

Sammenhæng mellem målinger af NDVI og kvælstofoptagelse i efterafgrøder

Projekt: [4165 -SAT-N]

Ansvarlig	NHKR
Oprettet	26-08-2020
Side	1 af 5

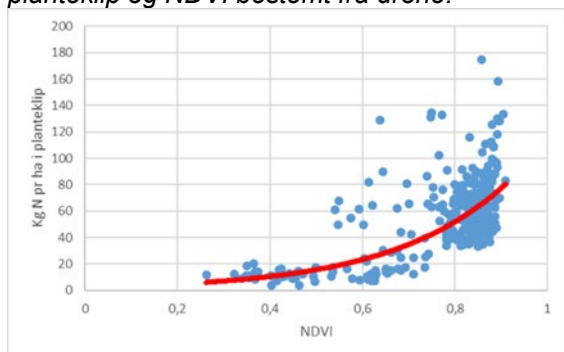
STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug**Sammenhæng mellem målinger af NDVI og kvælstofoptagelse i efterafgrøder**

Notat der beskriver beslutningsstøtteværktøjet, som blev indarbejdet i Mark Online i efteråret 2019. Modellen er senere justeret, så eftervirkningen afhænger af destruktionstidspunktet af efterafgrøden. I nedenstående notat beskrives beslutningsstøtteværktøjet, og det som påtænkes justeret sidst i 2020.

Sammenhængen mellem målinger af NDVI i efterårsperioden og kvælstofoptagelsen i efterafgrøden blev i SAT-N projektet i første omgang baseret på en sammenhæng fundet af Gislum(xxx), der ud fra drone-målinger og planteklip fandt en eksponentiel sammenhæng. Sammenhængen er vist på figur 1.

Figur 1. Sammenhæng mellem kvælstofoptagelse målt med planteklip og NDVI bestemt fra drone.



Sammenhængen blev beskrevet med en eksponentiel sammenhæng ($\text{Kg N optaget pr ha} = 2,1e^{4,01x}$ med $R^2=0,64$.)

Figuren viser tydeligt, at når NDVI når en værdi på 0,75 stiger usikkerheden på sammenhængen meget, idet modellen ikke kan forudsige, om der er optaget 40 eller 80 kg kvælstof pr. ha i efterafgrøden. SEGES har derfor indført en modifikation af modellen for at tage hensyn til dette.

Model i MarkOnline implementeret i efteråret 2019

Hypotesen er, at ovenstående model kan forbedres ved at inddrage NDVI tidligere på efteråret i de tilfælde, hvor NDVI i perioden 1. september til 1. november har et maksimum på over 0,75. Jo tidligere en efterafgrøde når et NDVI på 0,75 jo større kvælstofoptagelse må forventes om efteråret.

For alle marker, hvor maks. NDVI i perioden 1. september til 1. november er over 0,75, beregnes ud fra satellitbilleder, hvornår marken har nået et NDVI på 0,75. Derefter tillægges en kvælstofoptagelse, der beregnes ud fra en beregnet kvælstofoptagelse fra tidspunktet, hvor et NDVI på 0,75 nås frem til 20.

oktober, hvor afgrøden kan nedmuldes, og hvor kvælstofoptagelsen pr. dag normalt er på et meget lavt niveau.

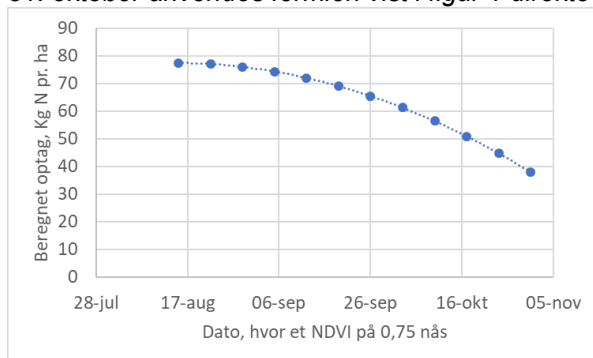
Det antages, at kvælstofoptagelsen aftager lineært pr. dag. I figur 2 er vist den anvendte korrektionskurve. Forudsætningen er her, at kvælstofoptagelsen falder fra 1,0 kg N pr. dag 15. august til 0 kg 75 dage senere (ca. 1. november).

Med en lineært fald i optagelsen kan kvælstofoptagelsen i alt ved NDVI måtning før 1. november beregnes som:

$$\text{Noptag} = 40 + (1,0 - \text{dag efter 15. august} \times -0,013) \times (75 - \text{dag efter 15. august})/2$$

Hvor 1,0 er kvælstofoptagelsen pr. dag 15. august og -0,013 er faldet i kvælstofoptagelsen pr. dag.

Figur 2. Kvælstofoptag beregnet med model i MarkOnline efter dato, hvor et NDVI på 0,75 nås. Hvis NDVI på 0,75 ikke nås inden 31. oktober anvendes formelen vist i figur 1 direkte



En svaghed ved modellen er, at efterafgrødens kvælstofoptagelse kan være begrænset af mangel på tilgængeligt kvælstof i jorden. Dvs. at selvom der opnås et højt NDVI tidligt, vil afgrøden gå i stå.

Validering af modellen på nye data

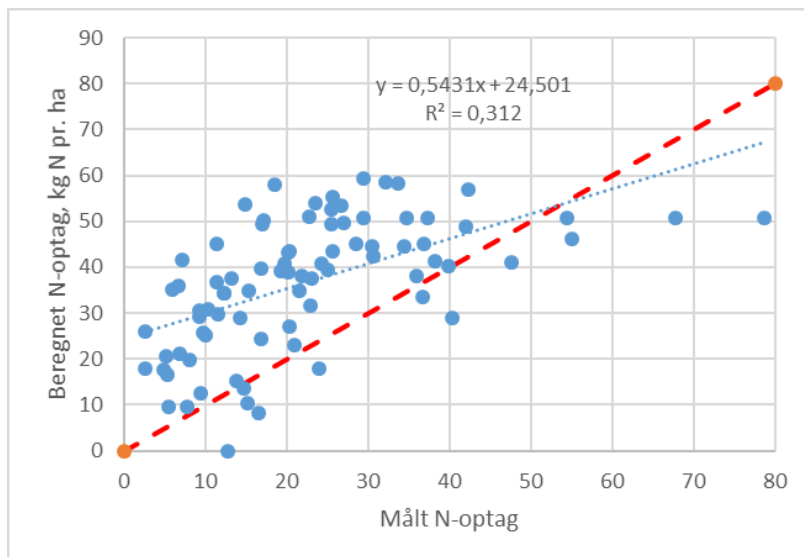
I SAT-N projektet og i projektet EFTERAFGRØDER OG GRØNGØDNINGER FOR KULSTOFLAGRING OG REDUKTION AF LATTEGAS EMISSION finansieret af Fødevare- og Miljøministeriet er der fremskaffet et datasæt, hvor modellen kan valideres og forbedres. I SAT-N projektet er optagelsen ikke korrigeret for, at NDVI kan overstige 0,75 før 1. november. Derfor er for SAT-N kun vist den direkte sammenhæng mellem NDVI og målt kvælstofoptag.

Validering på CATCAP data

I efteråret 2019 blev der udtaget planteklip på i alt 90 marker sidst i oktober til først i november. NDVI data blev målt med satellit og alle tilgængelige billeder fra 1. august til 1. december for hver mark blev registreret. Kvælstofoptagelsen blev herefter beregnet med ovenstående model.

Ud af de 90 marker er 8 marker udeladt. 3 marker, fordi der ikke er satellitbilleder 20. september til 1. november, 1 mark fordi der ikke er målt optag, og 3 marker, fordi der er høje NDVI værdier efter 15. august, men lave i september-oktober. Det kan skyldes, at marken ikke er høstet. 1 mark er udeladt, fordi der blev bestemt en usædvanlig høj N-optag (140 kg N pr. ha). Sammenhængen mellem målt N optag og modelberegnet optag fremgår af figur 3.

Figur 3. Sammenhæng mellem målt N-optag i 82 marker i efteråret 2019 og modelberegnet optag fra formel udviklet til MarkOnline.



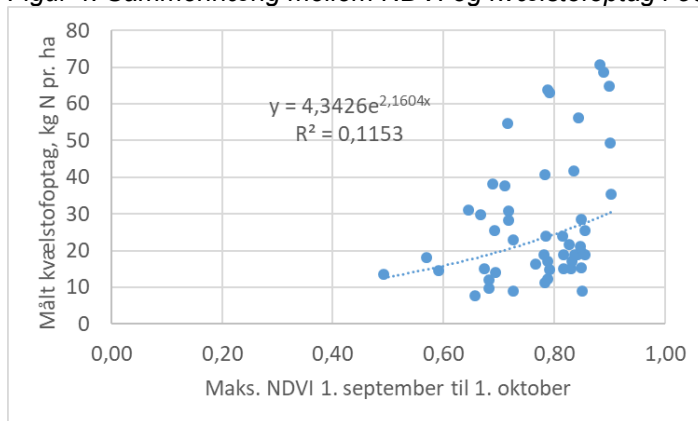
Sammenhængen er stærk signifikant (99,9 pct. niveau), men det fremgår tydeligt, at modellen overestimerer optagelsen. Den målte optagelse er i gennemsnit 23 kg kvælstof pr. ha, mens modellen beregner et optag på 37 kg kvælstof pr. ha.

Sammenhængen mellem NDVI og målt N-optag i SAT-N data

I efteråret 2017, 2018 og 2019 er målt kvælstofoptagelse med planteklip i en række marker og i forsøg. Disse data er sammenstillet med NDVI- data målt fra satellit eller drone. For perioden 20. september til 1. november er den maksimale NDVI værdi beregnet. Det er ikke beregnet, om eller hvornår NDVI-værdien overstiger 0,75, som anvendes til beregning af N-optag i MarkOnline-formlen.

I alt er målt kvælstofoptag med sammenhørende NDVI værdier på 53 felter. Målingen er sket i forskellige afgrøder fra korn til kvælstoffikserende efterafgrøder. Ved gennemgang af data er ekskluderet 3 data-værdier på grund af manglende NDVI-værdier eller målt N-optag. Sammenhængen mellem NDVI og målt N-optag er vist i figur 4. Generelt fås en dårlig sammenhæng. Det kan skyldes, at NDVI i mange af felterne ligger over 0,75, hvor der sker en mætning af NDVI. Sammenhængen er ikke signifikant. Den manglende sammenhæng kan måske skyldes, at der er målt under mange forskellige forhold – i marken, i forsøg og i meget forskellige typer af efterafgrøder.

Figur 4. Sammenhæng mellem NDVI og kvælstofoptag i 50 målefeleter i SAT-N projektet



Mulighed for at forbedre sikkerheden på beregning af kvælstofoptag

Ud fra data i CATCAP-projektet fra 2019 er undersøgt en alternativ model for beregning af kvælstofoptagelse ud fra NDVI. Et problem med formlen, der er introduceret i MarkOnline, er at der ofte er for få satellitbilleder til at fastlægge datoen, hvor NDVI er større end 0,75. Derfor er det undersøgt, om alle satellitbilleder i perioden 1. september til 1. oktober kan anvendes til at korrigere for mætningen af NDVI sidst på efteråret.

For september måned er opstillet en referenceværdi, som er beregnet ud fra efterafgrøder med et stort kvælstofoptag. Referenceværdien beregnes som 0,4 for 1. september og tillægges 0,0133 pr. dag frem til 30. september. For hver satellitmåling i denne periode beregnes et indeks som målt satellitværdi divideret med referenceværdien for den aktuelle data. Indekset for marken beregnes som gennemsnittet af de bestemte indekser for september. Formålet ved denne metode er at udnytte alle satellitbilleder bedre og i et vist omfang korrigere for afvigende enkeltmålinger.

Modellen er udviklet på de 90 observationer i CATCAP projektet. 15 observationer er ekskluderet på grund af manglende satellitbilleder og enkelte afvigende resultater.

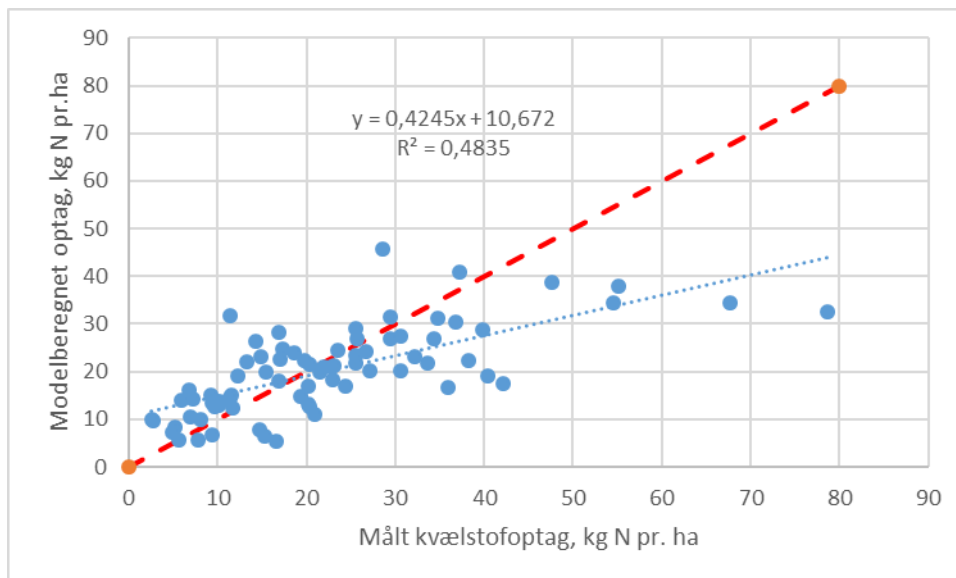
Kvælstofoptag beskrives som funktion af middel NDVI indeks i september samt maksimal NDVI fra 20. september til 1. november. Formlen for beregning af NDVI er:

$$\text{Kg N optaget} = \exp(0,40332962 + 0,733 \times \text{middelt NDVI indeks} + 2,750 \times \text{Maks NDVI})$$

Sammenhængen er stærk signifikant (0,999 pct.) og med en R^2 værdi på 0,50

Sammenhængen mellem målt optag og beregnet optag fremgår af figur 5.

Figur 5. Sammenhæng mellem målt kvælstofoptag og beregnet optag i CatCap-projektet. Modellen udviklet på samme data



Der opnås en betydelig bedre sammenhæng end ved anvendelse af MarkOnline-modellen. Det skyldes også, at modellen er udviklet på de aktuelle måledata, og ikke som MarkOnline-modellen på uafhængige data. Derfor rammer modellen også i gennemsnit stort set samme gennemsnitlige optagelse som målt.

Behov for korrektion af model i MarkOnline

Resultatet på afprøvningen af den eksisterende MarkOnline model på CatCap data viser, at der kan være behov for justeringer af modellen. Brug af et referenceindeks for NDVI for hele september måned, som de aktuelle NDVI-målinger relateres til, ser lovende ud.

Denne model er imidlertid kun udviklet på ét års data fra efteråret 2019, hvor optagelsen af kvælstof i efterafgrøder var meget lav. Derfor ændres modellen i MarkOnline ikke før, der kommer yderligere ét års data. Disse data vil blive frembragt i CatCap projektet i efteråret 2020.