktionsrater er over 10 g N/ha x d i alle forsøgsbehandlinger. Ud af de i alt 395 observationer viser kun 47 både en beregnet produktionsrate og målt flux over 10 g N/ha x d. Det ses derved, at der ikke er nogen sammenhæng.



Figur 6. Beregnet N₂O produktionsrater over 10 g N/ha x d som funktion af målte flux over 10 g N/ha x d i alle forsøgsled (ikke kontrol).

Diskussion

Lattergasmålingerne i forsøgene dækker overvejende en meget tør periode i april og maj måned 2022. Dette er sandsynligvis årsagen til de generelt lave målte N₂O-flux i alle forsøg. De modelberegnete N₂O-produktionsrater er meget afhængige af WFPS og er derfor også generelt meget lave.

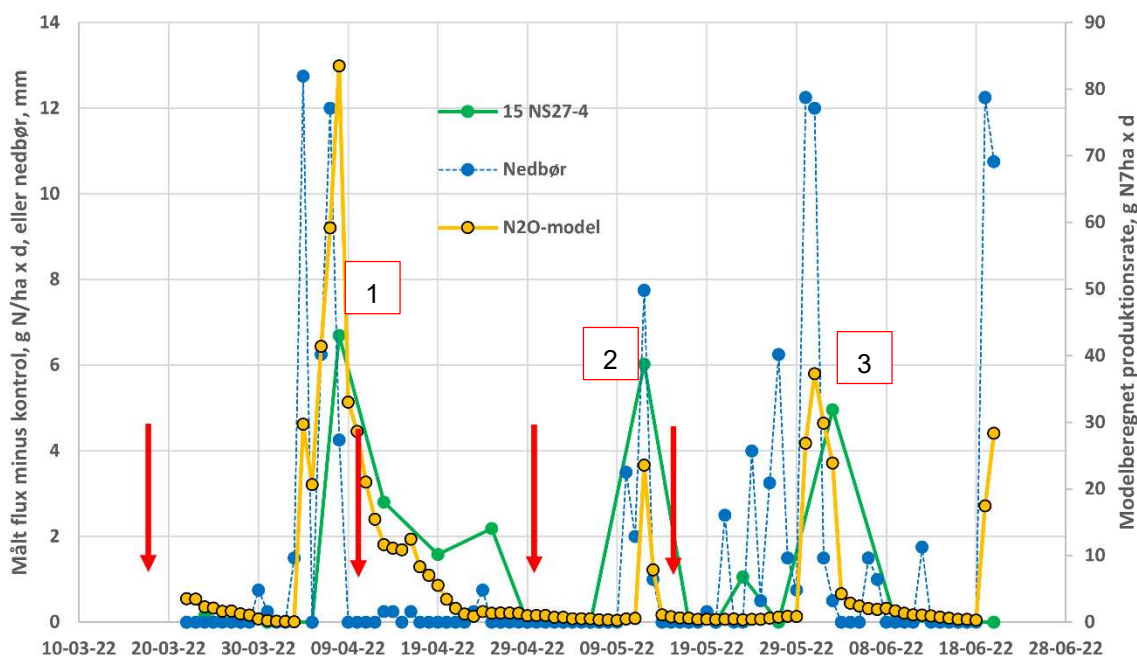
Igennem april blev der i forsøgsmarkerne opbygget et stort vandoverskud, hvorved den regn, som kom – primært sidst i maj – ikke var nok til at fylde rodzonerereservoir. I sådanne tilfælde, hvor kun de øverste jordlag opfugtes, fyldes nedbøren i vandbalancemodellen i det 'øvre rodzonerereservoir'. Analysen foretaget her afslørede, at når WFPS beregnes på baggrund af det øvre rodzonerereservoir, vil denne aldrig overstige WFPS for jordtypen ved markkapacitet. Dette skyldes, at indholdet i det øvre rodzonerereservoir, modsat rodzonerereservoir, aldrig kan overstige kapaciteten af det øvre rodzonerereservoir i modellen. En beregning af N₂O produktionsraten med baggrund i WFPS i det øvre rodzonerereservoir vil derfor ikke være direkte sammenlignelig med en beregning med baggrund i WFPS i rodzonerereservoir. Det er et stort problem – især i et meget tørt forår.

Modellen i værktøjet beregner udelukkende produktionsraten af N₂O produceret ved denitrifikation. I forsøgene indeholdt alle kvælstoftilførsler mindst 50 % reducerede N-former, hvorfor der må forventes N₂O-produktion ved nitrifikation. I hvilket omfang dette 'mudrer' billedet med målte N₂O-flux, som modellen i værktøjet forudsiger, vides ikke.

Det skal ligeledes tages i betragtning, jordens indhold af NO₃- i forsøgene ikke kendes. Det kan selvfølgelig antages, at der umiddelbart i dagene efter gødningstilførsel vil være nitrat tilstede, men i hvilket omfang og hastighed, det optages eller blot henligger på jordoverfladen vides ikke. Modellen antager til alle tider en høj nitrat koncentration og vil derfor forudsige en N₂O produktion, hvis WFPS og respirationsraten i øvrigt falder i det rette niveau, mens det må antages, der ikke produceres N₂O (via denitrifikation) i jorden uden NO₃-. Der vil derfor være situationer, hvor modellen forudsiger en produktion, mens der pga. manglende nitrat i jorden ikke ses en flux i marken.

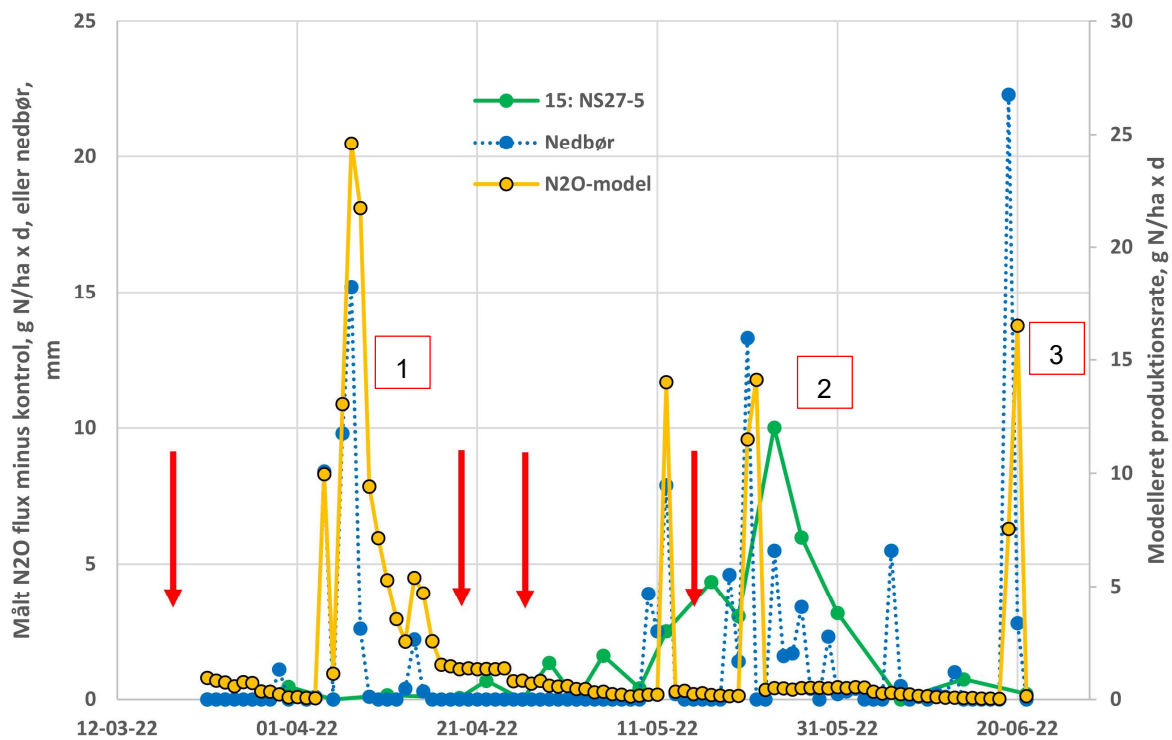
Modellen beregner en N₂O-produktionsrate i jorden, men der i forsøgene måles på fluxen af N₂O fra jorden. Det er rimeligt at antage, at der er en vis forsinkelse mellem produktionen af N₂O i jorden og diffusionen ud af jorden, ligesom der vil ske en oxidation af N₂O i jorden. Forsinkelsen fra produktion til diffusion ud af jorden vil give et mismatch i timingen mellem den modellerede produktion og den målte flux. I forsøgene ses peaks i flux ofte at have en 'hale' (se gennemgang af eksempler nedenfor), hvis dette er et udtryk for forsinkelsen i flux/diffusion ud af jorden vil modellen disse dage helt givet ramme forkert.

Eksempler fra enkeltforsøg i forsøgsserie 070702222.



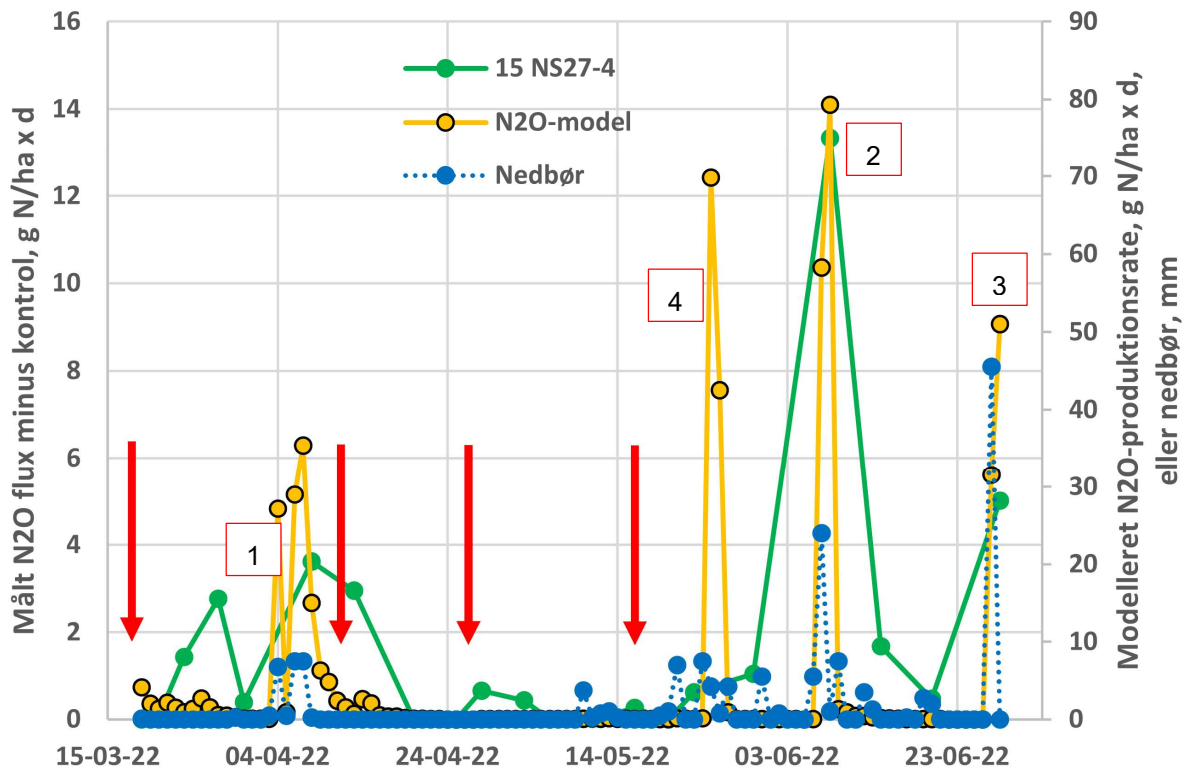
Figur 7. Plot af N₂O-flux målt i led 15 i forsøg 07070222-001 (JB5) fratrukket flux målt i kontrol (MAX(målt flux – kontrol;0), modelberegnet N₂O-produktionsrate, samt nedbøren. De røde pile angiver fra venstre mod højre tilførsel af 50, 50, 60 og 40 kg N/ha i NS24-7 gødning (48/52 NO₃-/NH₄+).

Det ses i Figur 7, at de 3 højeste målte flux i forsøgsleddet - markeret med 1, 2 og 3 – er på kun ca. 7, 6 og 5 g N/ha x d. Alle tre 'peaks' i flux rammes rimeligt godt af N₂O-modellen, dog med markant forskellige modellerede produktionsrater, henholdsvis ca. 85, 25 og 40 g N/ha x d. Den ovenfor omtalte effekt på WFPS beregningen ud fra indhold i Øvre rodzonerereservoir eller rodzonerereservoir ses mellem peak 1 og peak 2 og 3. De lavere modellerede rater ved peak 2 og 3 skyldes beregning ud fra indholdet i øvre rodzonerereservoir, hvor indholdet aldrig overstiger markkapacitet.



Figur 8. Plot af N₂O-flux målt i led 15 i forsøg 07070222-002 (JB7) fratrukket flux målt i kontrolled (MAX(målt flux – kontrol;0), modelberegnet N₂O-produktionsrate, samt nedbøren. De røde pile angiver fra venstre mod højre tilførsel af 50, 50, 60 og 40 kg N/ha i NS24-7 gødning (48/52 NO₃-/NH₄⁺).

I Figur 8 ses, at der kun er en reel peak i den målte N₂O flux (markeret med 2) på 10 g N/ha x d. Det ses ligeledes, at peak – med tilhørende skuldre – ikke rammes godt af modellen, som forudsiger en emget skrap stiging i N₂O produktionsraten varende 2 dage. Dette er igen et udslag af, at WFPS på dette tidspunkt beregnes ud fra indholdet i det øvre rodzonerereservoir, hvis relative indhold falder hurtigt pga. den lave kapacitet. Det ses ligeledes, at modellen beregner en relativt høj N₂O produktionsrate (markeret med 1) i starten af april. På dette tidspunkt beregnes WFPS ud fra indholdet i rodzonerereservoir, som her er fyldt – dvs. ved markkapacitet. At der ikke måles en N₂O flux i marken, må skyldes, at nitraten tilført d. 21/3 på dette tidspunkt (7/4) er optaget af afgrøden, vinterhvede. Dette virker ikke usandsynligt, da væksten startede tidligt i 2022, samt at der kun blev tilført 50 kg N/ha, hvoraf ca. 50 % var i form af nitrat. En tilsvarende modelleret peak uden tilsvarende målt flux ses sidst i forsøgsperioden (markeret med 3). Her må det tilsvarende antages, at manglende nitrat tilgængeligt for denitrifikation er årsagen.



Figur 9. Plot af N2O-flux målt i led 15 i forsøg 07070222-003 (JB4) fratrukket flux målt i kontrolled (MAX(målt flux – kontrol;0), modelberegnet N2O-produktionsrate, samt nedbøren. De røde pile angiver fra venstre mod højre tilførsel af 50, 50, 60 og 40 kg N/ha i NS24-7 gødning (48/52 NO₃-/NH₄⁺).

Det ses på Figur 9, at den modelberegne N2O produktionsrate pælcingsmæssigt rammer de to højeste målte flux (markeret med 2 og 3). Der er her, som set ovenfor, ikke nogen god sammenhæng mellem målt flux, 13 og 5 g N/ha x d, og den tilsvarende beregnede produktionsrate, 80 og 50 g N/ha x d. Modellen forudsiger en høj produktionsrate (markeret med 4) sidst i maj, hvor der ikke måles nogen eller kun en meget lav N2O flux. Årsagen til denne uoverensstemmelse kunne, som i forsøget bekræftet i Figur 8, fraværet af nitrat til denitrifikationsprocessen. Dette stemmer dog ikke godt overens med peaken i målt flux (2), som ligger ca. 14 dage senere.

	002	V.hvede	6	1. Kontrol			7	
				5. NS24-7	21/3, 21/4, 16/5	50 100 50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				10. NS24-7 + Inhib.	21/3, 21/4 16/5	50 100 50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				12. Svovlsur NH ₃	21/3, 21/4, 16/5	50 100 50		
				14. Flydende gødning	21/3, 21/4, 16/5	80 80 40		44% amid-N, 33% NH₄⁺, 23% NO₃⁻
				15. NS24-7	21/3, 21/4, 28/4, 16/5	50 50 60 40		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
	003	V.hvede	6	1. Kontrol			4	
				5. NS24-7	18/3, 12/4, 19/5	50 100 50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				10. NS24-7 + Inhib.	18/3, 12/4 19/5	50 100 50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				12. Svovlsur NH ₃	18/3, 12/4, 19/5	50 100 50		
				14. Flydende gødning	18/3, 12/4, 19/5	80 80 40		44% amid-N, 33% NH₄⁺, 23% NO₃⁻

				15. NS24-7	18/3, 12/4, 27/4, 16/5	50 50 60 40		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
070712222	001	Vårbyg	5	1. Kontrol			5	
				4. NS24-7	18/4	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				8. NS24-7 + Inhib.	18/4	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				9. Svovlsur NH3	18/4	55		
				10. Svovlsur NH3 + Inhib.	18/4	55		
	002	Vårbyg	5	1. Kontrol			7	
				4. NS24-7	28/3	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				8. NS24-7 + Inhib.	28/3	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				9. Svovlsur NH3	28/3	120		
				10. Svovlsur NH3 + Inhib.	28/3	120		
	003	Vårbyg	5	1. Kontrol			6	
				4. NS24-7	5/4	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				8. NS24-7 + Inhib.	5/4	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				9. Svovlsur NH3	5/4	120		
				10. Svovlsur NH3 + Inhib.	5/4	120		
070752222	001	V.hvede	7	1. Kontrol			6	
				2. NS24-7	21/3	50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				4. NS24-7	21/3, 11/4	50 50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				6. Svinegylle slange	21/3 12/4	50 (NS) 100		
				7. Svinegylle slange + Inhib.	21/3 12/4	50 (NS) 100		
				10. Afgas. svinegylle slange	21/3	50 (NS)		

					12/4	100		
				11. Afgas. svinegylle slange + Inhib.	21/3 12/4	50 (NS) 100		
	002	V.hvede	7	1. Kontrol			6	
				2. NS24-7	21/3	50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				4. NS24-7	21/3, 11/4	50 50		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				6. Svinegylle slange	21/3 12/4	50 (NS) 100		
				7. Svinegylle slange + Inhib.	21/3 12/4	50 (NS) 100		
				10. Afgas. svinegylle slange	21/3 12/4	50 (NS) 100		
				11. Afgas. svinegylle slange + Inhib.	21/3 12/4	50 (NS) 100		
070812222	001	Vårbyg	8	1. Kontrol			3	
				2. NS27-4	27/3	40		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				4. NS27-4	27/3	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				6. Kvæggylle nedfældet	26/3 27/3	80 40(NS)		
				7. Forsuret kvæggylle slange	26/3 27/3	80 40(NS)		
				9. Forsuret slange + harve	26/3 27/3	80 40(NS)		
				10. Kvæggylle + Inhib. nedfældet	26/3 27/3	80 40(NS)		
				11. Kvæggylle slange + bio-char	26/3 27/3	80 40(NS)		
	002	Vårbyg	8	1. Kontrol			3	

				2. NS27-4	27/3	40		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				4. NS27-4	27/3	120		48% NO₃⁻, 52% NH₄⁺
				6. Kvæggylle nedfældet	26/3 27/3	80 40(NS)		
				7. Forsuret kvæggylle slange	26/3 27/3	80 40(NS)		
				9. Forsuret slange + harve	26/3 27/3	80 40(NS)		
				10. Kvæggylle + Inhib. nedfældet	26/3 27/3	80 40(NS)		
				11. Kvæggylle slange + bio-char	26/3 27/3	80 40(NS)		
070862222	001	Majshel-sæd	4	1. Kontrol			3	
				2. Kvæggylle nedfældet	25/4	120		
				3. Kvæggylle nedfældet + Inhib.	25/4	120		
				4. Kvæggylle nedfældet + Inhib. + biostim.	25/4	120		